



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“EVALUACIÓN DE UNA CURTICIÓN MIXTA DE GRANOFIN F 90, MAS TRES
DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA)**

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

AUTOR

EDITH MARINA PILAMUNGA PAULLAN

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Dra. MC. Georgina Hipatia Moreno Andrade.
ASESOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 21 de Mayo del 2015.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

Edith Marina Pilamunga Paullán

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me brindado y por todas su bendiciones

Edith Marina Pilamunga Paullán

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LA LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
1. <u>Defectos en las pieles caprinas</u>	5
2. <u>Buenas prácticas ganaderas para una piel de mejor calidad</u>	6
B. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS	7
C. CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS	8
1. <u>Etapas de ribera</u>	8
2. <u>Almacenamiento y recorte de las pieles</u>	9
3. <u>Remojo y lavado</u>	9
4. <u>Pelambre</u>	10
5. <u>Calero</u>	11
6. <u>Descarnado</u>	12
D. PROCESOS DE CURTIDO DE PIELES CAPRINAS	13
1. <u>Desencalado</u>	13
2. <u>Rendido</u>	14
3. <u>Piquel</u>	15
E. CURTICIÓN VEGETAL	17
1. <u>Tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)</u>	22
a. UNITAN TM	24
F. CURTICIÓN CON CROMO	25
1. <u>Defectos de la curtición al cromo</u>	26
a. Observación de manchas luego del proceso	26
b. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido	27
c. Distribución no uniforme del cromo en la piel	27
d. Cueros chatos	28
e. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso	28

f.	Estallido de flor	28
2.	<u>Sales curtientes de cromo</u>	29
3.	<u>Práctica de curtición al cromo</u>	30
a.	Curtición a dos baños	30
b.	Curtición a un baño	31
c.	Curticiones de agotamiento alto	32
d.	Curticiones especiales	33
4.	<u>Granofin F 90</u>	33
a.	Principales características y propiedades	33
b.	Aplicaciones y recomendaciones	34
G.	CURTICIÓN MIXTA	34
H.	PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS	35
1.	<u>Escurrido y rebajado</u>	36
2.	<u>Neutralizado y recurtición</u>	36
3.	<u>Tintura y engrase</u>	38
I.	PROCESOS DE ACABADO EN SECO DE LOS CUEROS CAPRINOS	39
1.	<u>Secado y acondicionado</u>	39
2.	<u>Aplicación de la capa del acabado</u>	41
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	42
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	43
1.	<u>Materiales</u>	43
2.	<u>Equipos</u>	43
3.	<u>Productos químicos</u>	44
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	45
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	47
1.	<u>Físicas</u>	47
2.	<u>Sensoriales</u>	47
3.	<u>Económicas</u>	47
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	48
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	48

1.	<u>Remojo</u>	48
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	48
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	49
4.	<u>Piquelado y curtido vegetal</u>	49
5.	<u>Curtido mineral</u>	50
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	50
7.	<u>Tintura y engrase</u>	50
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	51
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	51
1.	<u>Análisis sensorial</u>	51
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	52
a.	Resistencia a la tensión	52
b.	Porcentaje de elongación	53
c.	Lastometría	54
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	55
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90	55
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	55
a.	Efecto de los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), mas Granofín F 90	55
b.	Por efecto de los ensayos	60
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos	52
2.	<u>Porcentaje de elongación, %</u>	64
a.	Efecto de los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), mas Granofín F 90	64
b.	Por efecto de los ensayos	66
c.	Por efecto de la interacción entre los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos	69
2.	<u>Temperatura de encogimiento</u>	72
a.	Efecto de los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), mas Granofín	72

F 90	
b. Por efecto de los ensayos	74
c. Por efecto de la interacción entre los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos	76
B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90	78
1. <u>Llenura</u>	78
a. Efecto de los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), mas Granofín F 90	78
b. Por efecto de los ensayos	83
c. Por efecto de la interacción entre los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos	85
2. <u>Redondez</u>	87
a. Efecto de los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), mas Granofín F 90	87
b. Por efecto de los ensayos	92
c. Por efecto de la interacción entre los niveles de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos	94
3. <u>Finura de Flor</u>	96
a. Por efecto de los niveles	96
b. Por efecto de los ensayos	101
c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Tara (<i>Caesalpinia Spinosa</i>) más Granofín F 90 y los ensayos	103
C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, CURTIDOS CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), EN COMBINACIÓN CON GRANOFÍN F 90.	105
D. EVALUACIÓN ECONÓMICA	107
V. <u>CONCLUSIONES</u>	110
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	111
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	

ANEXOS

RESUMEN

En el laboratorio de curtiembre de pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtición mixta con Granofín F 90, en combinación con 4% de Granofín F 90 (T1), más tres diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), con 3 tratamientos, 5 repeticiones y en dos ensayos consecutivos dando un total de 30 unidades experimentales, modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar, en arreglo bifactorial. Los resultados determinaron que el nivel adecuado fue 7% de *Caesalpinia spinosa* (Tara), ya que el cuero producido es de primera calidad para confeccionar artículos para comercializarlos en mercados exigentes tanto nacionales como internacionales. La aplicación de 7% de Tara, proporciono la mayor resistencia a la tensión, (3140,69 N/cm²), porcentaje de elongación (53,67%), en tanto que con la aplicación de 9% de tara (T3), se consigue mayores temperaturas de encogimientos, sin embargo los datos reportados superan con las normativas del cuero. El análisis sensorial determinó las calificaciones más altas al utilizar 7% de Tara, ya que se obtiene una mejor llenura (4,60 puntos), y finura de flor (4,50 puntos), en tanto que la mejor redondez fue reportada en los cueros del tratamiento T3 (9%), con 4,70 puntos y calificación excelente. En la evaluación económica se determinó una relación beneficio costo de 1,28 para el tratamiento T1 (7%), que representa un margen del 28%, de ganancia por cada dólar invertido. Se recomienda utilizar niveles más bajos de Tara (7%), ya que se consigue elevar la clasificación de pieles y producir únicamente un material de primera calidad.

ABSTRACT

In the laboratory of skins tannery FCP, of ESPOCH, evaluated a tanning mixed with Granofin F 90, in combination with 4% Granofin F 90 (T1), by adding three different levels of *Caesalpinia spinosa* (tara), with 3 treatments, 5 replications and two consecutive tests obtaining 30 experimental units, performed under a randomized design completely in a Bifactorial arrangement. The results determined that the appropriate level was 7% de *Caesalpinia spinosa* (Tara), due to the obtained leather present high quality to make articles to be sold in national and international demanding markets. The application of 7% Tara provided the most tensile strength (3140,69 N/cm²), and elongation percentage (53,67%), while the application 9% of tara (T3), allows having higher temperatures of shrinks, but however the reported data exceeded the standards of leather. The sensory analysis determined the highest grades when using Tara 7%, because it obtains a better consistency (4,60 points), and thickness (4,50 points), while the best roundness was reported in leathers treatment T3 (9%), with 4,70 points and excellent grade. In the economic evaluation determined a relation cost benefit of 1,28 for the treatment T1 (7%), which represents a profit margin of 28%, per each dollar spent. Finally it recommends using lower levels of Tara (7%), there by it helps to raise the classification of skins and produce only a high quality material.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	ANÁLISIS PORCENTUAL DE LOS FRUTOS, SEMILLAS, GOMA, GERMEN Y CÁSCARA DE LA TARA.	25
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	42
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	46
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	47
5.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90.	56
6.	COMPORTAMIENTO PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LOS CUEROS CAPRINOS UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MÁS 4% DE GRANOFÍN F 90.	65
7.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MÁS 4% DE GRANOFIN F 90, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	67
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MAS 4% GRANOFIN F90 Y LOS ENSAYOS.	70
9.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90.	79
10.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE <i>Caesalpinia Spinosa</i> (TARA), MÁS 4% DE GRANOFIN F 90, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	88
11.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA	97

DE GRANOFIN F 90, MÁS TRES DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE GRANOFIN F90 Y LOS ENSAYOS.

12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90. 106
13. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90. 108

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	La Tara.	23
2.	Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de Granofín F 90.	57
3.	Regresión de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de Granofín F 90.	59
4.	Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de Granofín F 90, por efecto de los ensayos.	61
5.	Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de tara en combinación con Granofin F 90 y los ensayos.	63
6.	Comportamiento porcentaje de elongación de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de Granofín F 90.	65
7.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos.	68
8.	Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de tara en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.	71
9.	Comportamiento de la temperatura de encogimiento de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de Granofín F 90.	73
10.	Comportamiento de la temperatura de encogimiento del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos.	75
11.	Comportamiento de la temperatura de encogimiento de los cueros	77

- caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.
12. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 80
 13. Regresión de la llenura de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 82
 14. Comportamiento de la llenura del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos. 84
 15. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90, y los ensayos. 86
 16. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 89
 17. Regresión de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 91
 18. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 93
 19. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90 y los ensayos. 95
 20. Evaluación de la finura de flor de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta de Granofín F90, más tres diferentes niveles de *caesalpinia spinosa* (tara). 98
 21. Regresión de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90. 100

22. Comportamiento de la finura de flor de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90, por efecto de los ensayos. 102
23. Comportamiento de la finura de flor de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con granofín F 90 y los ensayos. 104

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
2. Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
3. Temperatura de encogimiento del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
4. Llenura del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
5. Redondez del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
6. Finura de Flor del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.
7. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 7% de Tara mas 4% de Granofin F 90.
8. Receta de acabado en húmedo de cueros caprinos curtidos con 7% de Tara mas 4% de Granofin F 90.
9. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 8% de Tara mas 4% de Granofin F 90.
10. Receta de de acabado en húmedo de cueros caprinas curtido con 8% de Tara mas 4% de Granofin F 90.
11. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 9% de Tara mas 4% de Granofin F 90.
12. Receta de de acabado en húmedo de cueros caprinas curtido con 9% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

I. INTRODUCCIÓN

La curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción, las pieles que se usan en un calzado o que son procesadas en la curtición son generalmente de vacuno o caprino. La curtición mineral de pieles conlleva un abuso del uso de químicos contaminantes que acaban vertiéndose en ríos, contaminando los ecosistemas y destruyendo la fauna y la flora de los pueblos colindantes. Actualmente, debido a la creciente sensibilidad ambiental y en gran medida obligados por la cada vez mayor presión legislativa y social, es ya raro no encontrar en una industria curtidora tecnologías que limiten el uso excesivo de cromo; una alternativa es la producción del cuero con un sistema de curtición mixta que consiste en la utilización de dos o más clases de productos curtientes. Uno de los productos es la tara, la cual brinda al producto terminado alta resistencia a la luz, característica muy necesaria en la elaboración de calzado de muy buena calidad sensorial y resistencias físicas.

En una curtición vegetal se utiliza taninos que engloba un grupo muy heterogéneo de compuestos fenólicos con diverso grado de polimerización, la planta de la cual se extraerá el curtiente será la tara, que es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina. Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Además se lo reforzará con el uso de Granofín F 90, que es un sulfato básico de cromo autobasificable, de alto poder de agotamiento, por lo cual en la presente investigación se va a usar los dos productos combinados para lograr una curtición mixta amigable con el ambiente, ya que se reduce considerablemente el uso de cromo, que al entrar en contacto con el oxígeno contamina el ambiente, y es el responsable de que en muchas empresas curtidoras no solo de nuestro país si no del todo del mundo, se legisle estrictamente los procesos y se exija cada vez más la aplicación de tecnologías y productos más amigables con el medio ambiente.

Los taninos actualmente son muy aplicados como curtientes especialmente los provenientes del guarango, que es una planta silvestre aprovechada para cercar

los terrenos. El creciente reconocimiento de las variadas propiedades de la tara ha propiciado un paulatino pero inminente interés en la especie como una alternativa para los productores agroforestales, es por esto que se han creado ya organizaciones que se encargan de la producción y comercialización de la tara. En la presente investigación se busca una tecnología que logre reemplazar al cromo como agente curtiente por lo cual se utiliza una combinación de Unitam TM, que es un agente curtiente comercial extraído de la tara la ventaja de este es que al ser un producto orgánico si es desechado en las efluentes de las curtiembres no genera mayor impacto ambiental , haciendo que la industria del cuero baje sus tasas de contaminación, este extracto de tara va hacer combinado con Granofín F 90 que es una sal de cromo de basicidad baja, esta combinación logrará tener un alto poder de curtición sobre el cuero logrando que este cumpla los requerimientos del mercado y como mayor ventaja su tratamiento para la eliminación será muy fácil por lo cual se ahorrara mucho más dinero en tratamiento de aguas y se obtendrá un cuero que equipare las propiedades del curtido con cromo. Con la aplicación de productos menos contaminantes como es el Granofín F 90, se han conseguido tecnologías limpias, por lo explicado anteriormente los objetivos para esta investigación fueron:

- Evaluar el efecto de una curtición mixta en pieles caprinas para determinar el nivel más adecuado de *Caesalpinia spinosa* (Tara), en combinación con Granofín F 90 y, su efecto sobre el artículo confeccionado.
- Determinar las resistencias físicas de tensión, porcentaje de elongación y temperatura de encogimiento; para de esa manera evaluar el comportamiento frente a las tensiones multidireccionales ejercidas sobre la superficie del cuero.
- Apreciar la sensación producida por el cuero caprino, en lo que respecta a la llenura, redondez y finura de flor, que será evaluada en una escala de puntuación.
- Determinar los costos de producción por tratamiento.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Abraham, A. (2001), reporta que los caprinos comprenden a las cabras, carneros y especies afines. Principalmente se detectan sus cuernos retorcidos en espiral, mayores en el macho que en la hembra. Las cabras y especies afines se distinguen de los carneros por la presencia de una barba o perilla. No obstante esta distinción no corresponde totalmente a la clasificación industrial de ovinos y caprinos, puesto que esta solo; y exclusivamente, se refiere a que tengan o no lana recubriendo la piel. Los caprinos son las que surten a la industria de pieles muy finas y por esta condición, una vez curtidas, se destinan a la confección de calzado de alto precio, guantes, encuadernaciones de la mejor calidad, etc. De los animales más jóvenes se obtienen los cueros más finos y de mayor valor. La piel de cabra tiene una estructura fibrosa muy compacta no producen lana, sino pelo, es decir, que se trata de fibras meduladas en toda su extensión. Los caprinos se consumen grandes cantidades y se consideran de gran valor en el mercado. Por proporción inversa cuanto más larga es la lana o el pelo del animal, menos valor tiene la piel. El trabajo de preparación de este tipo de pieles se hace difícil por ser portadoras de gran cantidad de grasas

Hidalgo, L. (2004), señala que las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post mórten, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85% del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí. La piel caprina está

formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno, algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies. Hay razas de cabras especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), RedSokoto o Maradi (Nigeria) y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante.

Soler, J. (2004), reporta que la piel de cabra posee un gran valor en el mercado debido a su apariencia estética y su resistencia lo que permite obtener productos de alta calidad como guantes, tafiletes y napas. Su mayor inconveniente es el reducido tamaño de las piezas y por lo tanto limita su uso para ciertos productos y mayor coste de mano de obra. En Ecuador, la piel se considera un producto secundario en la explotación caprina, aunque tenga un alto significado económico en cuanto a la valoración global del animal, por varias razones:

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

Abraham, A. (2001), manifiesta que las zonas de la piel son:

- Central o noble: es la de mayor valor y comprende un rectángulo que engloba: dorso, lomo, grupa, y la parte alta de los costillares y espalda.
- Cuello: es la parte más débil y arrugada.
- Flancos: es la zona del bajo vientre y las extremidades hasta el carpo y tarso, es la parte más irregular y delgada.
- En el matadero se la incluye dentro del denominado 5º cuarto, a la piel, cabeza, patas, despojos rojos y blancos, depósitos de grasa del aparato digestivo, ciertas glándulas y la sangre. De este grupo el valor económico de la piel, representa el 75 % del grupo.

1. Defectos en las pieles caprinas

Buxade, C. (2004), indica que existe la costumbre de marcar el ganado para identificarlo, esta técnica puede producir deterioros en la piel por quemaduras con hierros candentes. También suelen producirse marcas por simples rasguños con alambres de espino en el campo o en el establo. A veces es necesario efectuar operaciones, entonces se queda la marca quirúrgica. Los defectos más comunes que se pueden presentar en las pieles de origen natural pueden ser:

- Marcas de fuego, imposibles de minimizar, así como también la presencia de cicatrices varias.
- Rayas abiertas o cicatrizados que dentro del proceso estas son más fáciles de disimular.
- Parásitos que dejan marcas como ser: garrapatas (su consecuencia es muy difícil de disimular, queda toda la flor con agujeros. Es un parásito que toma absolutamente todo el cuerpo) o sarna.

- Manchas de sal que pueden aparecer en ambos lados de la piel. En la flor por el empleo de una sal con exceso de bacterias que producen un ataque superficial en zonas húmedas. Del lado carne también atacan las bacterias y las más comunes son manchas rojas y violetas.
- Formación de solapas. Cuando el cuero ha sido mal salado se separa la capa reticular de la papilar. Se puede saber esto si se tira de los pelos, estos se desprenderán con mucha facilidad.
- Venas naturales del cuero que aparecen en general en las partes blandas y se ven sólo luego de la depilación. Se deberían a un mal lavado que deja sangre y luego al descomponerse deja las venas vacías formando como tubitos.
- Manchas en la flor, luego de piquelado. Son de origen bacteriano. Luego del piquelado es común guardar los cueros y en muchas ocasiones aparece un moho que si queda mucho tiempo produce manchas. Para evitarlo se deben agregar fungicidas.

Hidalgo, L. (2004), afirma que las manchas artificiales que pueden presentarse en el cuero caprino se deben a:

- Al desollarlo, al ir separando la piel del resto del cuerpo, si no se hace bien se producen cortes más o menos profundos que pueden llegar a atravesar toda la piel y esto disminuye mucho el valor del cuero.
- Al curtirlo pueden ocurrir muchos defectos. Por ejemplo, se puede quemar un cuero por alta temperatura, ácidos, etc.

2. Buenas prácticas ganaderas para una piel de mejor calidad

Según <http://www.cueroamerica.com>.(2014), unas buenas prácticas en una ganadería caprina son recomendables para que las pieles no estén infectadas por parásitos o dañadas por alambres de púas, por ejemplo. Estos daños luego deben

ser enmascarados en el curtido a través de procesos adicionales, que además de requerir mayores insumos, pueden traer aparejado más problemas en el desecho de los residuos. La cantidad de excrementos adheridos en las pieles de los animales es resultado directo de prácticas inadecuadas, que adicionalmente requieren mayor utilización de recursos naturales y genera volúmenes de efluentes y desechos sólidos que pasan a resultar responsabilidad de las curtiembres. Los daños en las pieles resultantes de prácticas inadecuadas de desuello en los mataderos también pueden generar problemas adicionales de desechos para las curtiembres. Todos los factores listados deben ser considerados para la aplicación de tecnologías limpias, el objetivo es reducir la carga contaminante manteniendo o aumentando la calidad del cuero, que mejoran la eficiencia con la que se utilizan las materias primas y la energía en los procesos industriales.

B. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS

Libreros, J. (2003), reporta que las pieles se entiende que proceden del ovino y caprino, y el cuero del vacuno. Su valoración hoy en día está ligada al destino que se le va a dar en la industria, y que muy condicionado a la moda. Según este criterio se distinguen tres grupos: ante y napa que se obtienen por medio del rascado y descarnado de la piel; y doble faz en la cual la piel va provista de lana o pelo sometido a máquinas que peinan, planchan y enrasan la lana o el pelo. A la llegada de las pieles a los almacenes se clasifican según los siguientes criterios:

- Raza o grupo de razas; con tres apartados: Merinas y afines: se utilizan para doble faz o Entrefinas: se utilizan para Napa o Bastas: se utilizan para Napa.
- Tamaño con clasificaciones de: Cortas: proceden de canales hasta 8 Kg, o Mayores: las de pesos superiores.
- Color: negras o blancas o manchadas.
- Defectuosas: rotas, marcadas con pinturas tóxicas, pinchazos, etc.

- Tipo de animal del que procede: raza, edad, sexo, peso, etc. Manejo del animal en la explotación.
- Forma de obtención de la piel en el matadero, conservación, forma de realizar la curtición, etc.

Soler, J. (2005), reporta que a la salida del almacén el cuero se clasifican en:

- Primera categoría: no tienen defectos (50 - 70 % del total).
- Segunda categoría: con pequeños defectos (15 - 25 % del total).
- Tercera categoría: defectos más profundos (10-15 % del total).
- Rotas y sin valor (5 -10 % del total).

C. CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS

Según <http://www.ance.com>.(2014), en el procesamiento de pieles animales, existen variaciones según sea el tipo de piel, la tecnología disponible y las características finales a conseguir en el cuero. Estas características determinan el tipo de emisiones, consumos y las consecuencias ambientales del proceso. El proceso de curtido se puede dividir en tres etapas principales: ribera, curtido y terminación. Las etapas de ribera y curtido se realizan en grandes recipientes cilíndricos de madera llamados fulones. A estos recipientes se ingresan los cueros, el agua y los reactivos químicos necesarios, mientras que las etapas de terminación ocupan equipos de acondicionamiento físico en seco. Los aspectos ambientales principales del proceso se centran en las primeras etapas.

1. Etapas de ribera

Para Adzet, J. (2005), los trabajos de ribera se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre, la etapa de ribera comprende:

2. Almacenamiento y recorte de las pieles

Jones, C. (2002), establece que una vez separada la piel de la carne del animal, se procede a recortar la piel de las patas, cola, cabeza y genitales, luego de finalizado el desuello de las pieles, el tiempo transcurrido hasta llegar a la curtiembre y comenzar la conservación es clave para definir la calidad final del cuero. Además del tiempo transcurrido, la limpieza de la piel, la temperatura, contaminación de la sal, y otros factores, influirán en la definición de condiciones para lograr una mejor o peor conservación. Podemos mejorar los resultados, si enfriamos las pieles enseguida del desuello, agregando por ejemplo escamas de hielo entre piel y piel, en el frigorífico. La piel se somete a un procedimiento de conservación para evitar su degradación biológica. Los procedimientos más usados en nuestro país son el secado al aire y el salado con sal común. También se incluye el uso de productos químicos para evitar el ataque de insectos a la piel. El proceso de conservación utilizando sal común en sus diversas formas cuyo componente principal es el cloruro sódico se conoce desde muy antiguo para la conservación de alimentos. La solución de salmuera que contiene la piel salada inhibe la acción autolítica de las enzimas, de la piel, probablemente por efecto salino, y, además, evita el desarrollo de las bacterias de la putrefacción; las pieles bien saladas, almacenadas en ambientes fríos se pueden guardar durante dos a tres años, aunque no es conveniente llegar a un período de conservación tan prolongado.

3. Remojo y lavado

Frankel, A. (2009), cuestiona que las pieles se limpian con agua y detergentes de toda materia extraña como tierra, sangre, estiércol, etc, en el caso de las pieles saladas se debe, eliminar la mayor parte de la sal proveniente de la conservación. Esta etapa también contribuye a devolverle a la piel la humedad perdida. Los remojos de las pieles en bruto 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. Los remojos de las pieles en bruto 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. El agua para remojo debe estar lo más exenta posible de materia orgánica y bacterias proteolíticas; por ello en esta operación se requieren aguas de pozo o fuente y no las de superficie.

Sttofél A. (2003), indica que para que el remojo se realiza una humectación previa en tina utilizando agua a cubrir a 20°C a la cual se a incorporado antisépticos, tensoactivos y productos alcalinos. La duración del tratamiento en tina suele oscilar entre 1-3 días según el estado de conservación y grosor de las pieles secas. Las pieles húmedas se introducen en el bombo y se rueda en seco durante varias horas ayudándose de algunos productos tales como: los tensoactivos, enzimas o productos alcalinos. Se cubre con un baño del 1000 % sobre peso seco a 20°C, al cual se le añaden antisépticos. La duración de este remojo acostumbra a ser de 24 - 36 horas dependiendo del estado de conservación y grosor de las pieles.

4. Pelambre

Artigas, M. (2007), explica que la piel debidamente hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo, pasa a las operaciones de apelambrado, cuya doble misión radica en eliminar del corium la epidermis con el pelo o la lana y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de prepararla adecuadamente para los procesos de curtición. El depilado de las pieles puede efectuarse de muy diversas maneras que involucran principios operativos ampliamente diferentes. Sin embargo, todos los medios están relacionados con la química del pelo y de los productos queratínicos blandos en particular. El pelo crece en el folículo y en este punto hay una transición entre los bloques formadores de proteína líquida que alimentan las células del pelo en el folículo y la formación de la estructura fibrosa que constituye el tallo del pelo. Los métodos empleados para lograr el aflojamiento del pelo son de tipo químico o

enzimático, y en la mayoría de ellos se aprovecha la mencionada escasa resistencia de las proteínas de la capa basal de la epidermis frente a las enzimas y a los álcalis o sulfuros. Por degradación hidrolítica de estas proteínas protoplasmáticas, así como de las células del folículo piloso ligeramente cornificadas, se destruye la unión natural entre el corium y la epidermis, al mismo tiempo que se ablanda la raíz del pelo; con ello se produce el aflojamiento de la inserción del pelo en la piel y puede separarse fácilmente en el depilado mecánico. Simultáneamente con el aflojamiento capilar tiene lugar en el apelmbrado otros procesos cuyo grado de intensidad determina, en parte, el carácter del cuero a obtener. Estos procesos son la hidrólisis del colágeno, los fenómenos de hinchamiento, la parcial saponificación de la grasa natural de la piel y los efectos de aflojamiento de las estructuras fibrosas de la piel con desdoblamiento de las fibras en fibrillas. En los procedimientos químicos se emplean principalmente productos que en solución acuosa suministran iones OH^- o SH^- . En otras variantes de depilado químico se emplean amoníaco, aminos, sustancias reductoras, productos hidrotropicos, ácidos, etc., pero son de poca significación para la práctica de fabricación de curtidos. En los procedimientos enzimáticos se hace una distinción entre los métodos llamados de resultado, en los que las pieles se dejan en cámaras a temperatura y humedad controladas bajo la acción de los microorganismos y los métodos de depilado enzimático propiamente dicho, en los que se trabajan con preparados enzimáticos debidamente dosificados.

5. Calero

Ángulo, A. (2007), analiza que para el calero se realiza una humectación previa en tina utilizando agua a cubrir a 20°C a la cual se ha incorporado antisépticos, tensoactivos y productos alcalinos. La duración del tratamiento en tina suele oscilar entre 1-3 días según el estado de conservación y grosor de las pieles secas. Las pieles húmedas se introducen en el bombo y se rueda en seco durante varias horas ayudándose de algunos productos tales como: los tensoactivos, enzimas o productos alcalinos. Se cubre con un baño del 1000% sobre peso seco a 20°C , al cual se le añaden antisépticos. La duración de este remojo acostumbra

a ser de 24 - 36 horas dependiendo del estado de conservación y grosor de las pieles. 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.

En [\(http://www.monografias.com\)](http://www.monografias.com).(2014), considerando el calero cuando más intenso sea este, más puede afectar el carácter blando, debido a un exceso de cal. Un calero muy fuerte provoca hidrólisis de la piel. También puede crearse una cierta esponjosidad por deficiencia de calero y que la piel quede con poca reactividad y no la penetren los productos curtientes posteriores, quedando la piel vacía. La cantidad de cal y los cambios bruscos de temperatura pueden influir en la soltura de flor (ver cueros para capellada). Si la temperatura es menor (baños fríos), da una piel turgente, contrariamente a mayor temperatura tendremos pieles más flexibles. Aquí la temperatura y el tiempo influyen. A mayor temperatura la piel tiende a ser más flexible y más blanda, menos turgente (turgente= por haber absorbido agua, tiene tensos sus tejidos o membranas y paredes celulares), por lo que los productos podrán penetrar más fácilmente con un adecuado tiempo de rotación o acción mecánica.

6. Descarnado

Hidalgo, L. (2004), indica que el principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de fabricación, con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor de lo más regular posible para la adecuada realización de las

operaciones que le siguen. El estado de la piel más adecuado para la realización del descarnado es con la piel en tripa, debido al grosor y consistencia que posee la piel en tripa. La operación de descarnar la piel también puede efectuarse en la fase de remojo cuando se trata de pieles muy grasientas; al inicio de la operación con pieles saladas y bacía la mitad o el final si las pieles se van conservado por secado. La operación de descarnado realizada en la fase de remojo se llama graminado. La piel para poderla descarnar tiene que tener una consistencia análoga a la de una piel en tripa, para evitar tensiones excesivas sobre la estructura fibrosa. El descarnado de la piel puede realizarse, manualmente mediante la cuchilla de descarnar, pero es una operación lenta, pesada y que necesita una mano de obra especializada. Este es el mejor sistema de obtener una piel bien descarnada, pero en la práctica se realiza con el empleo de la máquina adecuada.

D. PROCESOS DE CURTIDO DE PIELES CAPRINAS

1. Desencalado

La Casa Comercial Bayer. (2005), menciona que el desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto permite el hinchamiento alcalino de la piel apelmabrada, el objeto del desencalado es:

- 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.

Ángulo, A. (2007), reporta que el procedimiento a seguir para realizar el desencalado consiste en una vez lavadas bien las pieles se tira el baño y se prepara uno nuevo de alrededor de 200% de agua. Se añade el desencalante en

tomas o no, depende de la acidez de este y del lavado de las pieles. La cantidad de descalcante está en función del pelambre efectuado, de los lavados y del descalcante emplear, pero suele oscilar entre el 0,5 y 1,5%. El tiempo de rodaje depende del grado de descalcado que nos interese, de la velocidad angular del bombo, de la cantidad de baño, etc. Pero suele oscilar entre 35 y 120 minutos suponiendo una temperatura alrededor de 35 grados centígrados; caso de hacerse en frío y sin efecto mecánico el tiempo podría aumentarse hasta 24 horas.

2. Rendido

En [\(http://www.cueronet.com/flujograma/curtido\)](http://www.cueronet.com/flujograma/curtido), se indica que 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 descalcado, se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repeloy 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. El objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera pectización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel de, grasas, proteínas no fibrosas, etc. La acción de los enzimas proteolíticos sobre el colágeno consiste en una degradación interna o hidrólisis topo química de las fibras colagénicas sin producirse productos de solubilización. Esta degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histéresis del hinchamiento, el efecto o intensidad del purgado depende de:

- Tipo de cuero que deseamos como producto final.
- Condiciones de conservación de la piel en bruto.
- Grado de aflojamiento de la piel en el proceso de pelambre.
- Grado de acción del descalcado.
- Grado de acción de los productos utilizados para realizar el rendido o purga:

3.Piquel

Cotance, A. (2004), responde que puede considerarse como un elemento del desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral. En las operaciones de desencalado y rendido no se elimina toda la cal que la piel absorbe en el pelambre y calero. La operación del piquelado es muy importante, en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirán una elevada basicidad reaccionando rápidamente las fibras de colágeno. En el piquelado se produce, también el ataque químico de las membranas de las células grasas, especialmente en piel muy grasienta, tipo lanar. Para este tipo de pieles es recomendable, hacer un piquel muy ácido y posteriormente desengrasar. La piel piquelada presenta un hinchamiento menor que el de la piel en tripa procedente del rendido y del desencalado. Como resultado de esta deshidratación, la piel adquiere estado húmedo el tacto de una piel curtida, y después de secar no nos da un material traslucido y corneo como ocurre con la piel en tripa sin piquelar, sino un producto blanco, opaco y suave y muy parecido al que, se obtiene por curtición al alumbre, los factores que influyen en esta operación son:

- Grado de desencalado: Si en el desencalado no se hubiera eliminado totalmente el hinchamiento alcalino, al añadir la sal no podrá penetrar hacia el interior de la piel. Lógicamente en este caso existirían graves problemas de penetración de piquel. Si las pieles no hubieran sido desencaladas suficientemente, sería conveniente acabarlas de desencalar antes de piquelar, y al efectuar el piquel el ácido se debería añadir de forma progresiva.
- Grosor de la piel: Cuanto mayor sea el grosor de la piel la penetración de los ácidos será más difícil y por lo tanto el tiempo de piquelado será más prolongado para alcanzar un equilibrio entre la piel y el baño.
- Tipo de sal y cantidad: Respecto a la cantidad de sal no se puede generalizar, ya que no todas dan la misma graduación existiendo diferencias entre los

formiatos y polifosfatos. Si la graduación es demasiado baja, antes de añadir el ácido obtendremos un hinchamiento totalmente perjudicial.

- La cantidad de sal que se puede usar en el piquel es del orden del 10 % de la cantidad del baño que se emplee. Aunque si se empleen polifosfatos, como el peligro de hinchamiento es escaso puede trabajarse con una graduación más baja y por tanto la cantidad de polifosfatos puede ser más baja.
- Tipo de ácido y cantidad: Si se utilizan piqueles mixtos de formiato sódico y ácido sulfúrico. Pueden existir dos casos diferenciados: que la cantidad estequiometría de ácido sulfúrico sea inferior al formiato sódico y se obtenga sulfato sódico, ácido fórmico y formiato sódico. La cantidad de ácido que se suele utilizar en un piquel, depende de muchos factores: tipo de piel, grado de desencalado y tipo de curtición, pero es habitual trabajar con concentraciones del orden del 1 a 1,5 % respecto al peso tripa.
- Temperatura: Por tratarse de una reacción de neutralización, es exotérmica produciéndose un desprendimiento de calor que provoca un incremento de temperatura.
- Tiempo: La duración está en función de la temperatura, efecto mecánico y cantidad de ácido, aunque para llegar al equilibrio suele durar entre 4 - 6 horas. Si el piquel es de conservación, se tendrá que ajustar a un pH de 2 - 2,5 siendo la cantidad de ácido combinado mucho más que un piquel normal y por tanto la repartición del agente curtiente sea más homogénea.
- Efecto mecánico: Ayuda a que el ácido penetre hacia el interior de la piel y por tanto acorte el tiempo necesario para alcanzarse el equilibrio entre la acidez de la piel del baño. Es recomendable graduar el efecto mecánico, con el fin de acortar la duración del piquel, pero evitando el calentamiento del baño.

E. CURTICIÓN VEGETAL

Según <http://www.cueronet.pielesovinas.com>.(2014), los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en las citadas partes de las plantas. Los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer, por la facilidad de hidrolizarse los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente, dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles. Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos. En el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables. Como más utilizados tenemos entre los hidrolizables los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De entre éstos, los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70%.

Frankel, A. (2009), cuestiona que además de la diferencia debida a la planta de procedencia, tenemos la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño por neutralización parcial, la solubilización y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micelar etc. Los extractos acuosos citados contienen varios tipos de productos entre los que cabe citar como fundamentales los siguientes:

- **Taninos:** son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros -o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.
- **No taninos:** son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos. Insolubles, como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan.

En <http://www.fcmjtrigo.sld.com>.(2014), se indica que las características de una curtición con extractos vegetales entre los cuales se puede citar el guarango con:

- **Tacto:** El tacto de las pieles curtidas al vegetal es siempre duro, no es elástico. puede ser blando a base de poco extracto, mucho engrase y una precurtición con aldehído glutámico.

- Soltura de flor o doble piel: En general las pieles curtidas al vegetal tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro que los extractos vegetales llenan mucho a las pieles. Únicamente si se ha producido una curtición muerta, puede darse el caso de que aparezca soltura de flor aunque no siempre y cuando la cantidad de extracto utilizada no es suficiente porque si la cantidad fuera suficiente para la soltura de flor o doble piel el desgarramiento sería muy deficiente (caso de algunas pieles lanares depiladas por el sistema de la estufa).
- Resistencias físicas: La tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarramiento, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre las fibras están algo pegadas entre si y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores. Los alargamientos son en general menor que en pieles al cromo. No obstante si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían una pieles curtidas al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños.
- Finura de flor: Debido al relleno que da la curtición vegetal la flor no tiene tendencia a ser fina, pero como no es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan fina como en las pieles al cromo.
- Finura de felpa: Los extractos vegetales al dar compacidad favorecen el esmerilado y por lo tanto pieles curtidas al vegetal se esmerilan bien dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck curtido al vegetal.
- Plenitud: Si unas pieles aparecen vacías y están curtidas al vegetal, la causa no es la falta de relleno que pueden dar los extractos vegetales, sino que hay que buscar la causa en otro motivo. Precisamente aprovechando la plenitud que da la curtición vegetal, se realizan procesos en los que inicialmente se curten las pieles al vegetal y después de una mini descortición, subiendo el pH con bórax, lavando, y bajando de nuevo el pH y añadiendo un reductor, que

vuelva atrás la oxidación producida por el aire al subir el pH, se curten las pieles al cromo obteniéndose los llamados semi cromos, con la intención de dar a la piel la plenitud del vegetal y las características del cromo.

- **Grosor:** La curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por tener entre rodeando las fibras, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se dé. Todo ello hace que en general sea cierto lo indicado de un mayor grosor curtiendo al vegetal que al cromo pero sin exagerar la diferencia.
- **Pietaje:** En relación a la superficie de la piel la curtición con extractos vegetales, al llenar más entre fibras, tiene tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición) y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles, las dimensiones que se les intenta dar mecánicamente, con las máquinas de repasar, estirar, clavar o similares.
- **Tintura y penetración:** Ya que el vegetal es aniónico, la penetración de los colorantes aniónicos químicamente no es difícil, pero la compacidad de la curtición puede ser un obstáculo físico, que deberá obviarse con los métodos típicos de hacer penetrar las tinturas (baño corto, temperatura baja etc.). En ocasiones cuando la cantidad de colorante debe ser pequeña es útil añadirlo durante la curtición y aprovechar así las condiciones de baño corto y tiempo largo, que acostumbran a estar presentes en la curtición. Con los colorantes catiónicos evidentemente la cuestión es al revés, la penetración es casi imposible una vez las pieles ya están curtidas. Únicamente empleando cantidades pequeñas (0,2 – 0,4 %) durante la curtición se consigue, a veces, una penetración completa con colorantes catiónicos. Como contrapartida obtendremos tinturas intensas y vivaces con los colorantes catiónicos, cosa

que casi es imposible con los colorantes aniónicos, aunque hayan sido escogidos por su reactividad apreciable para el cuero vegetal.

- Tintura e igualación: Por su carácter aniónico la curtición vegetal, la distribución uniforme del colorante aniónico está químicamente asegurado si la del extracto vegetal también lo ha sido. No obstante la cobertura y con ello un aspecto algo mejor desde el punto de vista de la igualación, será más o menos presente en función del tipo de colorante aniónico empleado. Sí el colorante tiene más reactividad (Por ejemplo de complejo metálico, reactivo, etc.) la cobertura será mayor y la sensación óptica de igualación mejor. Con los colorantes catiónicos la igualación dependerá de lo que haya sido la distribución correcta del extracto y de la forma de aplicar el colorante. En general estas tinturas tienen tendencia a destacar los defectos de la piel con lo cual debe procurarse una adición lenta del colorante bien disuelto, en un baño largo y frío a fin de disminuir la reactividad y evitar fijaciones demasiado rápidas del colorante catiónico. Las tinturas tendrán mucha cobertura y ello puede ayudar en ciertos casos a dar una buena sensación óptica de igualación.
- Tintura e intensidad: La tintura con colorantes aniónicos tendrá tendencia a no ser intensa, ya que la reactividad reducida evitará que reaccione mucho colorante con la piel, con lo cual la intensidad del cuero teñido no puede ser muy alta. La tintura con colorantes catiónicos de pieles curtidas al vegetal, dará pieles intensamente teñidas y poco penetradas ya que al tratarse de colorantes catiónicos reaccionan fuertemente con la piel aniónico.
- Tintura y solidez: En general las solidez de las tinturas sobre vegetal no acostumbran a ser muy buenas, debido a que los taninos están poco fijos en el colágeno y los colorantes aniónicos poco fijos en los taninos al tener la misma carga. Esta débil fijación provoca unas solidez a los frotos seco y sobre todo húmedo reducidas. La solidez a la luz es débil, aunque depende del colorante que se haya empleado y además hay que tener en cuenta que la mayoría de extractos no son sólidos a la luz, con lo que tan solo por este motivo se hace difícil tener artículos curtidos al vegetal muy sólidos a la luz. Como siempre la elección de colorantes con mayor reactividad y solidez y la fijación con

productos catiónicos al final de la tintura pueden procurar solideces aceptables.

- Abrasión y similares: La curtición vegetal da a la piel una compacidad que permite un buen y fácil esmerilado. Una piel curtida al vegetal resiste mejor el desgaste que una piel al cromo ya que la compacidad y dureza que le da la curtición vegetal la da esta característica. Un ejemplo lo tenemos en la suela.
- Otros fenómenos que tienen que ver con las características especiales de la curtición vegetal, principalmente con la compacidad, son la facilidad de abrillantado, pulido, retención del grabado, efecto pull-up destacado.
- Eflorescencias: Las eflorescencias salinas son un riesgo en la curtición vegetal, ya que la cantidad de productos incorporados es siempre alta, principalmente si no se han fijado suficientemente en el caso de la suela, o lavado bien el caso de marroquinería. Las eflorescencias grasas en cambio tienen muy poca tendencia a presentarse, debido al elevado poder absorbente del tanino, situado en y entre las fibras del cuero al vegetal.

1. **Tara (*Caesalpinia spinosa*)**

Font, J. (2005), expone que la tara, también conocida como "guarango", es una planta nativa de los Andes, utilizada desde la época pre-hispánica en la medicina folklórica o popular y en los años recientes, como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios; de nombre científico *Caesalpinia spinosa*, Ésta especie constituye un árbol multipropósitos, utilizados desde la época pre incaica no solo por su madera para fines de leña y elaboración de instrumentos de labranza o de pesca (remos), sino también para la nutrición (vaina denominada "huaranga") y para la construcción de sus viviendas. A nivel geográfico, la planta de guarango se da en tres países andinos: Perú, Bolivia y Ecuador, por considerarse importantes zonas con población natural de árboles de guarango y con mucho potencial para la siembra y explotación de la especie. Al ser el guarango originario de Perú y encontrarse también poblaciones de árboles en Ecuador y Bolivia en los valles interandinos y en la vertiente occidental del

Pacífico, es una alternativa de desarrollo para los productores ya que tiene dos ventajas: por un lado, genera ingresos económicos por la comercialización de sus frutos a partir del cuarto año de ser plantado y, por otro, al ser una especie forestal ofrece muchas ventajas a nivel ecológico y de conservación de suelos. En Ecuador se comercializan 84 TM por año, de las cuales el 75% es comprado por Cobad Export con fines de transformación a polvo de guarango y exportado a España, además de la venta de 1 tonelada mensual a curtiembres industriales de Ambato y Salcedo; el 25% es demandado por curtiembres artesanales y talabarterías de Imbabura y Cotacachi, es usado para curtir cuero y luego producir artesanías y monturas.

En <http://www.QuimiNet.com>.(2009), menciona que el Guarango proporciona múltiples beneficios directos e indirectos, ya que es una especie excelente para el control de las dunas contrarrestando así al fenómeno de desertificación, permite la fertilización de suelos ya que es un buen fijador del nitrógeno atmosférico y la adición de materia orgánica al suelo por las hojas y vainas que caen, así también por la reducción de la erosión y degradación. Se estima que para el año 2015 existirá una demanda mundial insatisfecha de harina de vaina de guarango, equivalente a 115,830 t, cultivadas en 35,100 ha. Perú, que es el principal exportador de polvo de guarango a nivel mundial, cubre tan solo el 26% de esta demanda, reflejándose una oportunidad para abastecer este mercado insatisfecho. Esto demuestra el gran potencial que existe para cultivar en nuestro país esta especie. En la ilustración del gráfico 1, se aprecia la planta de tara



Gráfico 1. La Tara.

Graves R. (2007), evalúa que la tara es un derivado natural con poder curtiente. Este derivado se produce gracias a un proceso de molienda a partir del fruto de la tara del Perú sólo se usa la vaina de tara, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, que contiene tanino del grupo pirogálico y una pequeña cantidad de derivados catequínicos. Los usos de la tara son:

- El polvo fino de tara es usado en la industria textil y de curtiembre, mientras que el polvo grueso es usada como materia prima en la industria química para la obtención del ácido tánico y ácido gálico, ambos de múltiples aplicaciones y a su vez son compuestos básicos para la producción de una serie de derivados químicos usados especialmente en farmacología, química y cosmetología.
- Como sustancia curtiente se usa en la recurtición de cualquier tipo de piel curtida al cromo, sea plena flor o flor corregida, especialmente si se destina al acabado en blanco o en tono pastel.
- En la curtición vegetal de pieles ovinas y caprinas pickladas y, en la curtición vegetal de pieles de reptiles.

a. UNITAN TM

Según <http://www.unitan.net>.(2014), el polvo de Tara Molida Ultrafina Unitan TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina *Caesalpinia Spinosa* de tara. Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. Es usado también en la fabricación de teñidos con sales férricas y como mordiente de tinturas e impresión de telas. La tara produce un cuero claro, flexible y de buena aptitud para el teñido. Apropiado para cueros vegetalizados que requieran buena solidez a la luz. En conjunto con aceites adecuados se obtienen cueros con buenos valores de foggin. El Unitan TM es un producto sensible a las sales de hierro, como todos los extractos vegetales. Por lo tanto, en

todas las operaciones de curtición y recurtición se deberá evitar el contacto con material ferroso. Para mejorar la performance del producto se recomienda adicionar pequeñas cantidades de Uniclar a los baños para evitar manchas, como así también en el baño final de lavado retirando los cueros y apilando con el agua de lavado, como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. ANÁLISIS PORCENTUAL DE LOS FRUTOS, SEMILLAS, GOMA, GERMEN Y CÁSCARA DE LA TARA.

Componente	Frutos	Semillas	Goma	Germen	Cáscara
	%	%	%	%	%
Humedad	11,70	12,01	13,76	11,91	10,44
Proteínas	7,17	19,62	2,50	40,22	1,98
Cenizas	3,50	3,00	0,52	8,25	3,05
Fibra bruta	5,30	4,00	0,86	1,05	1,05
Ext. Etéreo	1,40	5,20	0,48	12,91	0,97
Carbohidratos	67,58	56,17	81,31	25,66	83,56
Taninos		62,00			

Fuente: [http://www.perubiodiverso.pe.c.\(2014\)](http://www.perubiodiverso.pe.c.(2014)).

F. CURTICIÓN CON CROMO

Según [http://www.coselsa.com.\(2014\)](http://www.coselsa.com.(2014)), 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 nacional 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 (azucres quemados). En este caso se generan manchas pardo oscuras extendidas sobre las 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>.(2014), 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

Tzicas, E. (2004), 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, o acetato de sodio, se logra mejorar la uniformidad en la distribución del cromo.

d. Cueros chatos

Según [http://www.procesosiii.blogcindario.com.\(2014\)](http://www.procesosiii.blogcindario.com.(2014)), 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://www.wikipediacuero.org.\(2014\)](http://www.wikipediacuero.org.(2014)), el apareamiento 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 (rev./minuto) del fulón Químicamente este efecto, independientemente del control de aquellos motivos , se puede compensar, utilizando en parte curtientes tipo dialdeído glutárico, o 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.
- Sobrecurtición 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 como:

a. Curtición a dos baños

Según <http://www.tauroquimica.com>.(2014), 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.

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

como 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>.(2014), 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 escurrirlas. 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>.(2014), 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 reduce 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>.(2014), 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>. (2014), 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.

4. GranofinF 90

Para <http://www.coselsa.com>.(2014), 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>. (2014), 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.

Para <http://www.clariant.com>.(2014), 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

Según <http://www.clariant.com>.(2014), 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.

G. CURTICIÓN MIXTA

Lacerca, M. (2003), infiere que durante la curtición al cromo pueden añadirse productos que den a la piel características de base distintas a las de la curtición al cromo. Los productos escogidos, en general, deben ser compatibles con las sales de cromo y no producir precipitaciones, o en todo caso que éstas sean lentas y débiles. La primera serie de productos que se pueden citar, son las sales metálicas de aluminio, circonio, y titanio, que son completamente compatibles con las sales de cromo. Al emplear estas sales, hay que tener en cuenta su más fácil hidrólisis y trabajar a pH más bajo que con las sales de cromo, por lo menos al principio del tratamiento. La adición de las sales de circonio, aluminio, y titanio se efectúa junto o antes de las sales de cromo, si el pH de piquel es bajo. Con pH de piquel normal para el cromo, puede aprovecharse el aumento de acidez producido

por la hidrólisis de las sales de cromo y añadir las sales metálicas citadas un tiempo después de la adición de las sales de cromo, y antes de la basificación de la curtición mixta.

Según <http://www.inese.es.com>.(2014), la segunda serie de productos, son aquellos que pueden substituir totalmente o en parte a los álcalis débiles, empleados para subir el pH de las sales de cromo. Entre ellos tenemos los fosfatos y polifosfatos, silicatos diluidos, y el tiosulfato. La tercera serie de productos serán productos sintéticos aniónicos, que no precipiten con las sales de cromo en las condiciones de trabajo. Esta condición se da con algunos productos de peso molecular relativamente bajo, mientras se mantenga el pH del proceso un poco por debajo del de precipitación de las sales de cromo solas. Generalmente por debajo de pH 4. Un ejemplo puede ser cueros al cromo blancos con corte blanco, en los que se emplea poco cromo y bastante sintético al efectuar la curtición.

Según <http://www.cueronet.acabado.com>.(2014), la adición de los sintéticos generalmente se hace conjuntamente con las sales de cromo y antes de la basificación de la curtición. En muchos casos la basificación puede disminuirse en función del agotamiento mixto producido, y en otros casos aumentarse en función del aporte de ácido o de propiedades tampón del sintético empleado. La cuarta clase de productos son aquellos que no interactúan con el cromo y que su empleo en la curtición mixta puede aportar las ventajas de aprovechar el largo tiempo que generalmente dura la curtición al cromo, mientras las condiciones de pH y salinidad presentes en la curtición no interfieran en la acción del producto. El ejemplo más frecuente de esta clase de productos son algunos aldehídos reactivos en los valores de pH de la curtición cromo.

H. 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. Ecurrido y rebajado

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que 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

Según <http://www.fcmtjtrigo.sld.com>.(2014), 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 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.

Grunfeld, A. (2008), indica que 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.

Frankel, 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 o prensado 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 se continua 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, pre engrasa, 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 aminos 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 desgarrar 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.

I. 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 barro 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

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, localizado en la provincia de Chimborazo, cantón: Riobamba; Kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur y los análisis físicos del cuero caprino se realizaron en el laboratorio de Control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 133 días, en el cuadro 2, se indican las características meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2013
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. (2013).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 30 pieles caprinas de animales adultos. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

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

2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y 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
- Ríndente
- Grasa animal sulfatada
- Lanolina
- Grasa catiónica
- Aserrín
- Dispersante
- Pigmentos
- Anilinas aniónicos
- Anilinas catiónicas
- Recurtiente de sustitución
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas
- Recurtiente neutralizante

- Recurtiente acrílico
- Alcoholes grasos
- Sulfato de amonio
- Bicarbonato de sodio
- Tara
- Granofin F 90

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación del cuero caprino aplicando una curtición mixta (tara + Granofin F 90), se utilizaron 3 tratamientos, 5 repeticiones y en dos ensayos consecutivos dando un total de 30 unidades experimentales. Los cuáles fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar, en arreglo bifactorial.

Tratamientos = 3 Factor A niveles de tara más granofín F 90

Ensayos = 2 Factor B, o ensayos

Repeticiones = 5

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

Donde

Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los niveles de tara+ granofín F 90.

β_j = Efecto de los ensayos

$\alpha_i * \beta_j$ = 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 utilizaron la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$H = \frac{12}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Dónde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de tara en combinación con el Granofin F 90.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 3, se describió el esquema del experimento que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tipos de curtición	Ensayo	Código	Repetición	T.U.E	Piel/Tratamiento
7% de Tara + 4% de Granofin F 90	1	7%E1	5	1	5
	2	7%E2	5	1	5
8% de Tara+ 4% de Granofin F 90	1	8%E1	5	1	5
	2	8%E2	5	1	5
9% de Tara+ 4% de Granofin F 90	1	9%E1	5	1	5
	2	9%E2	5	1	5
Total					30

En el cuadro 4, se describió el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	29
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A*B	2
Error	24

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm².
- Porcentaje de elongación, %.
- Temperatura de encogimiento, grados centígrados.

2. Sensoriales

- Llenura, (puntos).
- Redondez, (puntos).
- Finura de flor, (puntos).

3. Económicas

- Beneficio/ Costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los análisis fueron sometidos a los siguientes estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias.
- Separación de medias ($P < 0,05$), a través de pruebas de Duncan para las variables que presenten significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas.
- Análisis de Regresión y Correlación para variables que presenten significancia.
- Análisis económico a través del indicador beneficio/costo.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se utilizaron 15 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los ensayos; es decir, un total de 30 pieles de animales criollos, provenientes de la provincia de Chimborazo, que fueron 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 preparando un baño con agua al 200% a temperatura ambiente.
- Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0,2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

2. Pelambre por embadurnado

- De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con 2,5% de sulfuro de sodio, en combinación con el

3,5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, y luego se extrajo el pelo en forma manual.

- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se prepararon un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1,5% de sulfuro de sodio y el 2% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

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

4. Piquelado y curtido vegetal

Posteriormente se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 6% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adicione el 1% de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocaron cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 4,5 a 4, y reposo durante 12 horas exactas. Pasado este tiempo se procedió a adicionar los tratamientos de Tara (7, 8 y 9%), dividido en partes y se rodó el bombo durante 3 horas.

5. Curtido mineral

Pasado el tiempo de rodaje con la Tara se añadió el 4% de Granofin F 90 para las primeras pieles del tratamiento T1, así como también para las pieles del tratamiento T2, y finalmente se adicionó a las pieles del tratamiento T3; luego se rodó el bombo durante 5 horas, una vez finalizado este trabajo se replicó el mismo procedimiento en otras pieles que constituyeron la segunda replica o ensayo.

6. Neutralizado y recurtido

- Una vez rebajado a un grosor de 1,1 mm, se pesaron los cueros y se lavaron 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 preparó un baño con el 80% de agua a 35°C y se recurtió con 3% de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, giro el bombo durante 40 minutos, y luego se añadió el 1,5% de recurtiente neutralizante y rodo 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 eliminó el baño y se preparó otro con el 60% de agua a 50°C, al cual se adiciono el 4% de Tara, el 3% de rellanante de faldas, 2% de resina acrílica aniónico diluida de 1:5, se giró el bombo durante 60 minutos.

7. Tintura y engrase

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

- Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0.75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0.5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavaron los cueros con el 200% de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrieron los cueros caprinos para reposar durante 1 día en sombra (apilados), y se sequen durante 2 – 3 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo, con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablandaron a mano y luego se los estaco a lo largo de todos los bordes del cuero, hasta que el centro del cuero tuvo una base de tambor y se dejó todo un día.

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 presentaron 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 llenura, redondez y finura de flor.

- Para juzgar la llenura, se realizaron 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 deben ser más llenos sin llegar al hinchamiento total y cuando es vestimenta deberán ser menos llenos, es decir que esta variable sensorial fueron

evaluadas en base a la llenura ideal para la confección del artículo al cual será destinado y alcanzaron la calificación más alta cuando se presente la mejor llenura.

- El parámetro sensorial de redondez del cuero caprino fue evaluado a través del órgano del tacto mediante el cual se palpó la superficie del cuero y se realizaron diversos quiebres para determinar el grado de arqueado, calificando con las calificaciones más altas a los cueros que presentaron una curvatura naturalidad y que regresaron prontamente a la estado inicial para evitar deformaciones y ruptura del cuero.
- La finura de flor fue determinada a través del órgano de la visión y el tacto el primero sirvió para identificar la presencia de una flor tersa suave muy delicada y bien adherida al lado carne, y el órgano del tacto nos sirvió para percibir la calidad de la flor del cuero, con la cual se determinaron la finura de la capa del acabado que obtuvieron las calificaciones más altas cuando estas se depositan uniformemente.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizo en el Laboratorio de Control de Calidad de la Asociación Nacional de Curtidores, y se los hizo basándose 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 es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación.

La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es 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 es el método IUP 40 llamado desgarró de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que 40 se mide la fuerza media de desgarró y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarró, para lo cual :

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

c. Lastometría

El cálculo de la lastometría sirvió para determinar la deformación que le llevaron 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 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 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 debió anotarse 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 lastometría del cuero.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOZA*(TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90

1. Resistencia a la tensión

a. Efecto de los niveles de *Caesalpinia Spinoza* (Tara), mas Granofín F 90

En la evaluación de los valores medios de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas se registró diferencias significativas ($P < 0.01$), entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara en combinación con Granofín F 90, por lo tanto al realizar la separación de medias según Duncan, se registró la mejor tensión en las pieles en el tratamiento T1 (7%), cuyas medias fueron de 3140,69 N/cm², prosiguiendo con el análisis se ubicaron las respuestas del tratamiento T3(9%), cuyas respuestas fueron de 3135,9 N/cm²; mientras tanto que la resistencia a la tensión más baja se alcanzó al curtir las pieles del tratamiento T2(8%), ya que sus medias reportaron respuestas de 2871,095 N/cm², como se indica en el cuadro 5 y se ilustra en el gráfico 2. Realizando el análisis de los resultados obtenidos de resistencia a la tensión de las pieles caprinas se afirma que al utilizar menores niveles de tara (7%), en combinación con 4% de curtiente sintético Granofín F 90, se obtuvieron mejores respuestas de tensión del cuero.

Lo que tiene su fundamento en los que nos indica Thorstensen, E. (2002), quien manifiesta que la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarró, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre las están algo pegadas entre si y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores, por lo tanto para obtener mejores resultados a estas pruebas físicas se recomienda combinarlas con una curtición al cromo, los cuales producen mejores alargamientos o resistencias de las fibras de colágeno.

Cuadro 5. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOZA* (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90.

VARIABLE	NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOZA</i> (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90			EE	Prob.	Sign.
	7%	8%	9%			
	T1	T2	T3			
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	3140,69a	2871,095 a	3135,9 a	74,82	0,0262	*
Porcentaje de Elongación,%	53,67 a	53,36 a	53,11 a	1,89	0,9782	ns
Temperatura de encogimiento °C.	82,6 a	82,2 a	84,2 a	1,13	0,4316	ns

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad

Sign: Significancia.

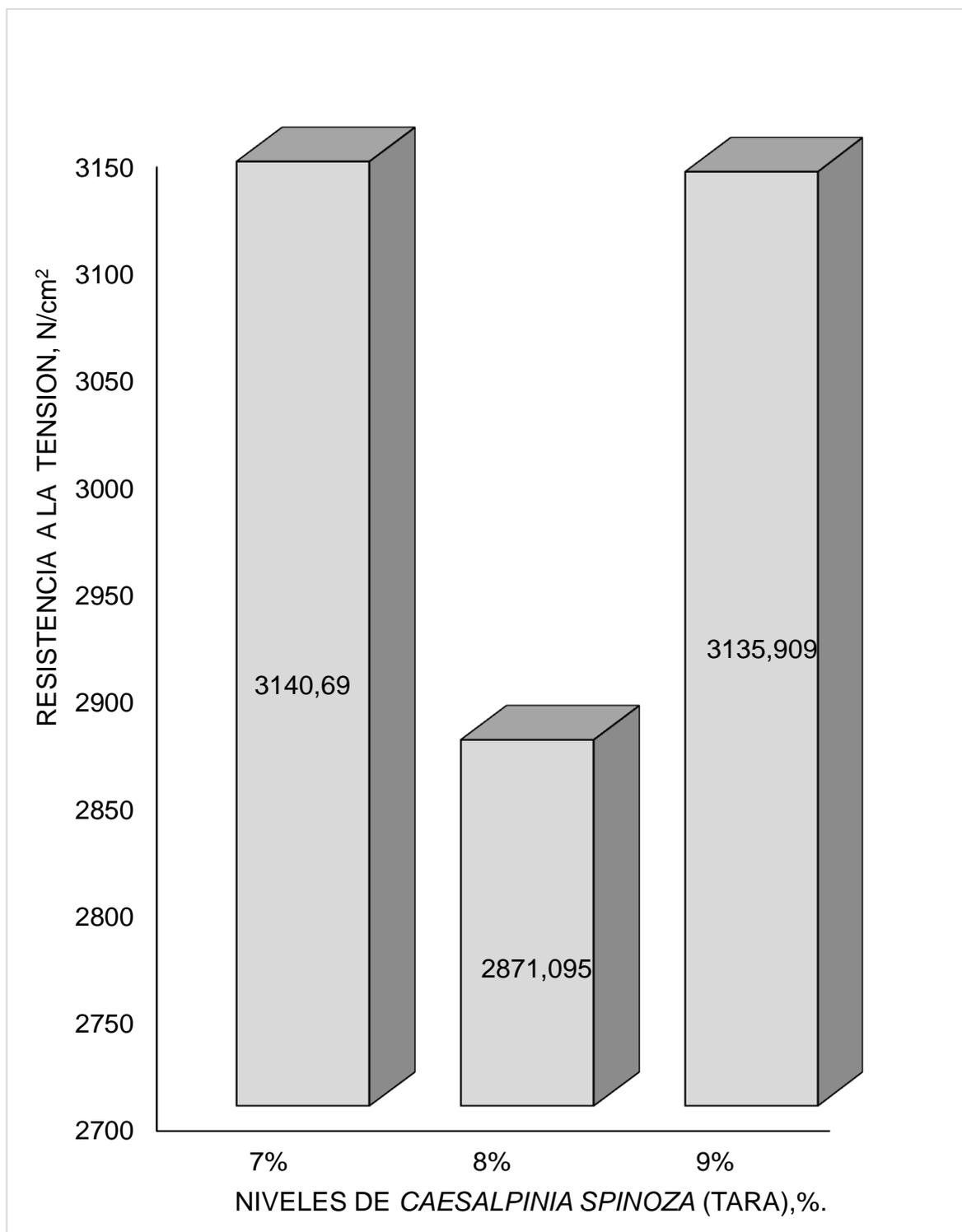


Gráfico 2. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinoza* (tara), más 4% de Granofin F 90,

Explicando más a profundidad las características de resistencia a la tensión que le otorga el cromo a las pieles no puede ser remplazado en su totalidad por curtientes vegetales como son los taninos razón por la cual se utiliza una curtición mixta es decir con taninos vegetales más 4% de curtiente que contenga óxido de cromo autobasificante como es el Granofín F 90, ya que el principal problema contaminante del cromo es; que, en el agua residual se forma un complejo de este elemento por separación de sus iones respectivos lo cual provoca que el cromo presente carga deficiente y trate de asociarse con grupos básicos esto quiere decir donadores de electrones y como en procesos anteriores a la curtición se utiliza sustancias básicas como el carbonato de calcio o cal común que se utiliza en el proceso de descalcado y es aquel que neutraliza el pH de la piel hasta llevarlo a valores aptos para la curtición, el cromo al formar complejos es sumamente estable y se encuentra y disminuye su presencia en el agua residual que es vertida a las efluentes alrededor de las industrias curtiembres, ya que en el país no se da un tratamiento a estas aguas por eso es que el cromo va arrastrado en el agua y una vez que los animales o las plantas absorben este elemento se genera un deterioro de su organismo ya que se ha comprobado que una vez que el agua es ingerida el cromo se separa y se forma cromo VI, que tiene efectos cancerígenos .

Los valores de resistencia a la tensión del cuero caprino emitidos por el laboratorio de calidad del cuero de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE), son superiores a los reportes referenciales de la Norma Técnica IUP 6 (2002), donde se infiere un límite de calidad permisible para cueros destinados a la confección de calzado de 1500 N/cm^2 ; por lo tanto se aprecia que al utilizar los diferentes niveles de Tara, se cumple con esta exigencia.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 3, determinó una tendencia cuadrática altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 19991 N, la tracción inicialmente decrece al aplicar 8% de tara, para posteriormente elevarse, al incluir mayores niveles de curtiente vegetal mas granofín F90, es decir 9%, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 23,35% mientras tanto que el 73,45% , restante depende de otros factores no

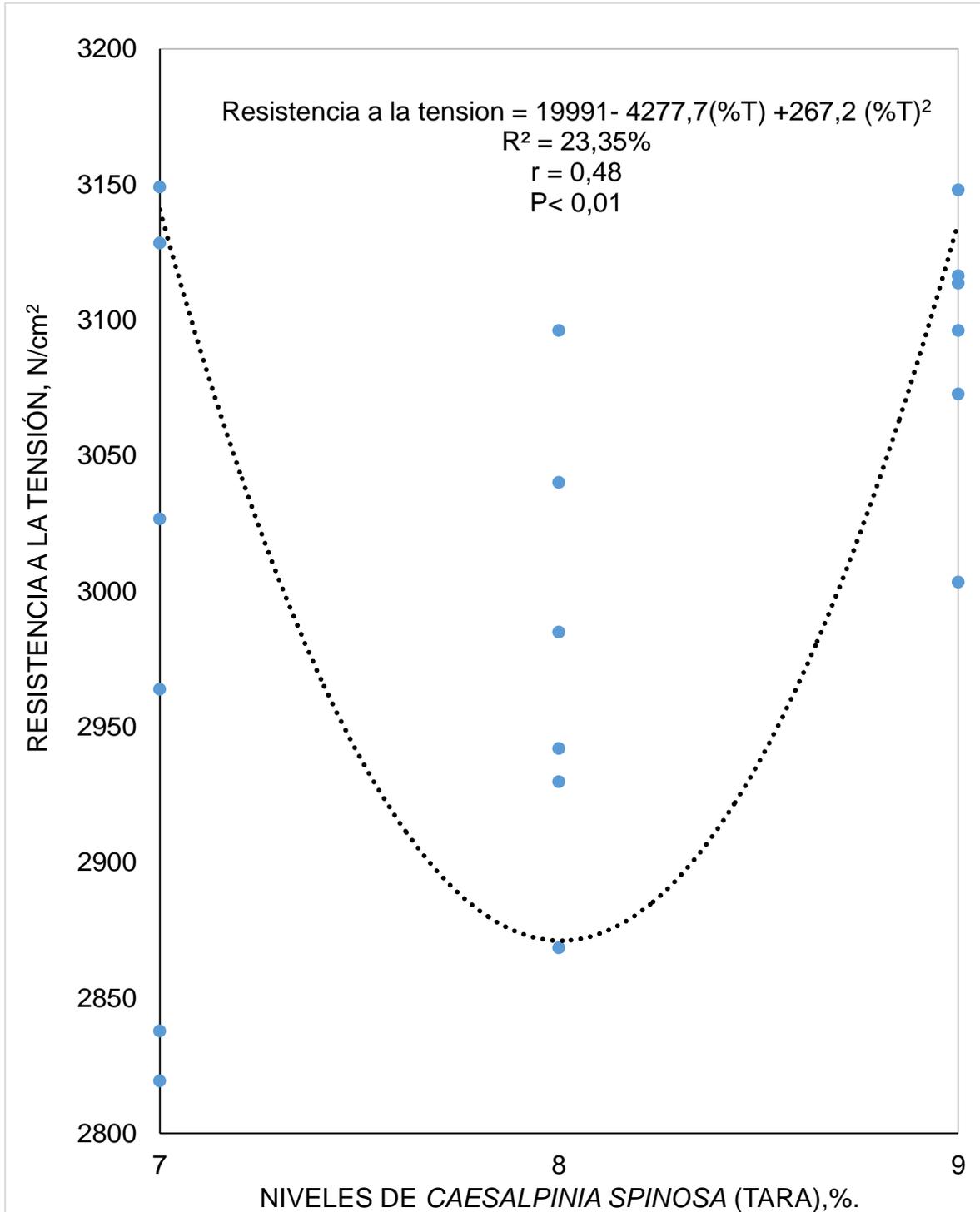


Gráfico 3. Regresión de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

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, además el coeficiente de correlación que fue de $r = 0,48$ identifica una asociación positiva altamente significativa donde se infiere que a mayores niveles de curtiente mayor será la resistencia a la tensión del cuero . La fórmula para la regresión cuadrática aplicada fue:

$$\text{Resistencia a la tensión} = 19991 - 4277,7 (\%T) + 267,2(\%T)^2$$

b. Por efecto de los ensayos

En el análisis del efecto de los ensayos sobre la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con una combinación de *Caesalpinia Spinosa* (Tara) y Granofín F90, no se reportaron diferencias estadísticas entre medias ($P > 0,05$), únicamente se determinó cierta superioridad numérica en los cueros del primer ensayo con medias de $3069,09 \text{ N/cm}^2$, y que desciende a $3029,38 \text{ N/cm}^2$, en los cueros del segundo ensayo, como se reporta ilustra en el gráfico 4.

De acuerdo a los reportes analizados de la resistencia a la tensión se determinó que no existe variación estadística, al producir diferentes lotes de cuero es decir que se alcanzó la estandarización del material, pese a tomar en consideración que al ganado caprino no se pueden ser criados de forma igual, por lo tanto las pieles en el mercado se obtienen de diversa fuentes o diversos productores debido a que un solo productor no puede abastecer de pieles a un mercado local sino hay que tratar de conseguir el mayor número de pieles, considerando que en los mercados nacionales la oferta de las pieles caprinas no es muy extensa y se tienen deficiencia en cuanto a la crianza de estos animales ya que para el ganadero no genera una mayor fuente de ingresos por ser un animal muy pequeño y su crianza es muy costosa pero para el curtidor es de suma importancia que se de la crianza de ovejas y de cabras, ya que puede ser un

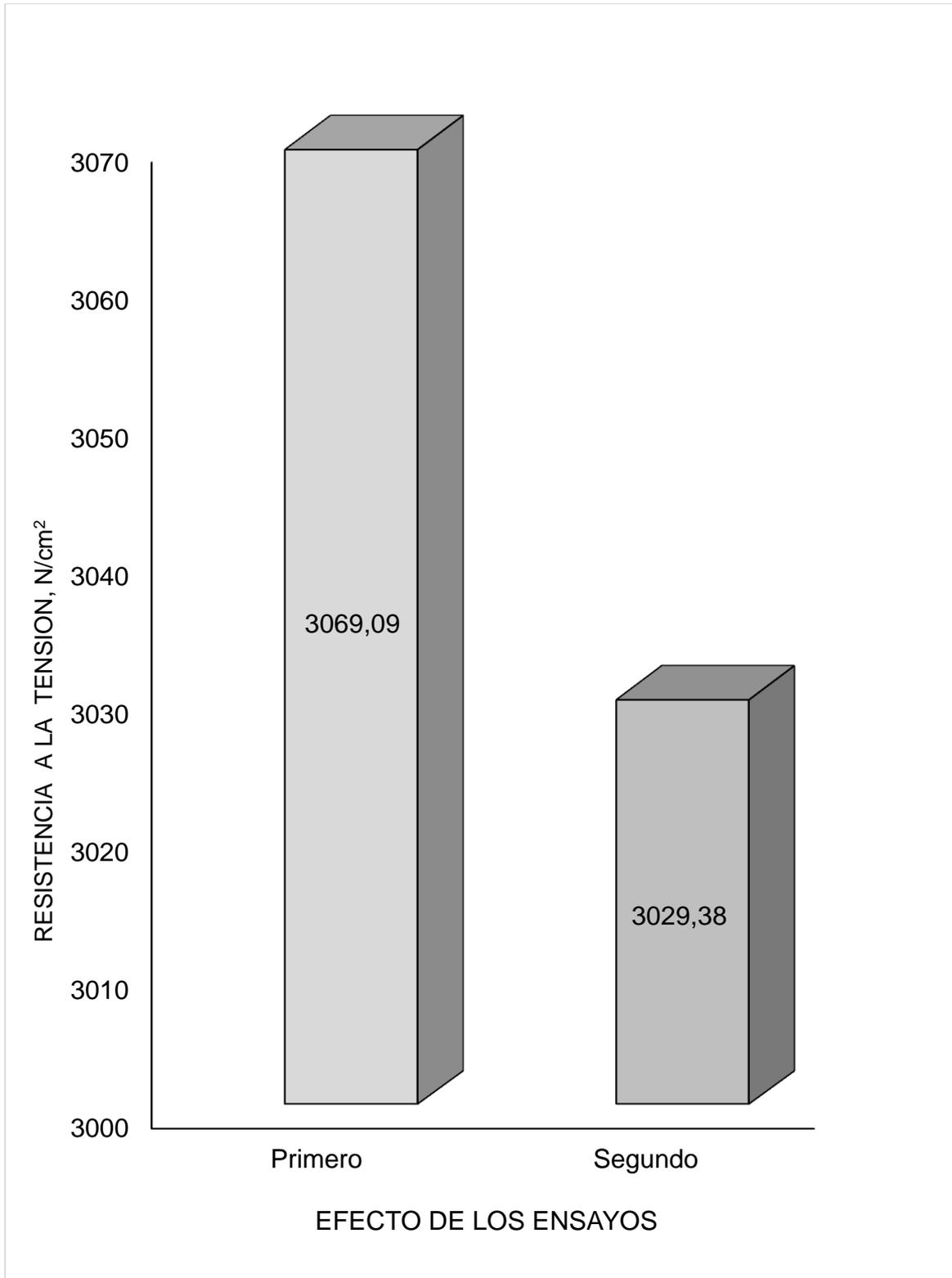


Gráfico 4. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90, por efecto de los ensayos.

sustituto ideal de las pieles bovinas que se considera cuero de mayor calidad que curtiendo ganado ovino, debido a que son de menor tamaño y los agentes curtientes logran traspasar más profundamente y que en el proceso de acabados la tintura se puede hacer más minuciosamente y se pueden obtener cueros de excelente calidad y muy vistosos con lo cual estas pieles al criterio técnico son las mejores pieles con las que se pueden trabajar.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos

En la evaluación de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) adicionado Granofín F90, y los ensayos no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre medias, sin embargo de carácter numérico se observa las respuestas más altas al utilizar 7% de curtiente vegetal Tara en el segundo ensayo (7%E2), con $3237,924 \text{ N/cm}^2$, a continuación se situaron las respuestas al curtir las pieles caprinas del tratamiento T3, en el primer ensayo (9%E2), cuya respuestas de sus medias fue de $3225,08 \text{ N/cm}^2$, posteriormente se ubicaron los reportes alcanzados en las pieles del tratamiento T1 en el primer ensayo (7%E1), con medias de $3043,46 \text{ N/cm}^2$, en tanto que los resultados más bajos fueron establecidos en las pieles al curtir con 8% de *Caesalpinia spinosa* (T1), en el primer ensayo cuyas medias fueron de $2938,72 \text{ N/cm}^2$ al igual que los registros alcanzados en las pieles con 4% de Granofín F90 y 8 % de Tara (T2) ya que el valor numérico fue de $2803,47 \text{ N/cm}^2$ como se ilustra en el gráfico 5.

Por lo tanto se afirma de acuerdo a los reportes establecidos que niveles más bajos de tara en combinación con Granofín F 90 producen cueros con mayor resistencia a la tensión, lo que es corroborado con las afirmaciones de Hidalgo, L. (2004), quien indica que la piel curtida debe cumplir las especificaciones de las normas internacionales del cuero para la evaluación de las respuestas a la resistencia a la tensión usamos la norma española IUP 6, que es muy común en la industria y utilizando esta norma los cueros en todos los tratamientos reportaron valores muy aceptables.

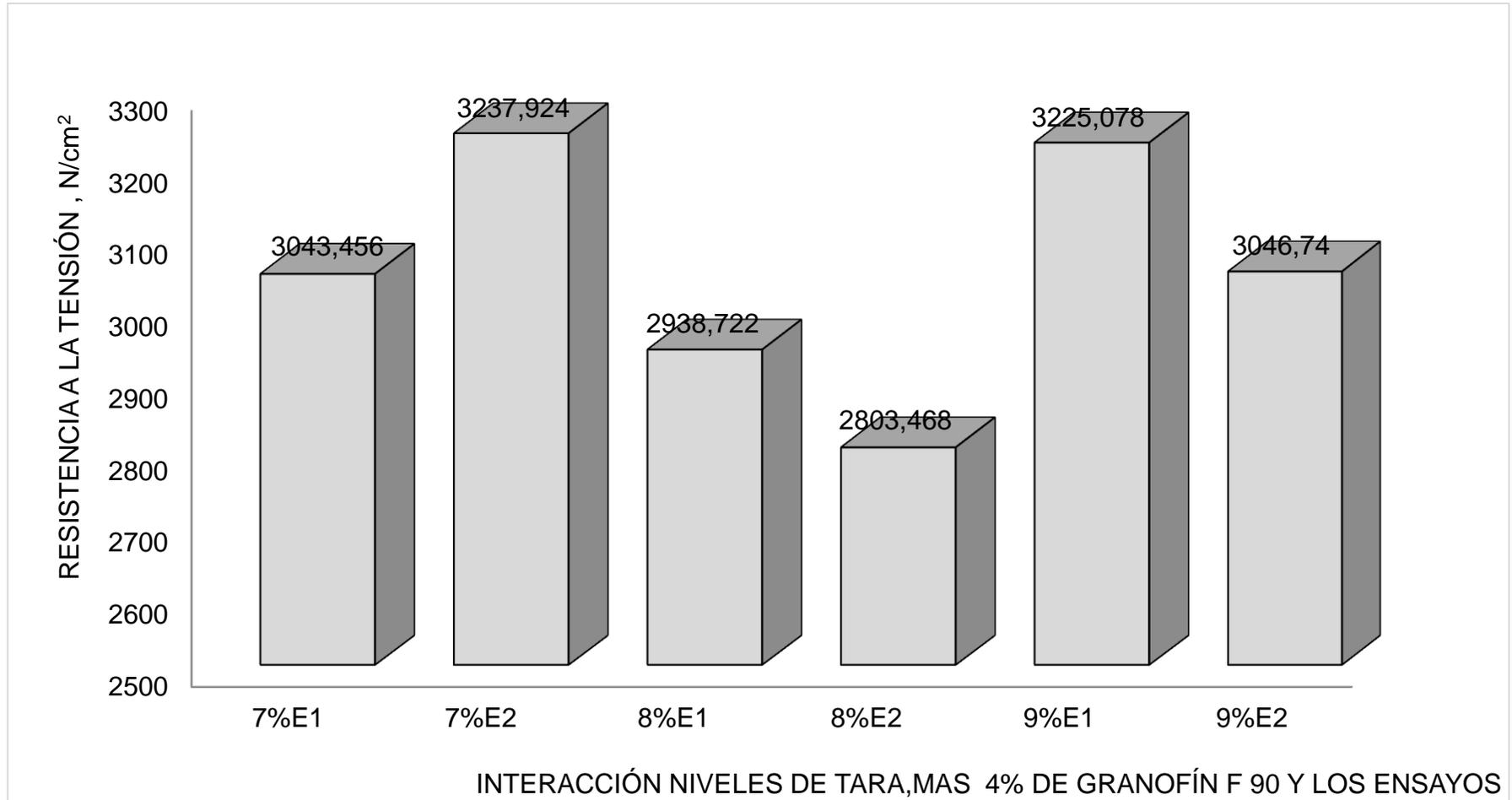


Gráfico 5. Comportamiento de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de tara en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.

2. Porcentaje de elongación, %

a. Efecto de los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), mas Granofín F 90

En evaluación de las respuestas obtenidas de la prueba física de porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) más curtiente mineral Granofín F90, no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre medias, pero en cuanto al análisis numérico se estableció que las mejores respuestas se establecieron al curtir las pieles con 7% de tara (7%), cuyas medias presentaron valores de 53,67%, a continuación descendieron a 53,36% que se registró al curtir las pieles con 8% de curtiente vegetal Tara más 4% de curtiente mineral Granofín F 90 (T2), en tanto que las respuestas más bajas se establecieron al curtir las pieles con 9% de curtiente vegetal Tara (T3), cuyas medias fueron de 53,11% como se ilustra en el gráfico 6; por lo que de acuerdo a los análisis reportados para obtener una mayor porcentaje de elongación de las pieles caprinas es recomendable usar menores niveles de curtiente vegetal tara.

Lo que se fundamenta según <http://www.cueronet.com>.(2014), en la premisa de que el agente curtiente utilizado como es la tara en combinación con una sal de cromo autobasicante (Granofín F 90), se sitúa en los espacios interfibrilares de las cadenas de colágeno que tiene la epidermis del cuero y generan con ellas una reacción de partidización que es el fenómeno en el cual se crean puentes peptídicos que entre su principal composición tienen fibras de colágeno unidas a moléculas de agente curtiente mediante puentes de amino, el agente curtiente vegetal tiene moléculas muchos más grandes que las moléculas de agente curtiente mineral en este caso el óxido de cromo esto hace que cuando traspasan las paredes de la epidermis y se colocan en las fibras de colágeno logran ocupar más espacios intermoleculares para que cualquier tipo de deformación o fuerza externa que sufran las pieles no se podrán reagrupar y sufra su ruptura, debido al complejo sistema que forman se van a poder mover las moléculas de manera muy elástica por eso presentan buenas características físicas, para que las pieles cumplan con los requerimientos que presentan las normas internacionales, sin

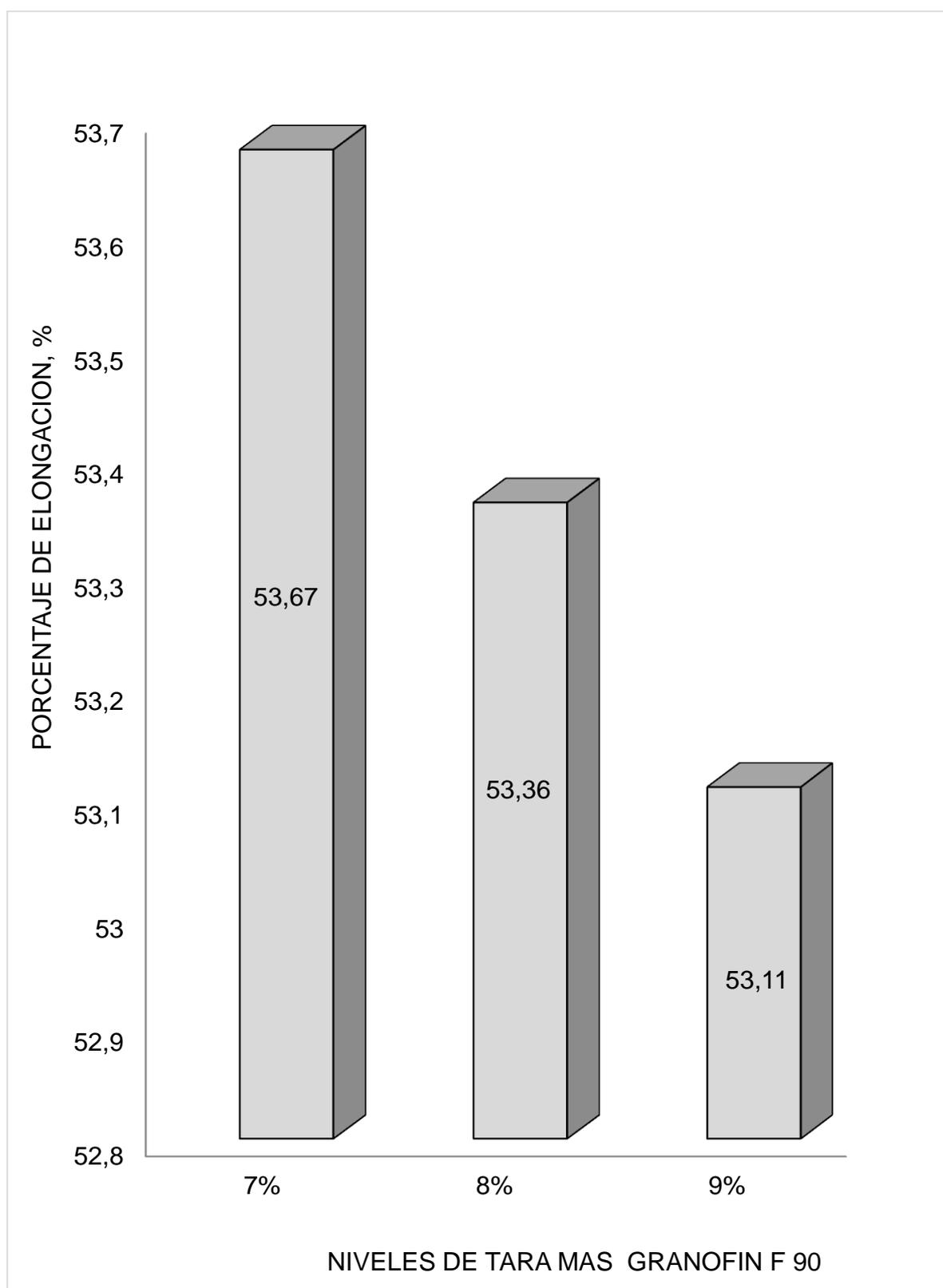


Gráfico 6. Comportamiento porcentaje de elongación de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofin F 90.

embargo es necesario considerar que el cuero curtido al vegetal no pueda superar al cuero curtido con cromo pero si son un buen complemento debido a que las pieles minerales proporcionan buenas resistencias físicas pero esto, a un elevadísimo costo y no económico sino de carácter ambiental, y es por esto que los recursos no renovables no se pueden perder ya que no se recuperan y con tecnologías más amigables al ambiente se busca cuidarlos.

Al comparar los resultados obtenidos para el porcentaje de elongación de los cueros caprinos con las exigencias de calidad de la Asociación Española del cuero que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere una elongación que puede estar entre 40 y 80%, para considerarse cueros aptos para la confección de calzado, por lo tanto se aprecia que en al curtir con los tres diferentes niveles de tara en combinación con Granofín F 90, se enmarcan dentro estas exigencias.

b. Por efecto de los ensayos

En la valoración de los resultados del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de Tara, adicionando 4% de Granofín F90, no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre medias, por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia la mejor respuesta al curtir las pieles en el segundo ensayo (E2), con 54,23% y que disminuyeron a 52,53% en el primer ensayo (E1), como se indica en el cuadro 6 y se ilustra en el gráfico 7, estas respuestas de carácter numérico nos indican que pese a no existir diferencias estadísticas si se aprecia ciertas diferencias numéricas es decir que las condiciones experimentales fueron estandarizadas

Los principales aspectos que deben estar controladas en la curtición de las pieles son pH, temperatura, factores mecánicos, condición inicial de las pieles, cantidad de químicos utilizados, cantidad de agua requerida, tiempo de ruedo en el fulón, entre otras; como se mencionó anteriormente en cuando a condiciones existe muchas variables que pueden cambiar entre un lote de producción y otro; por lo tanto el curtidor debe estar pendiente a cada proceso regulando el pH

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA*(TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES	EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Sign	Prob.
	Primer Ensayo	Segundo Ensayo			
	E1	E2			
Resistencia a la tensión, N/cm ² .	3069,085a	3029,38 a	61,09	0,6	ns
Porcentaje de elongación, %.	52,53a	54,23 a	1,54	0,4	ns
Temperatura de encogimiento, C.	82,33a	83,67 a	0,93	0,32	ns

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad

Sign: Significancia.

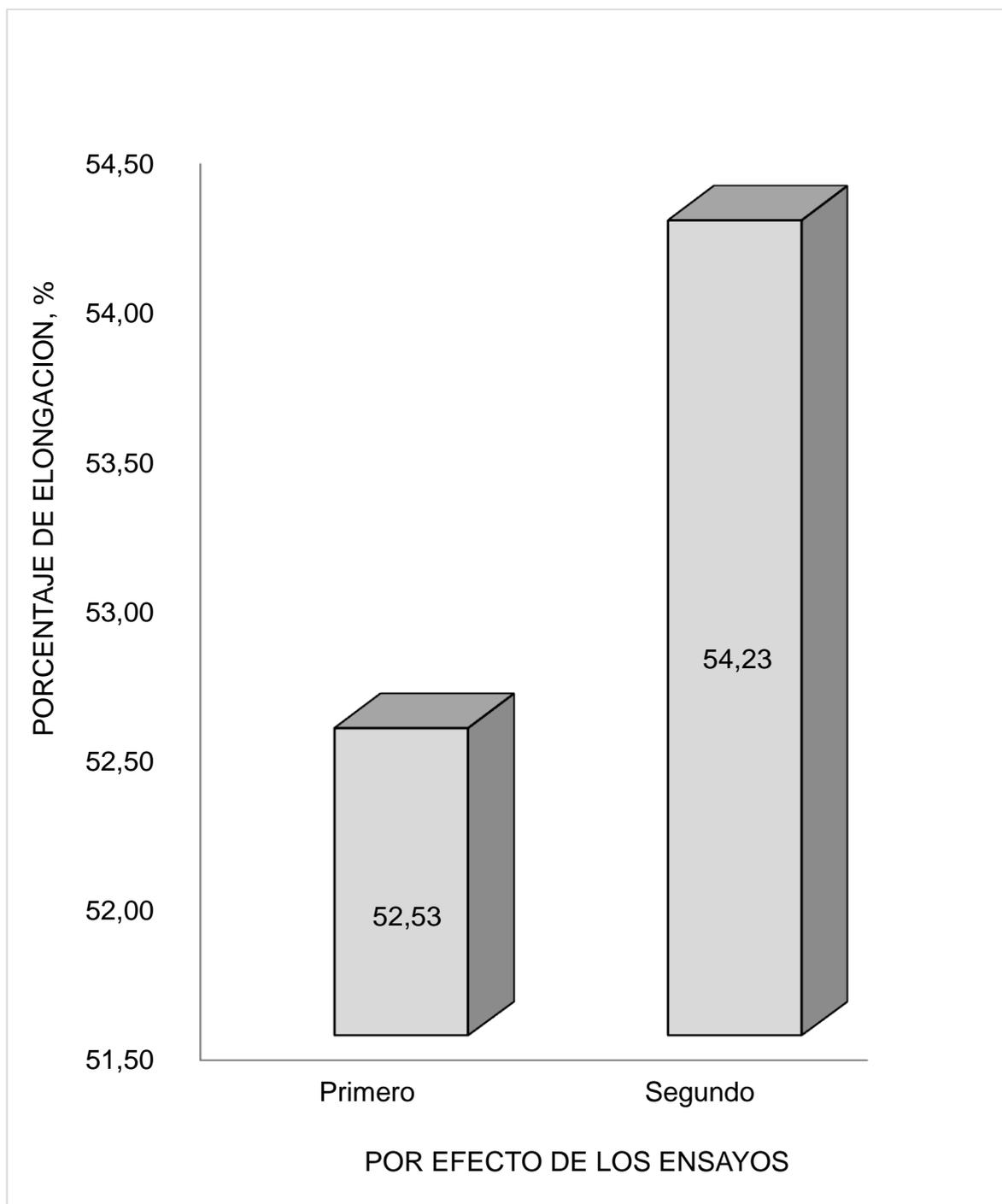


Gráfico 7. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos.

principalmente mediante químicos el más empleado es la fenolftaleína que es un químico que indica los cambios de pH bruscos debido a que cuando se aplica en las pieles de acuerdo al color que presente la piel entonces se sabrá en que rango de pH esta la piel, esto quiere decir que cambio de repente de carácter ácido a carácter básico o viceversa, que producirán efectos negativos sobre todo una pérdida en la elongación o alargamiento de las fibras de colágeno.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de *Caesalpinia Spinoza* (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos

En la evaluación de los valores medios del porcentaje de elongación de los cueros caprinos no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinoza* (tara), más 4% de Granofín F90 y los ensayos, Sin embargo de carácter numérico se registra las respuestas más altas al utilizar 8% de curtiente vegetal Tara en el segundo ensayo (8%E2), ya que el valor de sus medias fue de 56,28%, a continuación se situaron las respuestas al curtir las pieles caprinas con 7% de Tara en el segundo ensayo (7%E2), cuya respuesta fue de 54,44%, a continuación se ubica la respuesta de las pieles curtidas con 9% de Tara en el primer ensayo (9%E1), ya que el valor de sus medias fue de 54,26%, con una baja en las respuestas numéricas se pueden evidenciar los valores establecidos al curtir las pieles con el agente curtiente Tara en un 7% en el segundo ensayo (7%E1), cuyo valor numérico de las medias fue de 52,90%, a continuación se estableció el resultado de las medias al curtir con 8% de *Caesalpinia Spinoza* en el segundo ensayo (8%E2), cuyas medias fueron de 51,96%, mientras tanto que la respuesta más baja se obtuvo en las medias al curtir las pieles con 8% de Tara en el primer ensayo (8%E1), ya que el valor numérico de sus medias fue de 50,44%, como se reporta en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 8.

De acuerdo a los reportes del porcentaje de elongación de los cueros caprinos se aprecia que los resultados más altos se alcanzan con la aplicación de niveles intermedios de tara es decir 8% ya que las pieles destinadas a la confección de calzado deben ser pieles de alta calidad y en especial las pieles con altas

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA*(TARA), MAS 4% GRANOFIN F90 Y LOS ENSAYOS.

INTERACCIÓN NIVELES DE TARA MAS GRANOFIN F 90 Y LOS ENSAYOS							EE	Prob.	Sign.
Variables	7%E1 T1E1	7%E2 T1E2	8%E1 T2E1	8%E2 T2E2	9%E1 T3E1	9%E2 T3E2			
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	3043,46 a	3237,92 a	2938,72 a	2803,47 a	3225,08 a	3046,74 a	105,81	0,18	ns
Porcentaje de Elongación, %	52,90 a	54,44 a	50,44 a	56,28 a	54,26 A	51,96 a	2,67	0,33	ns
Temperatura de encogimiento, C.	82,8 a	82,4 a	82,2 a	82,2 a	82 A	86,4 a	1,6	0,27	ns

EE: Error estadístico.
 Prob: probabilidad
 Sign: Significancia.

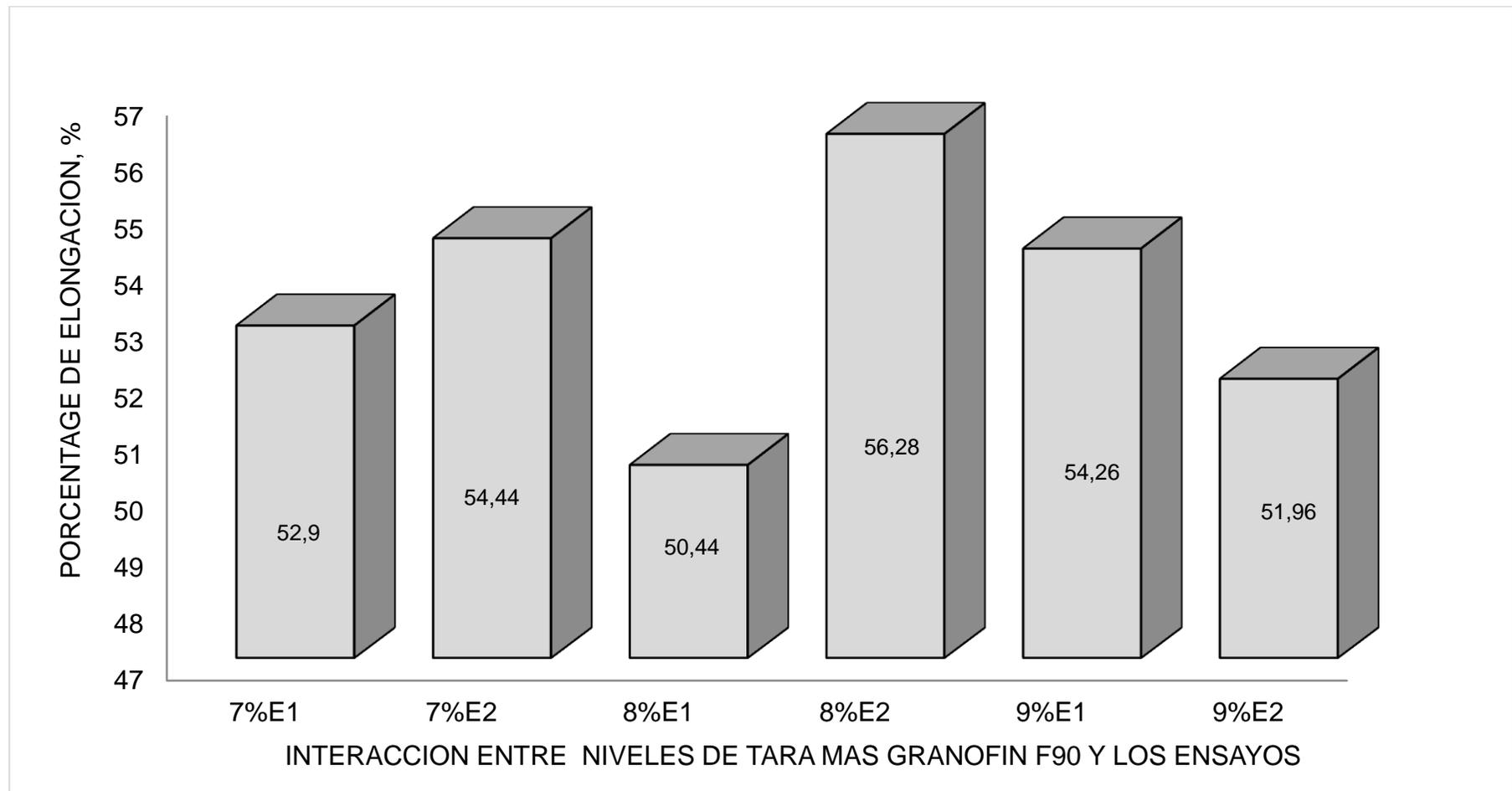


Gráfico 8. Comportamiento del porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de tara en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.

respuestas a las pruebas físicas debido a que el movimiento de caminar o de correr generan un esfuerzo máximo en las fibras del cuero y si no son de buena calidad las pieles curtidas se romperán generando pérdidas y no siendo aptas para su venta en el mercado.

2. Temperatura de encogimiento

a. Efecto de los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), mas Granofín F 90

La evaluación estadística de la temperatura de contracción de las pieles caprinas no determinó diferencias estadísticas entre medias ($P > 0,05$), por efecto de los diferentes niveles de curtiente Tara mas granofín F90, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el lote de pieles del tratamiento T3 (9%), ya que la temperatura que soportan las pieles de 84,2°C, y que disminuye a 82,6°C, en las pieles del tratamiento T1 (7%), mientras tanto que los reportes más bajos fueron identificados en las pieles del tratamiento T2 (8%), con medias de 82,2°C, como se ilustra en el gráfico 9, por lo tanto de acuerdo a los reportes analizados se establece que niveles más altos de curtiente tara más granofín F 90, le proporcionan al cuero una mayor estabilidad para soportar mayor cantidad de calor sin perder sus características estructurales.

Lo que es corroborado con las aseveraciones de <http://www.eei.upc.es>.(2014), donde se indica que se denomina dilatación térmica al aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al *aumento* de temperatura que se provoca en él por cualquier medio. La contracción térmica es la disminución de propiedades métricas por disminución de la misma. El cambio de propiedades bajo la influencia de las condiciones climáticas alternas y especialmente bajo la influencia del calor seco restringe la utilidad de cuero. Esto incluye la pérdida de superficie, pérdida de blandura, el desarrollo de estrés en condiciones isométricas, y la degradación de la estructura molecular, por lo tanto al someter al cuero a temperaturas aproximadas de 100°C, se deben mantener las condiciones iniciales del cuero que difiere en su

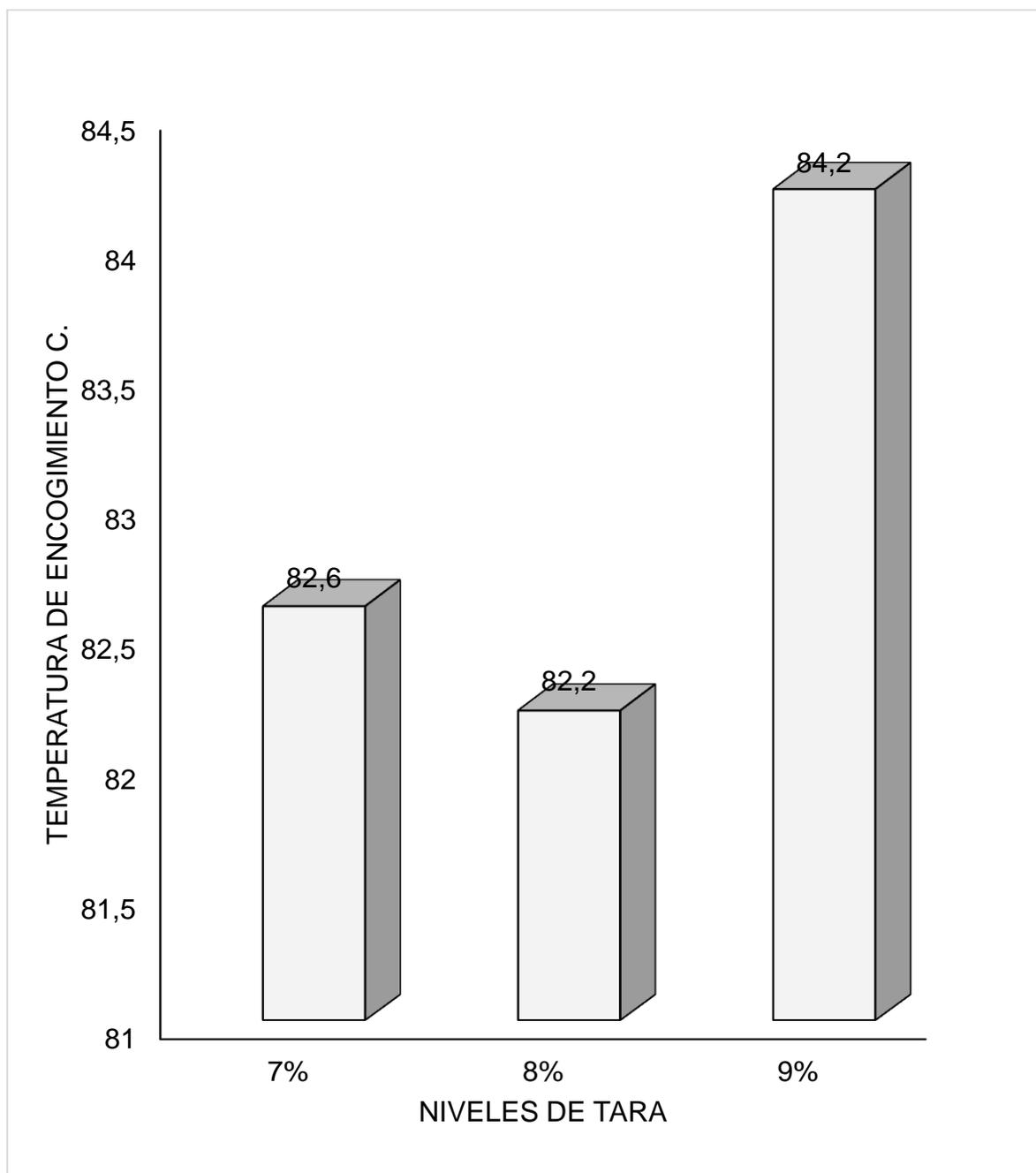


Gráfico 9. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

sensibilidad frente al calor en función del tipo de curtido y al clima a que es expuesto. A la misma temperatura, el cuero libre de cromo es más estable en condiciones secas, mientras que la piel curtida al cromo muestra una mayor estabilidad (medido como rigidez a la flexión) a una humedad elevada. Si la temperatura se eleva y/o la humedad disminuye, el agua se evapora de la estructura de cuero. Si el agua también se elimina de los mesoporos, las fuerzas capilares evolucionan hasta causar una contracción de la estructura de la fibra que conduce al encogimiento de la piel o al desarrollo de tensiones si el cuero se ha fijado isométricamente. Este primer paso es parcialmente reversible: si la disminución de la temperatura y/o humedad aumenta de nuevo, el agua se reabsorbe y la longitud original se restablece hasta un resto remanente de contracción irreversible si la temperatura durante la resorción es alta. La pérdida de superficie por contracción permanente depende en gran medida del grado de reticulación. Con el aumento del grado de reticulación, aumenta el porcentaje de superficie de contracción permanente. Cueros curtidos al cromo muestran una mayor pérdida superficie que cueros curtidos con glutaraldehído

b. Por efecto de los ensayos

En la valoración de las respuestas medias de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas utilizando una curtición mixta con tara más Granofín F 90, no se determinó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el lote de cueros del segundo ensayo ya que las medias fueron de $83,67^{\circ}\text{C}$, en comparación de los resultados registrados en los cueros del primer ensayo con medias de $82,33^{\circ}\text{C}$; como se ilustra en el gráfico 10.

Por lo tanto se aprecia que en el segundo ensayo las características de la materia prima aleatoriamente eran de mejor calidad, por lo tanto el tejido interfibrilar resiste temperaturas más elevadas sin deterioro de su estructura, además al no existir diferencias estadísticas se afirma que se estandarizó la calidad del material producido, que dentro de la práctica diaria de una curtiembre es recomendable ya que la producción está condicionada a las exigencias tanto en calidad como en

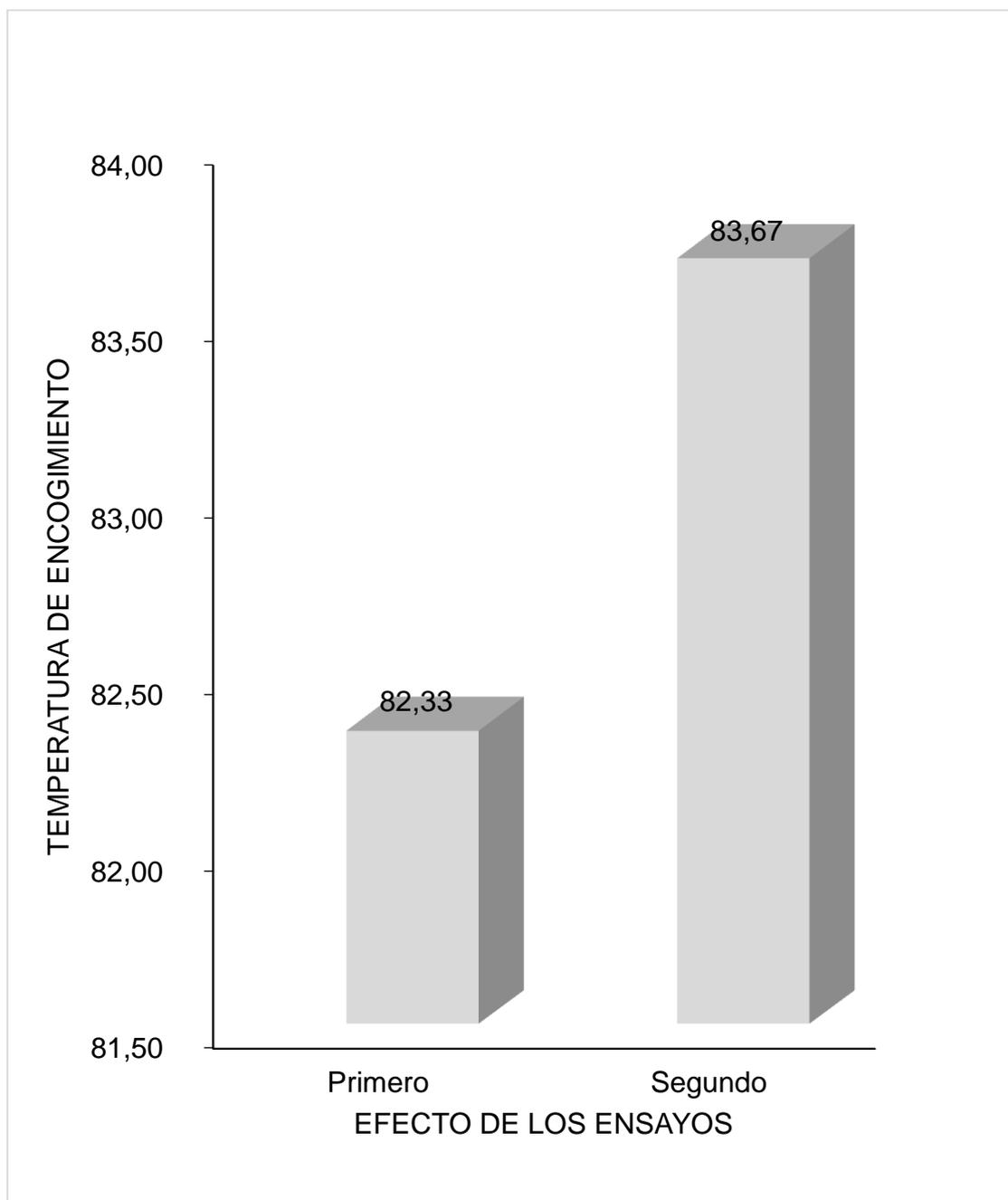


Gráfico 10. Comportamiento de la temperatura de encogimiento del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos.

cantidad del mercado y muchas veces resulta imposible predecir la oferta y la demanda por lo tanto en diversas ocasiones no se logra satisfacer la demanda del mercado por lo tanto se crea la necesidad de producir otro lote de cueros exactamente igual al similar especialmente en lo que tiene que ver con las resistencias físicas, por lo tanto al no registrar diferencias entre ensayos se tiene la veracidad de afirmar que se ha logrado estandarizar el proceso productivo especialmente en lo referente al curtido por lo tanto se conseguirá replicarlos las veces que sean necesarias.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos

Al realizar el análisis de varianza de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas, no se determinó diferencias estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de tara más granofín y los ensayos, sin embargo numéricamente se aprecia las respuestas más altas en el lote de producción del tratamiento T3 en el segundo ensayo (9%E2), ya que las medias fueron de 86,4°C, seguido en forma descendente de las respuestas establecidas en los cueros del tratamiento T1 en el primer ensayo ya que las medias fueron de 82,8°C, a continuación se ubican en forma descendente los reportes alcanzados en los cueros del tratamiento en mención pero en el primer ensayo (7%E1), ya que las medias fueron de 82,40°C, además se aprecia que existió lotes de cuero que compartieron el valor numérico de 82,2°C, y que corresponde a los cueros del tratamiento T2 tanto en el primero como en el segundo ensayo (8%E1 y 8%E2), mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en las pieles del tratamiento T3 en el primer ensayo con medias 82°C, como se ilustra en el gráfico 11.

Por lo tanto al preciar los reportes antes descritos se aprecia que de carácter numérico los resultados más satisfactorios son alcanzados con niveles más altos de curtientes tanto vegetales como minerales, y que es un indicativo que la estructura del colágeno soporta mayores temperaturas son producirse daño aparente.

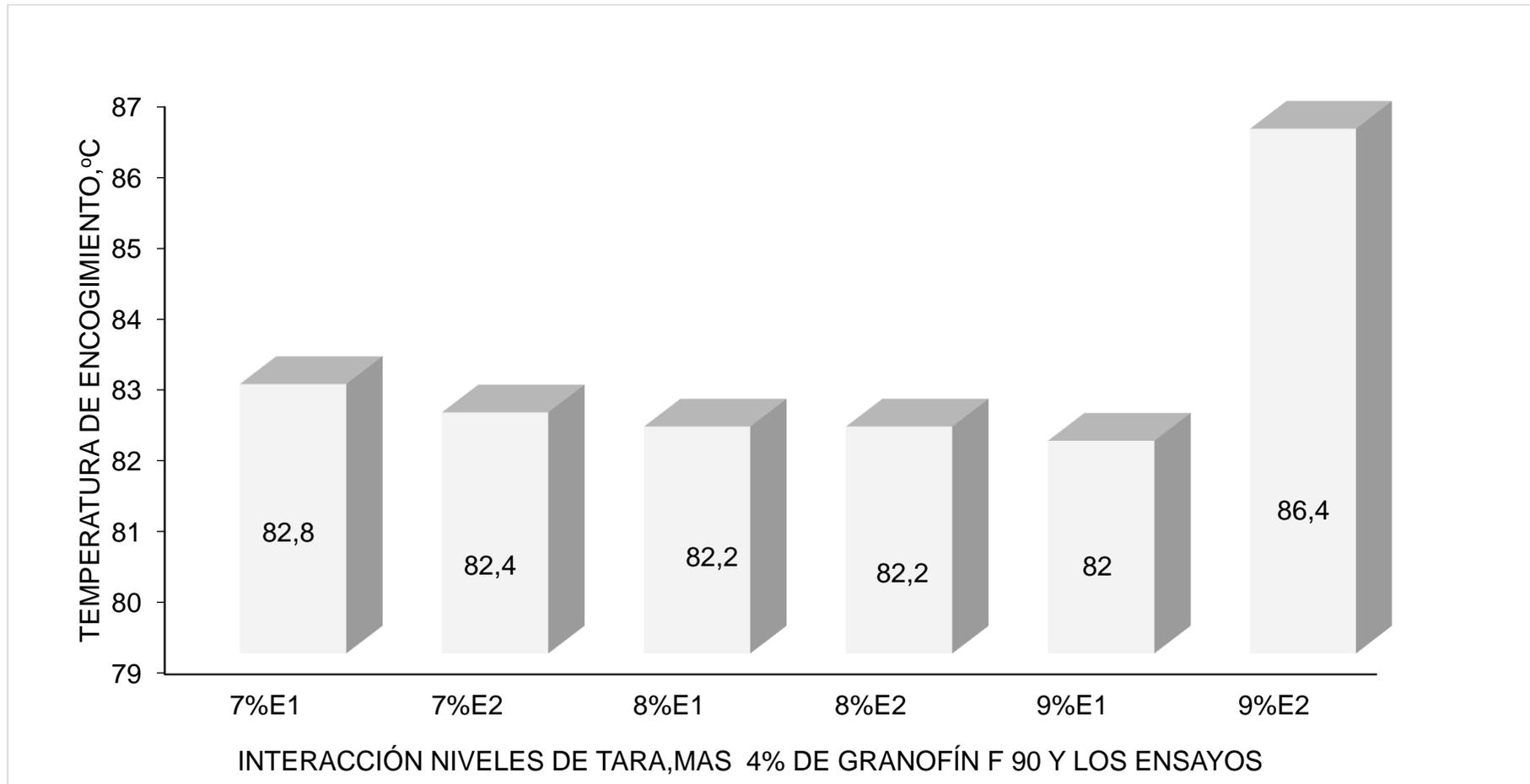


Gráfico 11. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA*(TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90

1. Llenura

a. Efecto de los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), mas Granofín F 90

La evaluación estadística de los resultados obtenidos de la prueba sensorial de llenura de las pieles caprinas según la prueba Kruskal Wallis reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara), más 4% de Granofín F90, por lo que al realizar la separación de medias según Duncan las mejores respuestas fueron registradas al curtir las pieles con 7% de tara (T1), cuyas medias alcanzaron una puntuación de 4,6 puntos en una escala de 5 puntos, y que corresponden a excelente según Hidalgo, L. (2015), a continuación en el análisis sensorial se ubican los reportes establecidos en las pieles curtidas con 8% de Tara (T2) cuyas medias fueron de 3,7 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, en tanto que la respuesta más baja se registró al curtir las pieles con 9% de Tara adicionando un 4% del curtiente de óxido de cromo Granofín F90 (T3), cuyas medias fueron de 2,4 puntos, y calificación buena, como se reporta en el cuadro 8, y se ilustra en gráfico 12, por lo cual de los resultados obtenidos para la prueba sensorial llenura de las pieles caprinas en lo posible será mejor utilizar menores niveles de tara.

Lo que puede deberse según [\(http://www.cueronet.com/flujograma/curtido\)](http://www.cueronet.com/flujograma/curtido).(2014), a que la piel al ser curtida con extractos vegetales, tiene la propiedad de llenarse más entre fibras, porque existe la tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición), y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles,

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90.

variable	NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA)					EE	Prob	Sign
	7%		8%		9%			
	T1		T2		T3			
Llenura, puntos	4,6	a	3,7	a	2,4 a	0,16	0,0001	**
Redondez, puntos	3	a	3,6	a	4,7 a	0,17	0,0001	**
Finura de flor, puntos	4,5	a	3,6	a	2,7 a	0,16	0,0001	**

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad

Sign: Significancia.

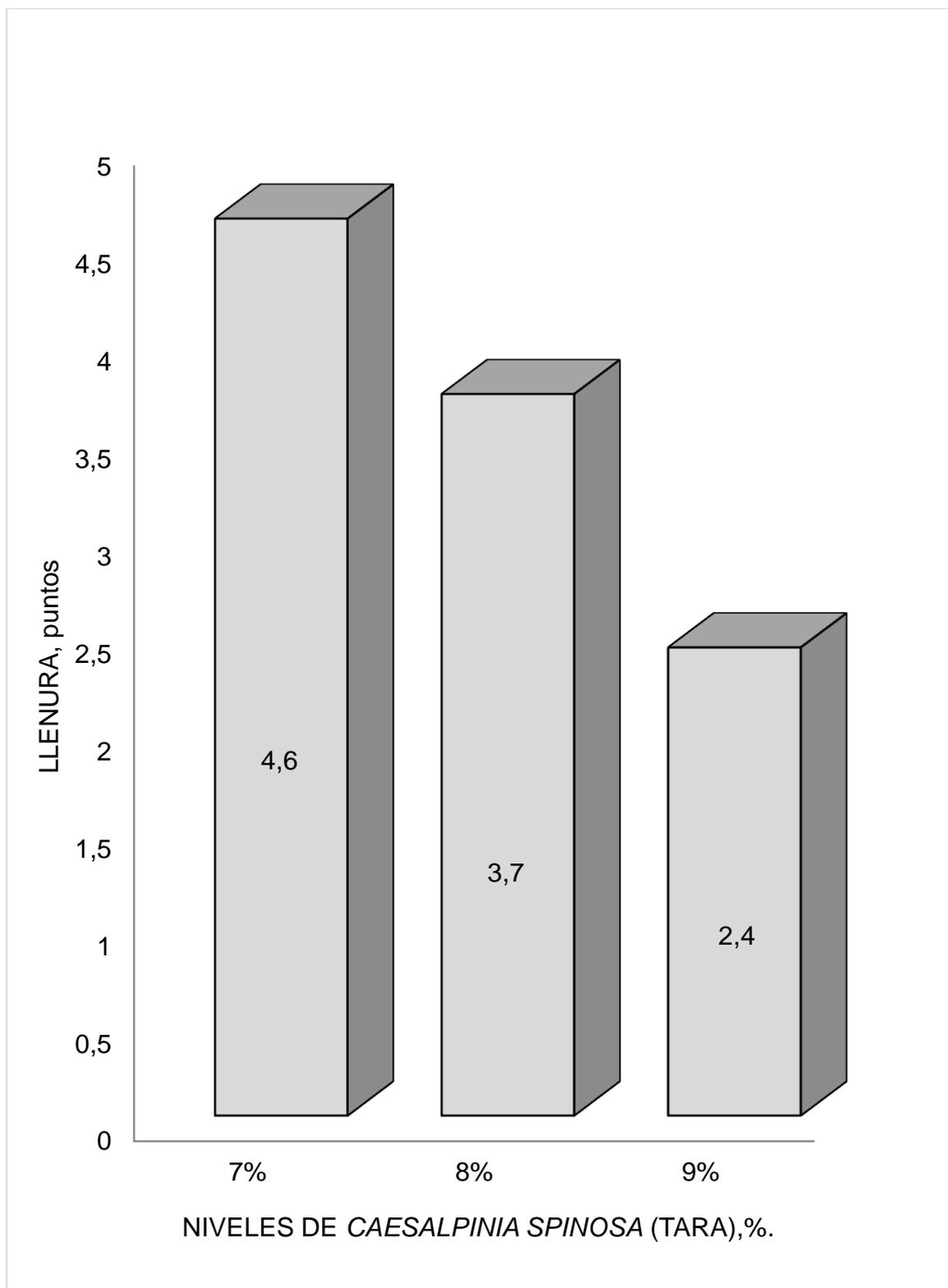


Gráfico 12. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

pueden recobrar su área inicial es decir recuperar fácilmente las dimensiones utilizando las máquinas de repasar, estirar, clavar o similares, para que conserven fácilmente, el pietaje que en muchos caso disminuya respecto a una curtición al cromo, sino que aumente, esto debido al fenómeno de estabilidad que le confiere la curtición al vegetal ya que como es un compuesto orgánico y sus cadenas son de polifenoles no son solubles al agua y esto hace que no se cree una estabilidad con el agua y al momento de entrar a la epidermis de la piel que está compuesto por fibras se encuentre un buen ambiente para que el curtiente pueda unirse a las fibras de la piel generando así puentes de péptido glicano , que son los que permite transformar a la piel cruda en una piel curtida imputrescible y generando así pieles adecuadamente llenas sin la presencia de espacios vacíos que producirán soltura de flor muy desagradable para la confección del articulo deseado y que es un defecto que no puede ser corregido desmejorando la calidad del material producido.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 13, determino una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 12,36% puntosla llenura se eleva en 1,1 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente Tara + Granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 77,1% mientras tanto que el 22,9% , 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 trasformación de las pieles en cueros, específicamente sobre el exceso en el llenado de las fibras de colágeno. La fórmula para la regresión lineal aplicada fue:

$$\text{Llenura} = +12,36 - 1,1x$$

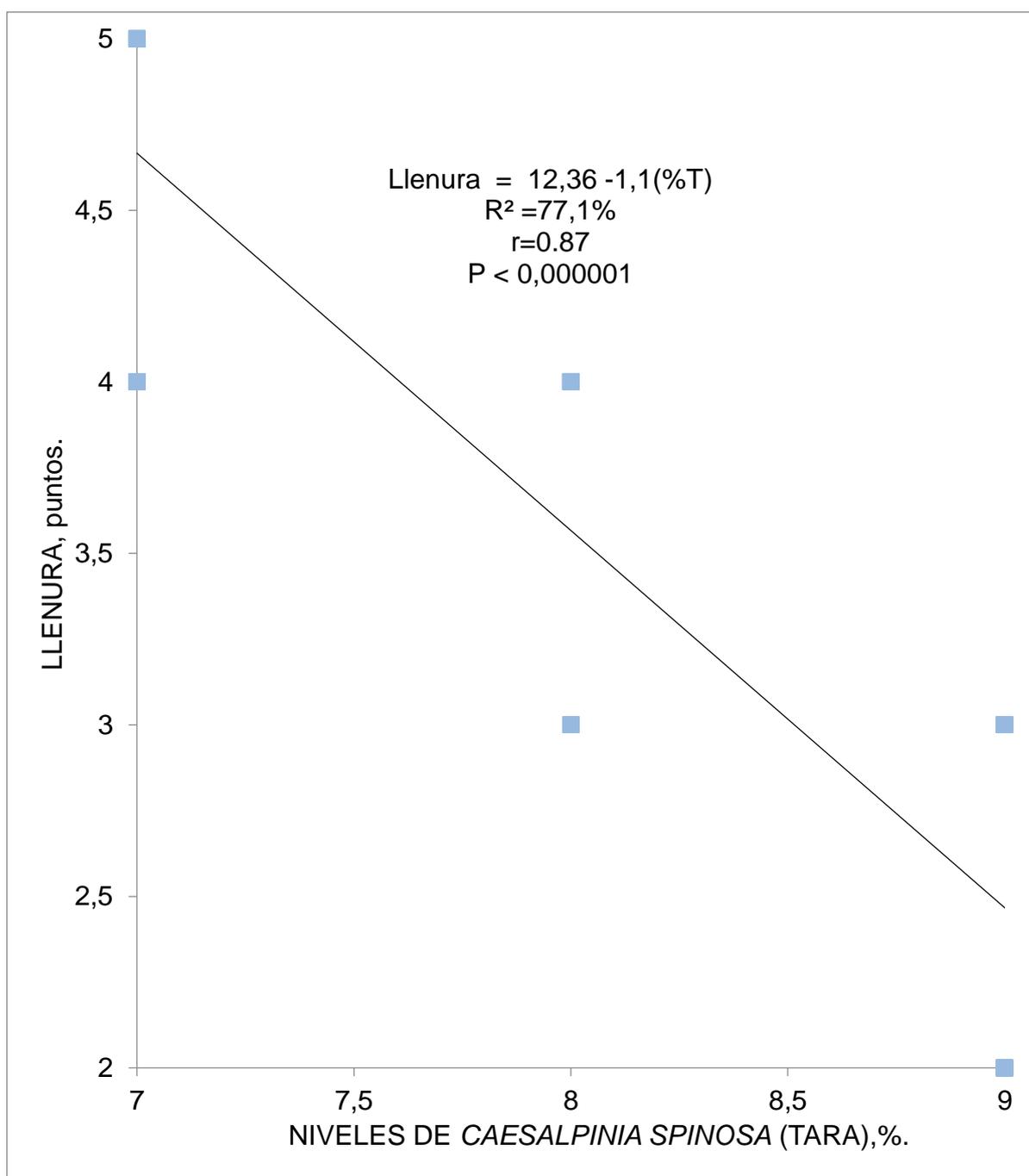


Gráfico 13. Regresión de la llenura de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

b. Por efecto de los ensayos

En la evaluación de los resultados obtenidos de la prueba sensorial de llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) con la adición del curtiente mineral Granofín F 90, no se presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre medias por efecto de los ensayos, sin embargo se pudo observar que la mejor respuesta de carácter numérico se estableció al curtir las pieles en el segundo ensayo presentando medias de 3,60 puntos y calificación muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), mientras tanto que la respuesta más baja de carácter numérico se pudo apreciar en las pieles curtidas en el primer ensayo cuyas medias fueron de 3,53 puntos; pero conservando la condición muy buena de acuerdo a la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 14.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos lotes de producción se puede concluir que los fenómenos que pudieron afectar la curtición de las pieles caprinas se lograron controlar y que todas las condiciones se pudieron replicar con gran éxito. Dentro del estudio de las nuevas tecnologías que se pueden utilizar en la curtición es de vital importancia el tener una receta que se pueda establecer para que la nueva tecnología tenga una aceptación y pueda darse su replicación en cualquier otra empresa o en cualquier curtiembre no solo en el país sino que a nivel mundial; para lo cual primero se evaluó que resultados pueda tener la piel dividiéndose en dos ensayos o lotes de producción; debido a que evaluando que tan contundente es la elaboración de las pieles en los dos lotes presentándose así que no se dé una variación significativa; pero es necesario resaltar que muchas veces al existir una variación siempre hace referencia no a la nueva tecnología que se está aplicando sino más bien a fallas en el proceso; estas pueden ser de carácter humano o de carácter mecánico ya que el curtidor está expuesto a fallar en mediciones de pH; temperatura; volúmenes o también puede darse por problemas en los bombos o fulones pero en la presente investigación estuvieron bien controlados todos los fenómenos que se citaron anteriormente.

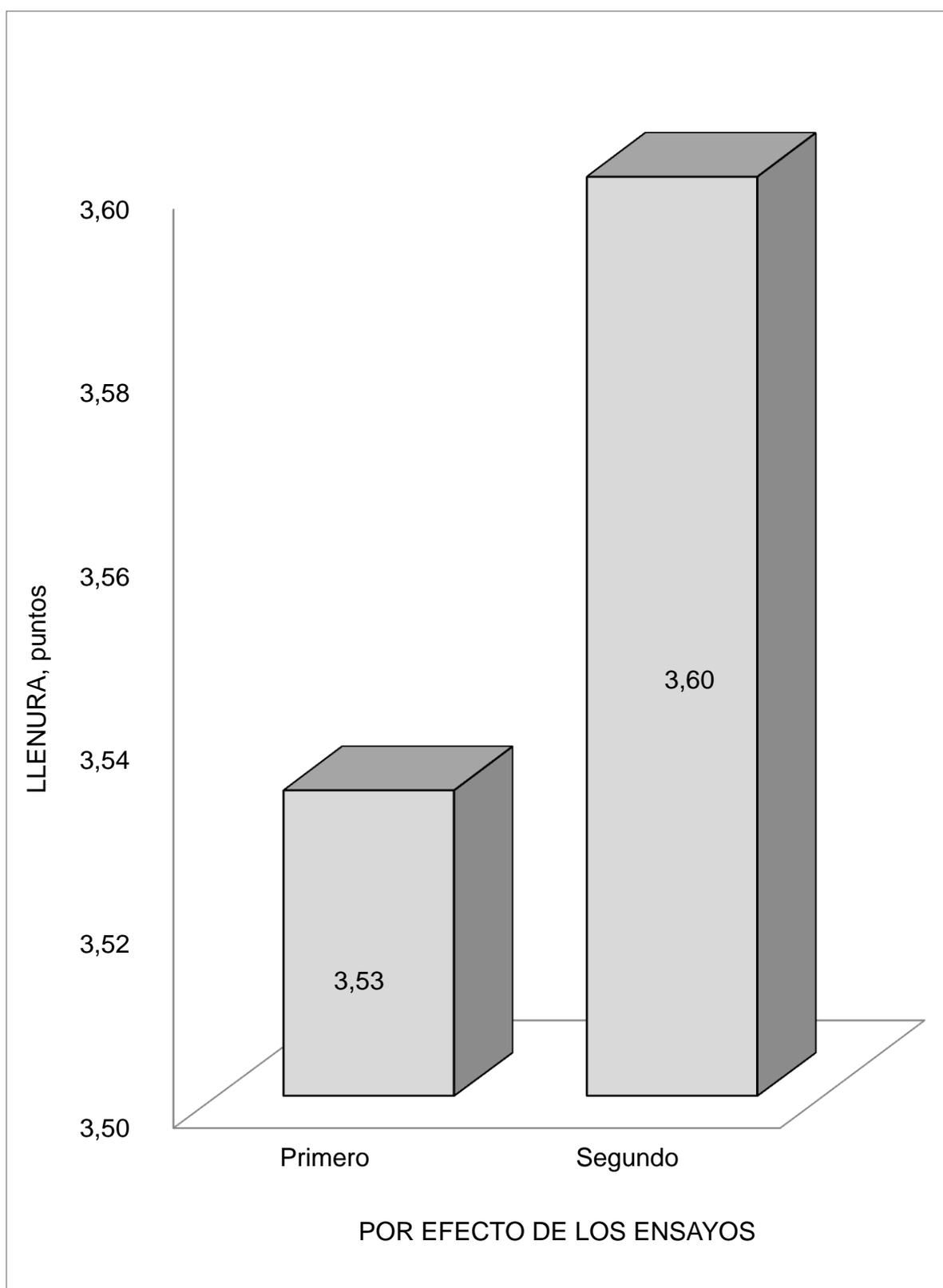


Gráfico 14. Comportamiento de la llenura del cuero caprino utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de granofín F 90, por efecto de los ensayos.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), más Granofín F 90 y los ensayos

Los valores medios reportados de la llenura de los cueros caprinos no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), y los ensayos, sin embargo de carácter numérico se registra las mejores respuestas al utilizar 7% de curtiente vegetal Tara en el segundo ensayo (7%E2), ya que el valor de sus medias fue de 4,80 puntos, y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), a continuación se ubican las respuestas al curtir las pieles caprinas con 7% de Tara en el primer ensayo (7%E1), cuya respuestas de sus medias fue de 4,40 puntos, y condición muy buena según la mencionada escala, en forma descendente el siguiente resultado se obtuvo en el análisis de las pieles curtidas con 8% de Tara tanto en el primero como en el segundo ensayo (8%E1 y 8% E2), ya que el valor de sus medias fue de 3,80 puntos y 3,60 puntos, respectivamente en tanto que las respuestas más bajas de llenura y que son indicativos de cueros muy armados y acartonados fueron registradas en los cueros curtidos con 9% de *Caesalpinia spinosa* tanto en el primero como en el segundo ensayo (9%E1 y 9%E2), 1), cuyas medias fueron de 2,40 puntos y condición baja, como se ilustra en el gráfico 15.

La información obtenida de las medias en la investigación permite afirmar que al utilizar menores niveles de Tara adicionando el 4% de Granofín F90 se obtienen mejores respuesta a la prueba sensorial de llenura, lo que puede deberse según Lacerca, M. (2003), a que durante la curtición al cromo pueden añadirse productos que den a la piel características de base distintas a las de la curtición al cromo. Los productos escogidos, en general, deben ser compatibles con las sales de cromo y no producir precipitaciones, o en todo caso que éstas sean lentas y débiles, para conseguir la penetración plena de los curtientes en la superficie del cuero, sin producir el relleno excesivo, tal es el caso de la combinación de curtientes con base de sales de cromo más taninos vegetales como es la tara cuyo principal objetivo es evitar los picos de pH, para que los curtientes ingresen en forma homogénea al tejido interfibrilar.

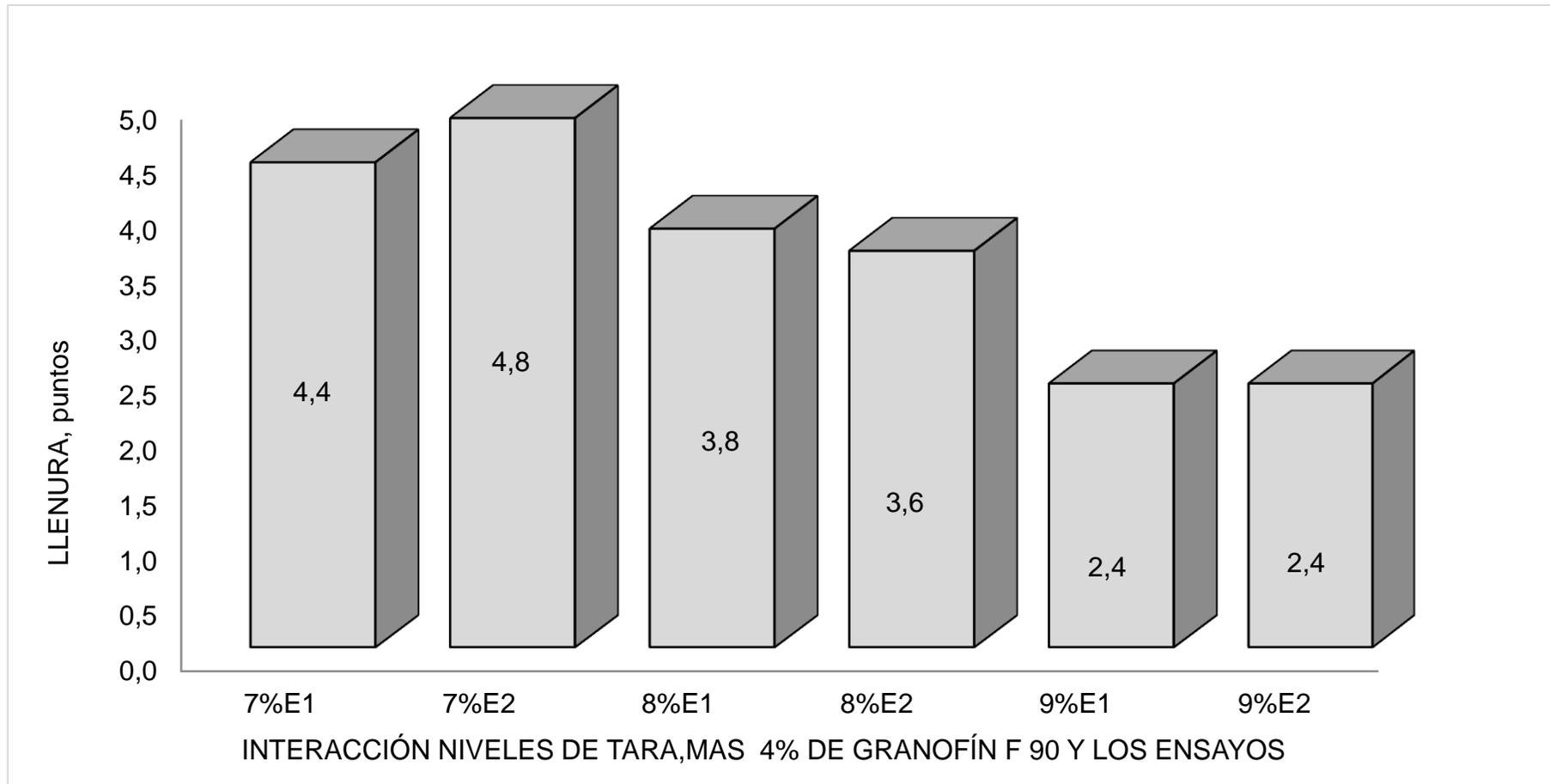


Gráfico 15. Comportamiento de la llenura de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90, y los ensayos.

2. Redondez

a. Efecto de los niveles de *Caesalpinia Spinoza* (Tara), mas Granofín F 90

Los valores medios reportados de la redondez de las pieles caprinas según la prueba Kruskal Wallis, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de curtiente vegetal Tara adicionando 4% de Granofín F90, por lo tanto al realizar la separación de medias según Duncan se aprecia las respuestas más altas al curtir las pieles con 9% de curtiente vegetal Tara más Granofín F90(T1), ya que el valor de sus medias fue de 4,70 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), posteriormente se registró la redondez al curtir las pieles con 8% de curtiente vegetal *Caesalpinia spinoza* (T2), cuyas medias registraron valores de 3,60 puntos y calificación muy buena, según la mencionada escala en tanto que las respuestas más bajas a la prueba redondez de las pieles caprinas se establecieron al curtir con 7% de tanino vegetales más Granofín F 90 (T1) cuyas medias alcanzaron los valores de 3,0 puntos, y calificación baja, como se reporta en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 16, es decir cueros muy rígidos, con baja capacidad de arqueado, que no podrían servir para la confección de calzado, ya que no se moldearían a la forma del pie y mucho menos al paso, por lo que producirán molestias al usuario. Por lo cual partiendo de las respuestas antes enunciadas se puede afirmar que para cueros con mejores respuestas a la prueba de redondez se recomienda utilizar mayores niveles de curtientes vegetales en combinación con 4% de Granofín F 90.

Lo que es corroborado con lo señalado por Thorstensen, E. (2002), quien menciona que la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por presentar entre las fibras, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor y por ende menor redondez. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas, máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se presente. Con la aplicación de curtientes

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia Spinosa* (TARA), MÁS 4% DE GRANOFIN F 90, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES	NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA),%.		EE	Prob.	Sign.
	Primer Ensayo	Segundo Ensayo			
	E1	E2			
Llenura, puntos	3,53 a	3,60 a	0,13	0,7268	ns
Redondez, puntos	3,67 a	3,87 a	0,14	0,3137	ns
Finura de flor, puntos	3,73 a	3,467 a	0,13	0,1701	ns

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

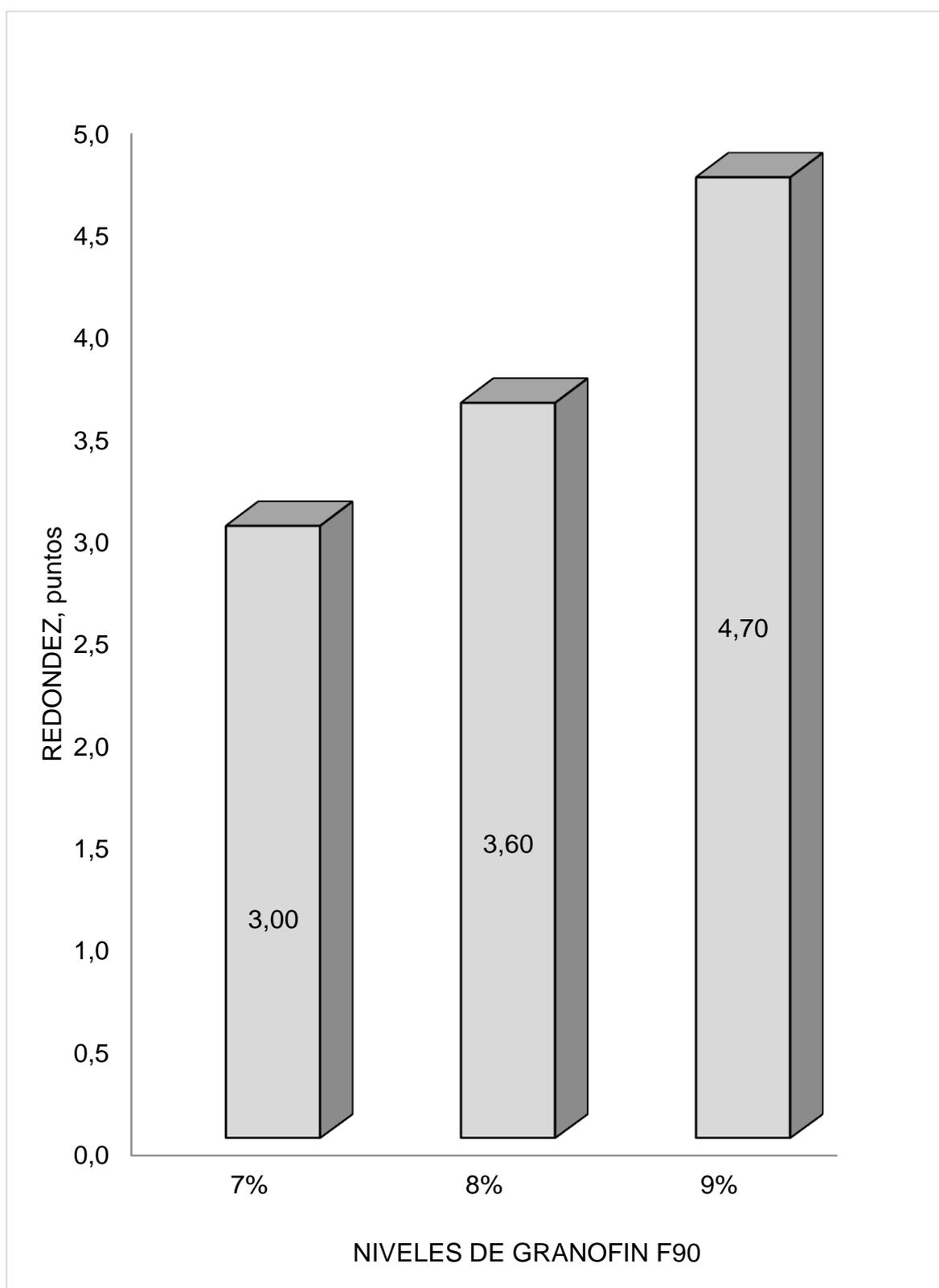


Gráfico 16. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofin F 90.

vegetales en donde sus principales principios activos o las moléculas que entran en reacción química con las fibras de colágeno son las polifenoles que son compuestos orgánicos que actúan en la transformación de la piel en cuero debido a que forman compuestos muy estables al curtir que no pueden ser separados por el efecto del agua o de otros químicos que se añaden en los procesos anteriores y posteriores a la curtición; y esto le representa la principal ventaja sobre el curtiente cromo ya que el cromo al ser un compuesto inorgánico o una sal que se utiliza en el proceso de curtición al ponerlo en contacto con el agua o con otras sales inorgánicas que intervienen en proceso anteriores arrastran a partes del cromo dejando al cuero muy vacío y el evaluador al deslizar la mano sobre este cuero va a remitir que es muy vacío o que tiene poca redondez mientras que los taninos vegetales quedan muy estables y al evaluar se va a tener respuestas elevadas a la prueba de redondez.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 17, determino una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 3,03 puntos la llenura se eleva en 0,85 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente tara en combinación con Granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 61,8% mientras tanto que el 38,2% , 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:

$$\text{Redondez} = - 3,03 + 0,85(\%T)$$

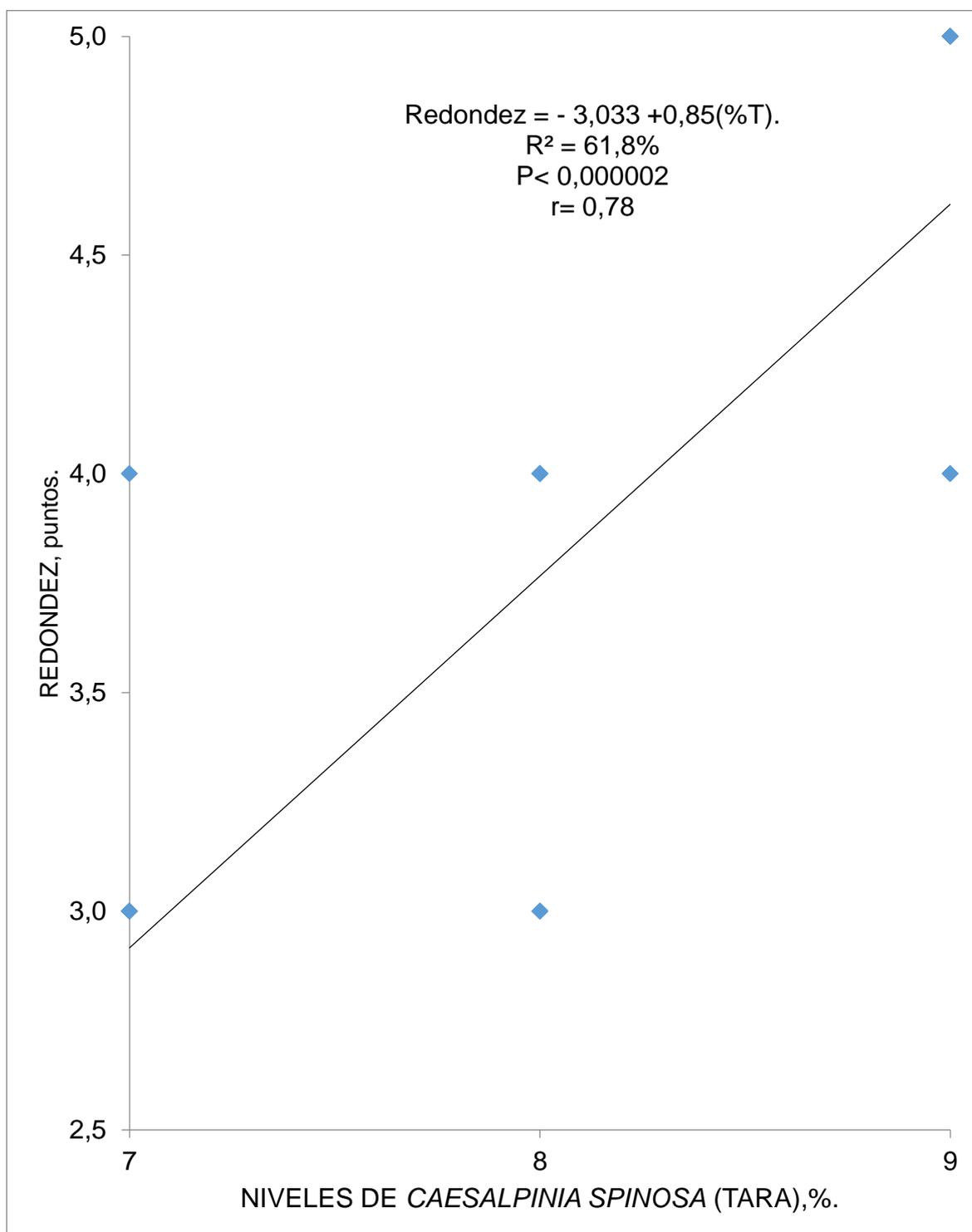


Gráfico 17. Regresión de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

b. Por efecto de los ensayos

en la evaluación estadística de los valores medios de redondez de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa* (tara), más la adición de curtiente mineral Granofín F90 no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre medias por efecto de los ensayos, sin embargo en cuanto al análisis numérico se puede observar la mejor respuesta al curtir las pieles caprinas en el segundo ensayo (E2), cuyas medias fueron de 3,87 puntos y calificación muy buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2015), y que descendieron a 3,67 puntos en las pieles curtidas en el primer ensayo (E1), como se ilustra en el gráfico 18, y que fueron las respuestas más bajas reportadas para la prueba redondez; sin embargo se aprecia que la variación entre los lotes de producción fue mínima (0,20 puntos), lo cual no representa ser mayor problema para difundir la receta obtenida en la presente investigación; afirmándose por lo tanto que las condiciones experimentales fueron bien controladas y que no hubo circunstancias que pudiera haber alterado los resultados generando así una exitosa reproducción de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara entre los dos lotes de producción.

Uno de los procesos más comunes que pueden alterar la reproducción de los lotes de producción es el efecto mecánico que consiste en el tiempo y potencia que se debe aplicar en los fulones o bombos que son las principales maquinas que se utilizan para la curtición de cualquier tipo de piel; uno de los principales problemas es el tiempo que se ocupa para que el curtiente o los otros productos traspasen la piel y cumplan su función para que esto se de la piel debe estar girando en el bombo pero son procesos muy largos ya que algunos requieren hasta de dos días con espacios intermitentes entre este tiempo por lo cual resulta cansado para el curtidor estar observando cada piel y que exista el espacio adecuado para que la piel repose ya que si se expone mayor y tiempo a los agentes químicos se pueden dar problemas como soltura de flor , estallido de flor entre otros, o simplemente que el curtiente ingrese demasiado en la piel perdiendo la redondez natural e ideal para la confección de calzado.

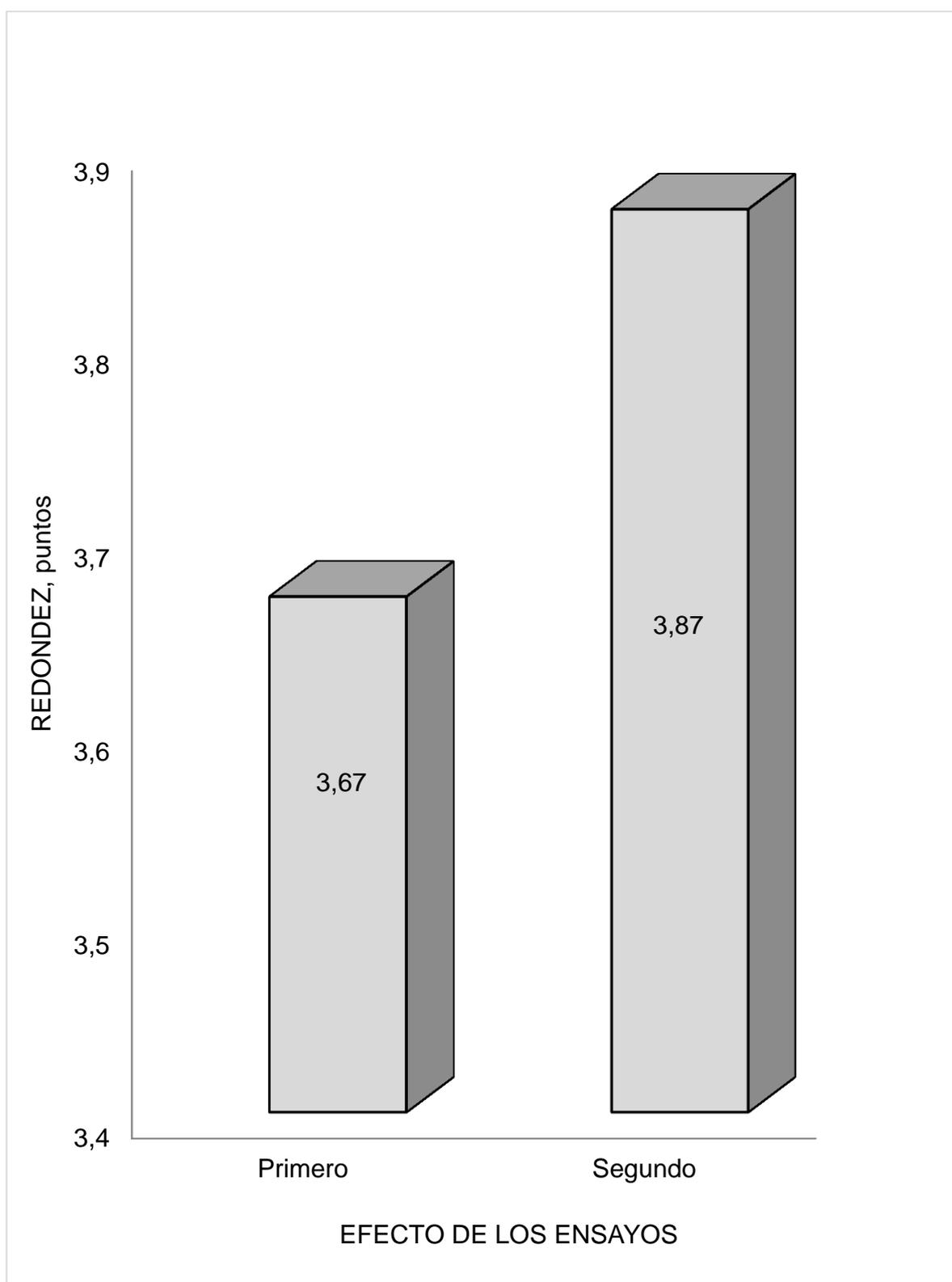


Gráfico 18. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de *Caesalpinia Spinosa*(Tara), más Granofín F 90 y los ensayos

En la valoración de las respuestas de redondez de los cueros caprinos no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de curtiente mineral Granofín F90, y los ensayos sin embargo de carácter numérico se aprecia las mejores respuestas al utilizar 9% de curtiente vegetal Tara en el primer ensayo (9%E1), ya que el valor de sus medias fue de 4,80 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), a continuación se ubicaron los resultados al curtir las pieles con el nivel antes mencionado pero en el segundo ensayo (9%E2), cuya respuestas de sus medias fue de 4,60 puntos, y conservando la condición de muy buena según la mencionada escala, el siguiente resultado se registró en el análisis de las pieles curtidas con 8% de Tara tanto en el primero como en el segundo ensayo (8%E1 y 8% E2), ya que el valor de sus medias fue de 3,60 puntos, en los dos casos antes mencionados, y condición muy buena, posteriormente se ubicaron los reportes de las medias al curtir con 7% de *Caesalpinia spinosa* en el segundo ensayo (7%E2), con medias de 3,40 puntos y condición buena, mientras tanto que la respuesta más baja se obtuvo en las pieles al curtir con 7% de Tara en el primer ensayo (7%E1), ya que el valor numérico de sus medias fue de 2,60 puntos, y condición baja, como se ilustra en el gráfico 19, según la información obtenida de las medias en la investigación se puede concluir que al utilizar mayores niveles de Tara adicionando el 4% de Granofín F90 se obtienen mejores respuesta a la prueba sensorial redondez

La utilización de una curtición mixta favorece la condición del ambiente circundante a la tenería ya que constituye una tecnología más limpia que permita instaurarse en curtiembres debido a que no contamina y si nos referimos al carácter económico resulta no ser demasiado costoso por lo cual se pueden entregar al mercado pieles ecológicas de muy buena calidad, para la confección de calzado.

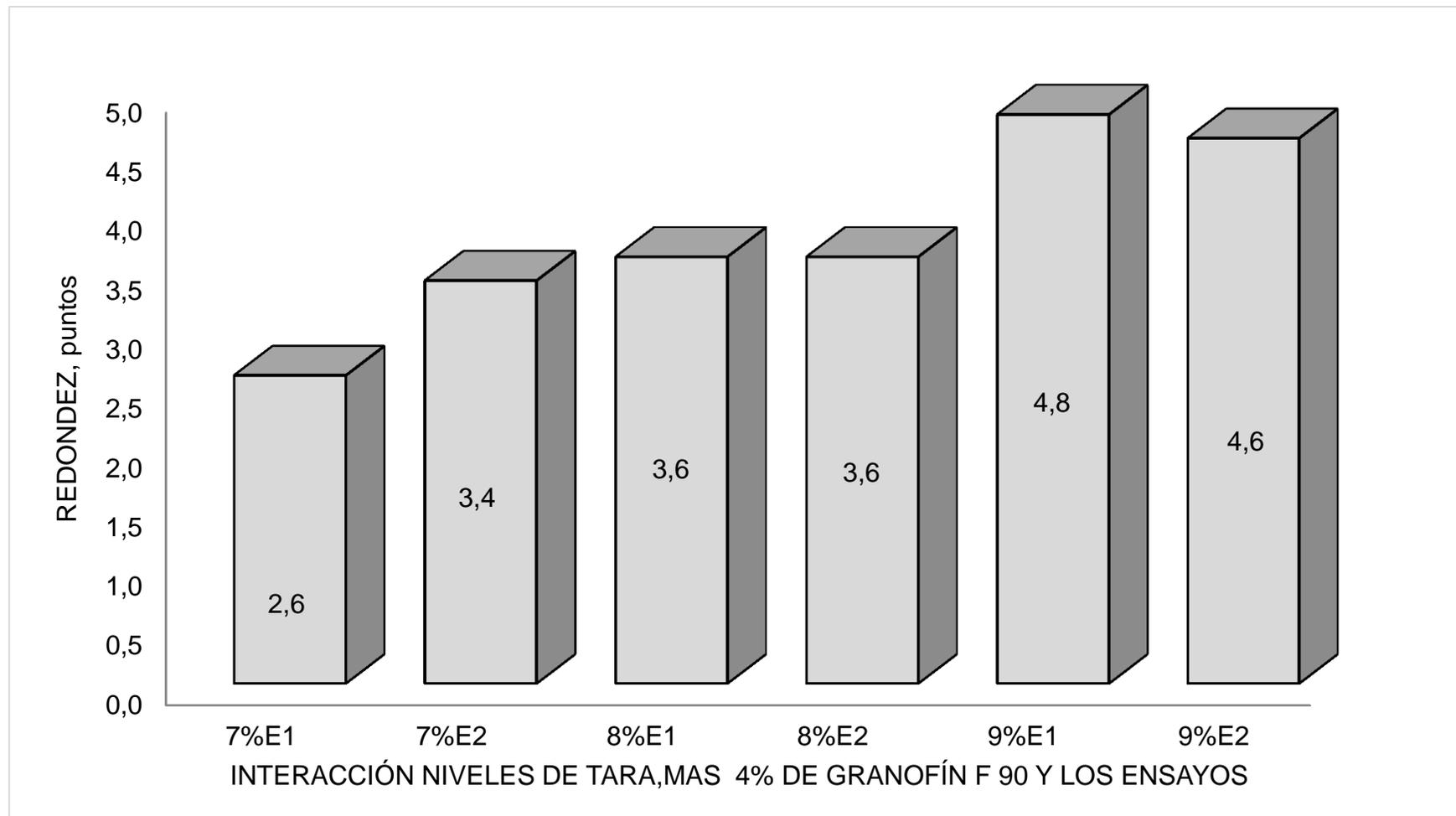


Gráfico 19. Comportamiento de la redondez de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con Granofín F 90 y los ensayos.

3. Finura de Flor

a. Por efecto de los niveles

La evaluación estadística de los resultados obtenidos de finura de flor de las pieles caprinas reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre medias por efecto de la aplicación de una curtición mixta conformada con diferentes niveles de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de curtiente mineral granofín F90 y los ensayos; de acuerdo, a la separación de medias se aprecia que la mejor respuesta se alcanzó al curtir con 7% de tara más la adición de granofín F90 (T1), cuyas medias fueron de 4,5 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), y que disminuyen a 3,60 puntos al curtir las pieles con 8% de *Caesalpinia spinosa* (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir las pieles con 9% de taninos vegetales (T3), cuyo valor fue de 2,70 puntos y calificación buena, como se reporta en el cuadro 10, y se ilustra en el gráfico 20.

De acuerdo a los valores obtenidos de finura de flor de las pieles caprinas se recomienda utilizar mayores niveles de curtiente vegetal ya que se registraron las respuestas más altas de la investigación, lo que es corroborado con las afirmaciones de Thorstensen, E. (2002), quien menciona que en general las pieles curtidas al vegetal tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro que los extractos vegetales llenan mucho a las pieles, únicamente si se ha producido una curtición muerta, puede darse el caso de soltura de flor. Debido al relleno que da la curtición vegetal la flor no tiene tendencia a ser fina, pero como no es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan fina como en las pieles al cromo. Los extractos vegetales al dar compacidad favorecen el esmerilado y por lo tanto pieles curtidas al vegetal se esmerilan bien dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck curtido al vegetal. Es interesante conseguir que los productos que se empleen en la curtición o recurtición, protejan a la flor de rellenos innecesarios, producidos por otros productos empleados buscando otros fines. También son útiles los

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA DE GRANOFIN F 90, MÁS TRES DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA*(TARA), POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE GRANOFIN F90 Y LOS ENSAYOS.

variables	NIVELES DE GRANOFIN F 90												EE	Prob	Sign
	7%E1		7%E2		8%E1		8%E2		9%E1		9%E2				
Llenura	4,40	a	4,80	a	3,80	a	3,60	a	2,40	a	2,40	a	0,23	0,4297	ns
redondez	2,60	a	3,40	a	3,60	a	3,60	a	4,80	a	4,60	a	0,24	0,1058	ns
Finura de flor	4,60	a	4,40	a	3,80	a	3,40	a	2,80	a	2,60	a	0,23	0,8831	ns

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

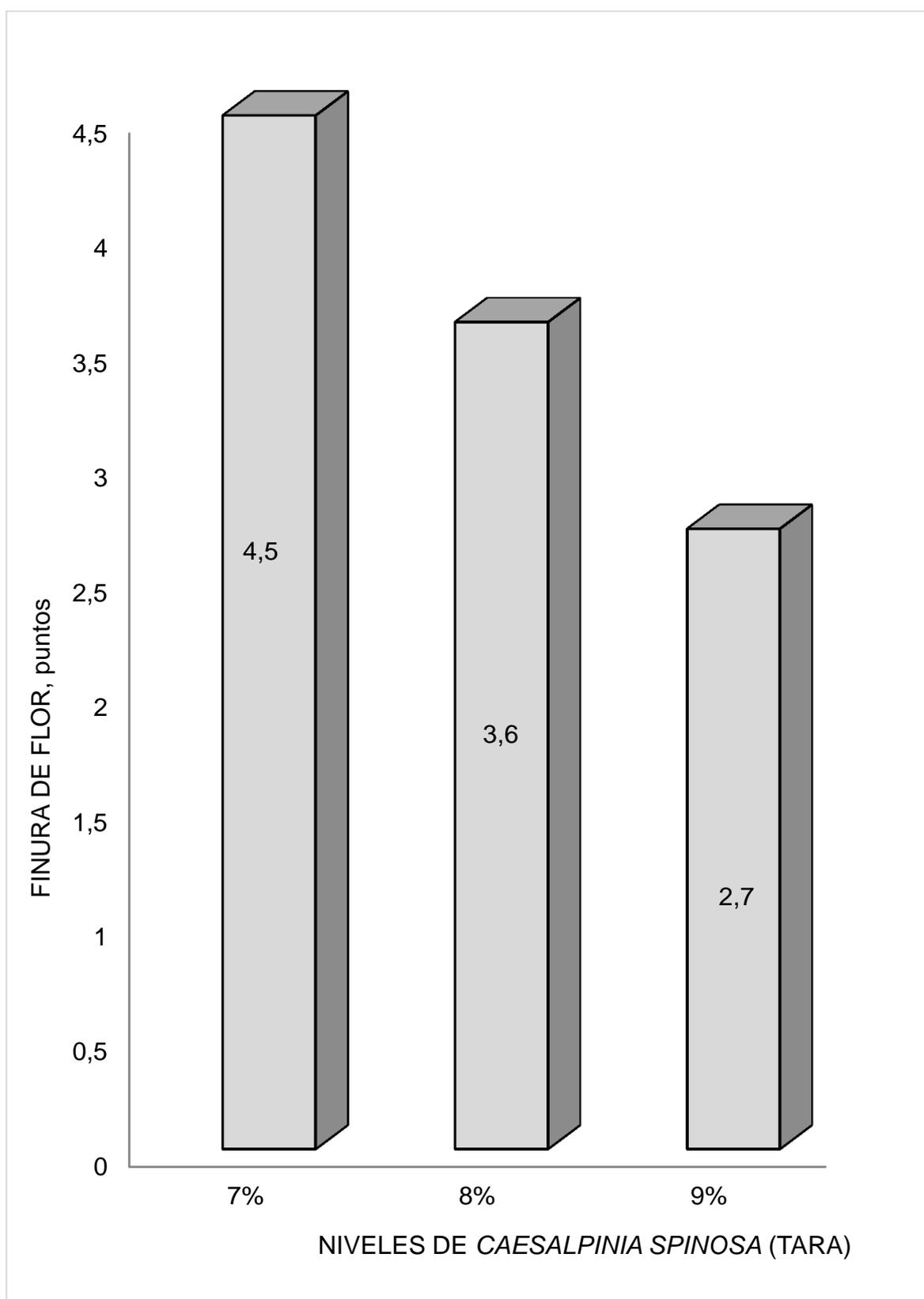


Gráfico 20. Evaluación de la finura de flor de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta de GranofínF90, más tres diferentes niveles de *caesalpinia spinosa* (tara).

productos que solo comunican compacidad a la piel y con ello adelgazan hasta cierto punto la flor, disminuyendo su relieve y dándole un aspecto más cerrado. El empleo de productos de peso molecular pequeño que pueden tener poder curtiente o no, puesto que solo interesa que tengan cierta afinidad con la fibra y no es necesario que tengan poder rellenante.

El análisis de regresión para la finura de flor de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado que se ilustra en el gráfico 21, se determinó una tendencia lineal altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 10,80 puntos, la finura de flor decrece en 0,9 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente vegetal Taras en combinación con Granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 69,8% mientras tanto que el 30,2% , 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, dando como resultado cueros en los que la flor se presenta demasiado áspera y se puede producir daños al ser sometido a la mínima tensión . La fórmula para la regresión lineal aplicada fue:

$$\text{Finura de Flor} = 10,8 - 0,9 (\%T)$$

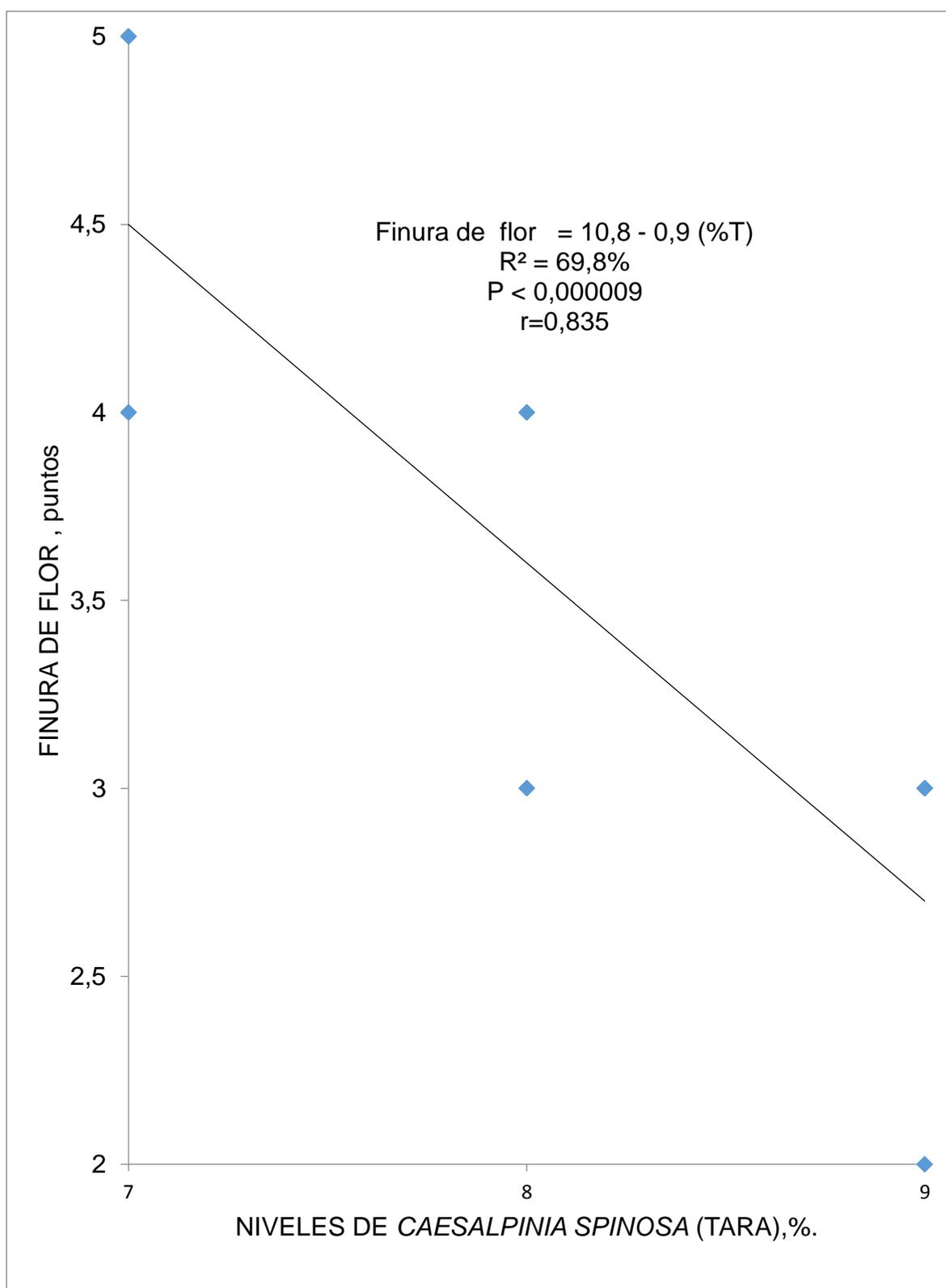


Gráfico 21. Regresión de la redondez de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofin F 90.

b. Por efecto de los ensayos

En la evaluación de los resultados obtenidos de la prueba sensorial de finura de la flor de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de curtiente vegetal Tara más 4% de curtiente mineral Granofín F90, no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico aprecia la mejor respuestas al curtir las pieles caprinas del segundo ensayo ya que sus medias fueron de 3,47 puntos y calificación buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), y la respuesta más baja se alcanzó en las pieles del primer ensayo cuyas medias fueron de 3,73 puntos como se ilustra en el gráfico 22, afirmando así que las condiciones experimentales estuvieron controladas de manera óptima y que se pudo dar sin mayor inconveniente la replicación de los dos lotes de producción.

Según <http://www.cueroamerica.com>.(2012), desde que el hombre comenzó su vida en la tierra ha sido de fundamental importancia el uso de las pieles animales ya que han provisto de protección y calor al hombre primitivo lo cual ha sido fundamental para la supervivencia; en el principio solo usaban pieles sin tratar pero de vez en cuando los humanos se topaban con plantas que contenían taninos vegetales que al entrar en contacto con la piel la transformaban en cuero imputrescible esto generaba que las pieles duren más y no sean toxicas para el usuario por lo cual se inició el estudio de las propiedades de estos elementos muy amigables con el medio ambiente ya que el cromo está muy castigado en las formulaciones de curticiones por sus efectos altamente contaminantes, para obtener una finura de flor adecuada para cueros destinados a la confección de calzado puede ser útil cualquier producto que pueda dar al cuero un aumento de la compacidad y de relleno del mismo, puesto que de lo que se trata es de disminuir la movilidad de las fibras y su flexibilidad todas estas consideraciones deberán tomarse muy en cuenta el momento de la producción del cuero así como también los procesos y los tiempos de rodado de los productos y materia prima para: en conjunto crear paquetes tecnológicos que puedan ser replicados en cualquier condición de tiempo y espacio para satisfacer las necesidades del mercado .

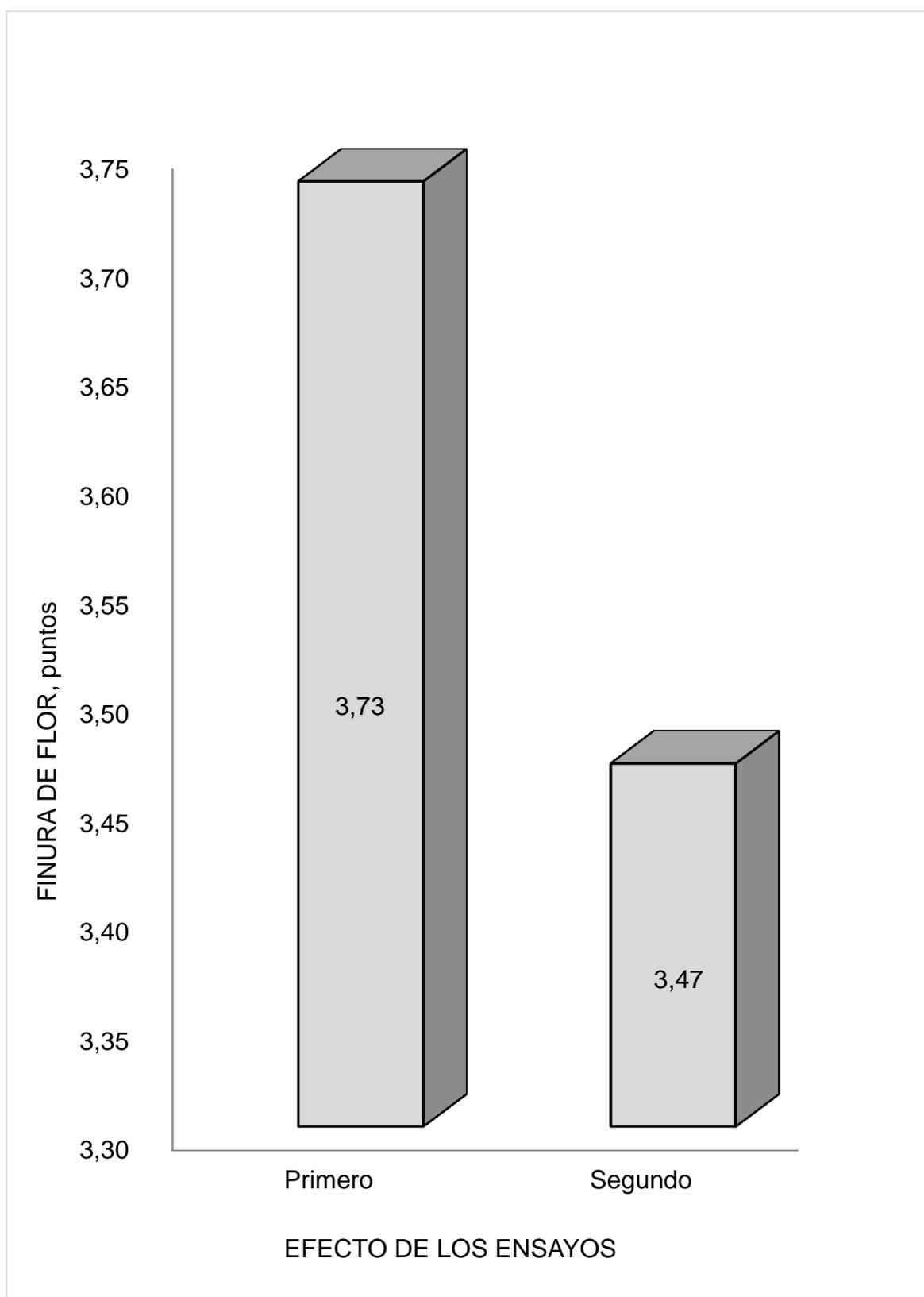


Gráfico 22. Comportamiento de la finura de flor de los cueros caprinos utilizando una curtición mixta con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 4% de Granofín F 90, por efecto de los ensayos.

c. Por efecto de la interacción entre los niveles de Tara (*Caesalpinia Spinosa*) más Granofín F 90 y los ensayos

La evaluación de la finura de flor de las pieles caprinas no reportó diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de Tara combinada con granofín F 90, y los ensayos sin embargo de carácter numérico se aprecia las respuestas más altas en el lote de producción del tratamiento T3 en el primer ensayo (7%E1), ya que las medias fueron de 4,60 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), al igual que los registros reportados en el tratamiento en mención pero en el segundo ensayo (7%E2), ya que las medias fueron de 4,40 puntos, pero condición muy buena según la mencionada escala, a continuación se aprecian las respuestas registradas en el lote de producción del cuero del tratamiento T2 tanto en el primero como en el segundo ensayo (8%E1 y 8%E2), ya que las medias fueron de 3,80 puntos y 3,40 puntos respectivamente y condición que va de muy buena a buena en su orden, en tanto que los reportes de finura de flor más bajos fueron registradas con la aplicación de mayores niveles de curtiente vegetal tara en combinación con granofín F 90 ya que las medias fueron de 2,80 puntos para el primer ensayo y 2,60 puntos en el segundo ensayo, como se ilustra el gráfico 23, y con calificaciones que van de buena a baja respectivamente, siendo este segundo lote de producción los registros más bajos de la investigación.

Por lo tanto de los reportes antes mencionados se desprende que para obtener una mayor puntuación de finura de flor de los cueros caprinos será recomendable la aplicación de niveles más bajos de curtiente vegetal y mineral que conforman una curtición mixta, que es la encargada de producir una materia prima de alta calidad pese a las variantes que introducen factores como la moda, el diseño de los modelos, el procedimiento de fabricación, y el precio, se comprenderá que los materiales utilizados en cada caso deberán satisfacer tanto en fabricación como en uso unas exigencias y solicitudes muy distintas, por parte del confeccionista o mucho más exigentes del usuario ya que son artículos que serán utilizados por tiempos prolongados de uso.

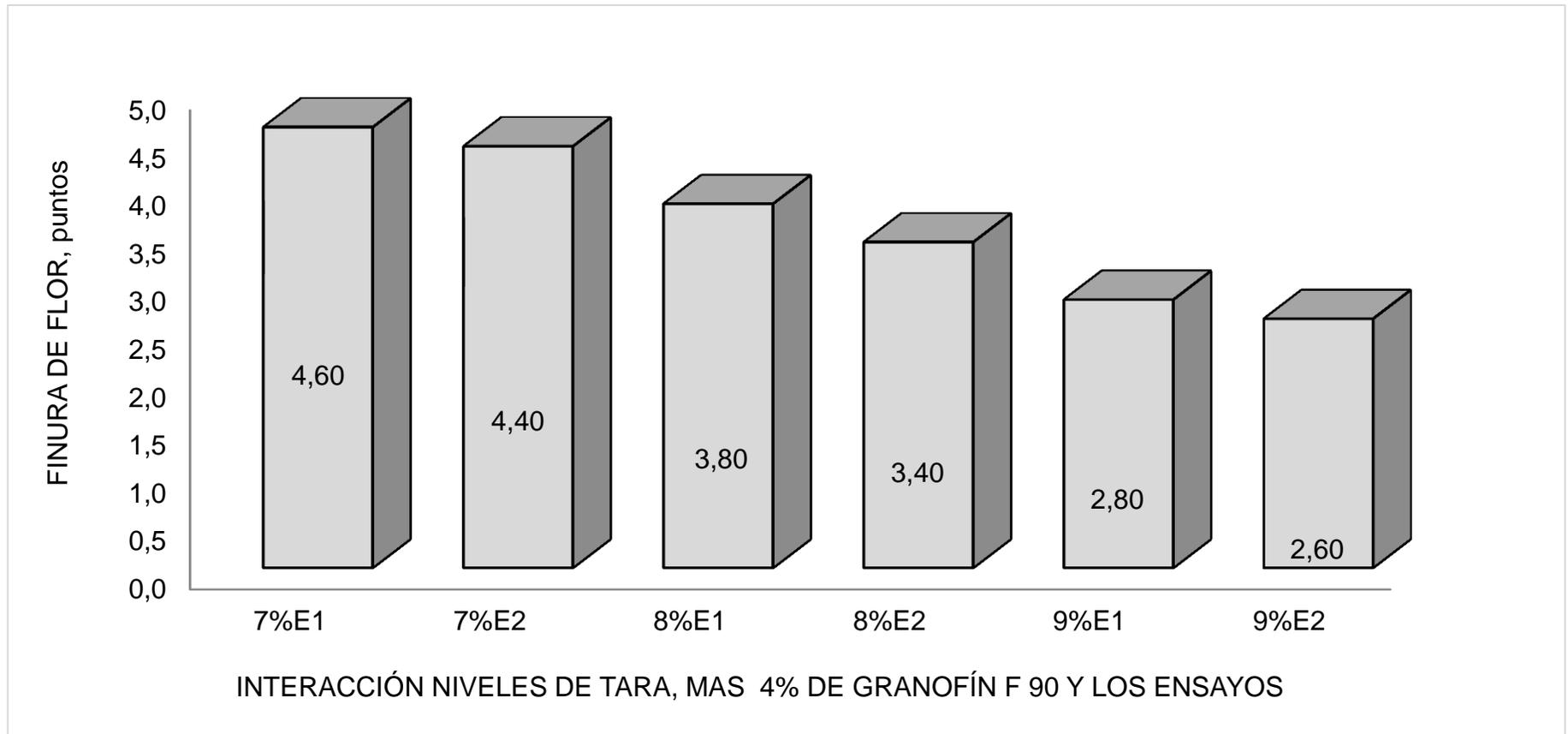


Gráfico 23. Comportamiento de la finura de flor de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*(tara), en combinación con granofín F 90 y los ensayos.

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, CURTIDOS CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), EN COMBINACIÓN CON GRANOFÍN F 90.

Para evaluar la correlación que existe entre las características físicas y sensoriales de los cueros caprinos, curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con granofín F 90, se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se describe en el cuadro 11, identificándose los siguientes resultados:

La correlación que se aprecia entre el porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90 y las resistencias físicas tanto de porcentaje de elongación como de temperatura de encogimiento fue baja ya que las diferencias no fueron significativas tanto para el análisis de varianza como para el coeficiente correlacional, por lo tanto no se puede hacer inferencias sobre la actuación de cada una de las variables dependientes en función de las variables independientes.

El análisis de la correlación que existe entre el porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, utilizado en la curtición de las pieles caprinas con la variable física de resistencia a la tensión registró una relación alta positiva directamente proporcional de dependencia, con un coeficiente de $r = 0,48^{**}$ revelando que al haber un mayor porcentaje de curtiente tara utilizado en la curtición existirá un incremento en la resistencia a la tensión de las pieles caprinas ($P < 0.01$).

En la interpretación de la correlación existente entre el porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90 utilizado en la curtición mixta de las pieles caprinas y la calificación sensorial de llenura reportó una relación positiva alta ($r = 0,88^{**}$), deduciendo que a mayor porcentaje de tara en el curtido de las pieles caprinas se evidenciara una mayor calificación de llenura de las pieles. ($P < 0,01$).

Cuadro 11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA*(TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90.

	Niveles	Ensayos	Resistencia a la Tensión	Llenura	Redondez	Finura de flor
Niveles	1	1	**			
Ensayos		1	**	**	**	*
Resistencia a la Tensión	- 0,48	- 0,08	1	**	**	**
Llenura	- 0,88	0,03	- 0,06	1		
Redondez	0,79	0,11	0,08	-0,63	1	
Finura de flor	-0,84	-0,15	0,06	0,7	-0,55	1

La correlación existente entre el porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, y la redondez del cuero caprino se estableció una relación positiva altamente significativa ($r = 0,79$), que infiere que con el incremento de curtiente vegetal y mineral produce una elevación de la calificación de redondez del cuero ($P < 0,01$).

Finalmente la relación que se identifica entre el porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, y la característica sensorial de finura de flor infiere una relación positiva alta ($r = 0,84$), que determina que con el incremento del porcentaje de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, utilizado en la curtición mixta de las pieles caprinas existe una elevación de la calificación de finura de flor, ($P < 0.001$).

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar la evaluación económica de los cueros curtidos con diferentes niveles de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, que se reporta en el cuadro 12, se determinó como egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos entre otros valores de 263,64 dólares para el tratamiento T1 (7%), 267,64 dólares americanos para el tratamiento T2 (8%), y finalmente 271,64 dólares para el tratamiento T3 (9%), mientras tanto que los ingresos resultado de la venta de excedente de cuero y de productos confeccionados como son calzado están en el orden de 338 dólares para el tratamiento T1 (7%), 334 dólares para el tratamiento T2 y 322 dólares para el tratamiento T3. Una vez conocidos los egresos y los ingresos de la curtición de 30 pieles caprinas de determino la relación beneficio costo y que correspondió a 1,28 para el tratamiento T1 es decir que por cada dólar invertido se espera un margen de ganancia o rentabilidad del 28% que es la respuesta más alta, y que desciende a 1,25 o una utilidad del 25% en los cueros del tratamiento T2 (8%), en tanto que las respuestas menos eficientes fueron registradas el lote de producción del tratamiento T1 (7%), ya que la relación beneficio costo fue de 1,19 o lo mismo que decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad o ganancia del 19%.

Cuadro 12. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO UTILIZANDO UNA CURTICIÓN MIXTA CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), MAS 4% DE GRANOFIN F 90

CONCEPTO	NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (tara).		
	7%	8%	9%
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas	10	10	10
Costo por unidad de piel caprina	5	5	5
Valor total de las pieles caprinas	50	50	50
Productos para el remojo	35,5	35,5	35,5
Productos para pelambre	36,8	36,8	36,8
Productos para el curtido (7,8 y 9%)	31,14	35,14	39,14
Productos para acabado en húmedo	38,98	38,98	38,98
Productos para el acabado en seco	31,22	31,22	31,22
Alquiler de Maquinaria	40	40	40
TOTAL DE EGRESOS	263,64	267,64	271,64
INGRESOS			
Total de cuero producido	159	152	156
Costo cuero producido pie ²	1,66	1,76	1,74
Cuero utilizado en confección	50	40	45
Excedente de cuero	109	112	111
Venta de excedente de cuero	218	224	222
Venta de artículos confeccionados	120	110	100
Total de ingresos	338	334	322
Beneficio costo	1,28	1,25	1,19

De los reportes antes mencionados se aprecia que al aplicar niveles bajos de *Caesalpinia Spinosa*(7%), se percibe la mayor rentabilidad del proceso productivo de transformación de piel caprina en cuero de buena calidad, y que resulta sumamente atractiva tomando como premisa que el tiempo de recuperación del capital es relativamente corto, ya que está bordeando los cuatro meses aproximadamente desde el momento que la piel ingresa a la fábrica hasta cuando se aplican las ultimas capas del acabado, para que se realice la comercialización y posteriormente la confección de calzado, además se debe tomar en cuenta que la demanda de productos de primera calidad son cada vez más altas ya que estamos en un mundo competitivo en el cual se han multiplicado no solamente los temas de calidad si no de contaminación ambiental por lo tanto desde este aspecto resulta también rentable incursionar en la aplicación de tecnologías que produzcan la reducción en la fuente de los residuos y sobre todo generen una mayor utilidad al evitar gastos de mitigación de los procesos productivos que resultan más altos con la aplicación de curtientes que tienen como base única el cromo .

V. CONCLUSIONES

- Al realizar la curtición mixta de pieles caprinas se determinó que el nivel más adecuado fue 7% de *Caesalpinia spinosa* (Tara), en combinación con 4% de Granofín F 90 (T1), ya que el cuero producido es de primera calidad y el calzado que se confeccionó fue el adecuado para ser comercializado en mercados exigentes tanto nacionales como internacionales, y sobre todo se sustituye la curtición al cromo que resulta contaminante.
- La evaluación de las resistencias físicas determinaron que la aplicación de 7% de Tara, proporciona la mayor resistencia a la tensión, (3140,69 N/cm²), porcentaje de elongación (53,67%), en tanto que con la aplicación de 9% de tara (T3), se consigue mayores temperaturas de encogimientos, sin embargo los datos reportados superan con las normativas del cuero.
- El análisis sensorial del cuero caprino determinó las calificaciones más altas al utilizar en la curtición mixta el 7% de Tara, ya que se obtiene una mejor llenura (4,60 puntos), y finura de flor (4,50 puntos), en tanto que la mejor redondez fue reportada en los cueros del tratamiento T3 (9%), puesto que la calificación media fue de 4,70 puntos: observándose en todos los casos en estudio una calificación de excelente.
- El efecto que registra la replicación de la investigación no reporta diferencias estadísticas ya que se controló estrictamente cada uno de los procesos de producción para conseguir normalizar tanto las resistencias físicas como las calificaciones sensoriales del cuero.
- En la evaluación económica de la producción de un cuero de muy buena calidad se determinó una relación beneficio costo de 1,28 para el tratamiento T1 (7%), y que es la mayor rentabilidad ya que representa un margen del 28% de ganancia por cada dólar invertido.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados antes reportados se derivan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar niveles más bajos de Tara (7%), en combinación con 4% de curtiente mineral Granofín F 90, ya que se consigue elevar la clasificación de pieles y producir únicamente un material de primera calidad.
- Para mejorar las resistencias físicas del cuero es aconsejable utilizar niveles bajos de curtiente vegetal Tara (7%), que se lo combina con 4% de Granofín F 90, ya que las respuestas obtenidas de las resistencias físicas superar los umbrales permisibles por las normas de calidad del cuero destinado a la confección de calzado.
- Al curtir pieles caprinas es recomendable utilizar el 7% de Tara (*Caesalpinia spinosa*), ya que se mejora notablemente las características sensoriales del cuero determinando una mayor aceptación por parte del juez calificador y por ende se proyecta la preferencia tanto de los artesanos como de consumidor para los cueros curtidos con bajos niveles de tara.
- Utilizar una curtición mixta ya que se refuerza el efecto que presenta una curtición vegetal que en ciertas ocasiones y para diferentes tipos de cuero resulta muy débil, con un curtiente mineral que está compuesto por sales de cromo autobasificantes como es el Granofín F 90, que no eleva el contenido de contaminantes presentes en el baño residual del curtido de las pieles caprinas.
- Aplicar una curtición mixta con 7% de Tara más 4% de Granofín F 90, ya que se produce un cuero de mayor calidad y por ende su costo de venta al público se eleva proporcionando un margen de rentabilidad que supera al de otras actividades industriales similares.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
2. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenerife. 1a ed. Igualada, España. Edit Romanya-Valls. pp 105,199, 215.
3. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, ComisiónRelocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. Pp 30 – 43.
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. BUXADÉ, C. 2004. Tomo VIII. Producción Ovina. En Zootecnia: bases de producción animal. Ediciones Mundi Prensa, Madrid-España.
6. CASA QUIMICA BAYER. 2007. Curtir, Teñir, Acabar. 2a ed. Munich Alemania. Edit. BAYER. pp 11 45, 53, 110.
7. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
8. FONT, J. 2004. Análisis y ensayos en la industria del curtido. 1a ed. Igualada, España. Edit UPC. pp 63 – 68.
9. FRANKEL, A. 2004. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
10. GRAVES, R. 2007. la materia prima y su conservación. 2a ed. Igualada, España. Edit. Penelope. pp. 59,60, 61, 62, 68.

11. GRUNFELD, A. 2008. Remojo de pieles lanares para doble faz. T.C.Andrés 1993. AUQTIC. Av.Italia 6201 Montevideo-Uruguay.
12. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
13. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. pp. 15 -58.
14. <http://www.cueroamerica.com>.2014.Abarca, M. Pieles ovinas, su estructura y características
15. <http://www.ance.com>.2014.Artemio, P. Procesos y productos empleados para la ribera de pieles caprinas.
16. <http://www.monografias.com>.2014.Agustín, B.Productos y proceso para el Remojo de las pieles caprinas
17. <http://www.cueronet.com/flujoograma/curtido>.2014.August, L.Putrefacción más o menos pronunciada de las pieles caprinas.
18. <http://www.cueronet.pielesovinas.com>.2014.Argemto, D. Pelambre y calero de las pieles caprinas.
19. <http://www.fcjmtrigo.sld.com>.2014.Armendariz, P. Depilado de las pieles ovinas
20. <http://www.QuimiNet.com>.2009.Allier, L.Procesos de curtido de las pieles caprinas.

21. <http://www.unitan.net>.2014.Barca, S. Desencalado de las pieles caprinas para aplicar en cueros destinados a la confección de calzado.
22. <http://www.coselsa.com>.2014.Bequele, W.Estudio de proceso de Rendido de las pieles caprinas.
23. <http://wwwcuentame.inegi.gob.mx>.2014.Bursch, C. Piquel de las pieles caprinas.
24. <http://wwwprocesosiii.blogcindario.com>.2014.Buxade, L. Desengrase ed las pieles caprinas.
25. <http://wwwes.wikipediacuero.org>.2014.Carrasco, A.Curtición propiamente dicha de pieles caprinas.
26. <http://www.tauroquimica.com>.2014.Cevallos P.Curtición combinada con tara y curtiembre mineral.
27. <http://wwwcurticionpielcaprina.com>.2014.Domínguez, N. Curticiones con tara combinada con minerales.
28. <http://www.hewit.com>.2014.Espinoza, P.Estidio de los diferentes tipos de curtición de pieles caprinas.
29. <http://www.podoortosis.com>.2014.Galí, A. Curtición con sales de cromo, para pieles caprinas.
30. <http://www.asebio.com>. 2014. Gansser, A.Características del curtiembre Granofin F 90
31. <http://www.coselsa.com>.2014.Giusiana, H. Principales características y propiedades de las pieles caprinas.

32. <http://wwwforos.hispavista.com>. 2014.Lembré, S. Aplicaciones y recomendaciones del Granofin F90
33. <http://www.clariant.com>.2014. Rio, C.Procesos de acabado en húmedo de las pieles caprinas.
34. <http://www.inese.es.com>.2014.Rosell, A. Neutralizado del cuerocaprina , sus productos y tiempos.
35. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
36. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires,Argentina. Edit, Albatros. pp 1,5,6,8,9,10.
37. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit,EUETII. Igualada, España, pp, 13-24, 56, 72.
38. LULTCS, W. 2003. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp , 9, 11, 25, 26, 29,45.
39. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp. 23 – 29.
40. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay. Edit. Limusa. pp. 19 ,26,45,52,54, 56.
41. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.

42. STTOFÉL A. 2003. XV Simposio técnico de la industria del cuero. 5a ed. Baños, Ecuador. Edit. ANCE. pp 23-51.
43. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp 325- 386.
44. TZICAS, E. 2004. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Químicos y Técnicos del Cuero. 4a ed. . Santiago de Chile, Chile. Edit Químicos Asociados. pp 23 – 29.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	2837,79	3128,32	3260,71	3026,68	2963,78
7%	2	3304,84	3209,44	3149,02	3706,91	2819,41
8%	1	3040,06	2941,99	2631,45	3211,67	2868,44
8%	2	2709,08	2984,89	2929,73	2297,55	3096,09
9%	1	3309,74	3481,36	3072,75	3113,61	3147,93
9%	2	3096,09	2762,2	3255,8	3116,33	3003,28

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	2039263,59	70319,43				
Factor A	2	476102,59	238051,29	4,25	3,40	5,61	0,0262
Factor B	1	11825,44	11825,44	0,21	4,26	7,82	0,6499
Interacción	2	207964,28	103982,14	1,86	3,40	5,61	0,1778
Error	24,0	1343371,28	55973,80				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	3140,69	a
8%	2871,095	a
9%	3135,909	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	3.069,09	a
Segundo	3.029,38	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	3043,456	a
7%E2	3237,924	a
8%E1	2938,722	a
8%E2	2803,468	a
9%E1	3225,078	a
9%E2	3046,74	a

Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,483185161
Coefficiente de determinación R ²	0,2334679
R ² ajustado	0,176687744
Error típico	240,613491
Observaciones	30

Anexo 2. Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	42,2	50,4	60,6	54,4	56,9
7%	2	54,8	51,8	49,8	52,6	63,2
8%	1	53,2	53,8	46,4	49,2	49,6
8%	2	52,4	55,6	55,4	56,8	61,2
9%	1	62,5	52,0	62,8	45,0	49,0
9%	2	48,8	44,8	46,8	61,0	58,4

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	961,69	33,1616552				
Factor A	2	1,57	0,787	0,02	3,40	5,61	0,9782
Factor B	1	21,51	21,5053333	0,60	4,26	7,82	0,445
Interacción	2	82,91	41,4563333	1,16	3,40	5,61	0,3296
Error	24,0	855,70	35,654				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	53,67	a
8%	53,36	a
9%	53,11	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	52,53	a
Segundo	54,23	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	52,9	a
7%E2	54,44	a
8%E1	50,44	a
8%E2	56,28	a
9%E1	54,26	a
9%E2	51,96	a

Anexo 3. Temperatura de encogimiento del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	80	85	82	82	85
7%	2	85	85	80	82	80
8%	1	85	82	82	80	82
8%	2	85	80	82	80	84
9%	1	70	85	82	85	88
9%	2	88	82	85	88	89

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	380,00	13,10				
Factor A	2	22,40	11,20	0,87	3,40	5,61	0,0262
Factor B	1	13,33	13,33	1,04	4,26	7,82	0,6499
Interacción	2	35,47	17,73	1,38	3,40	5,61	0,1778
Error	24,0	308,80	12,87				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	82,6	a
8%	82,2	a
9%	84,2	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	82,33	a
Segundo	83,67	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	82,8	a
7%E2	82,4	a
8%E1	82,2	a
8%E2	82,2	a
9%E1	82	a
9%E2	86,4	a

Anexo 4. Llenura del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0
7%	2	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0
8%	1	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0
8%	2	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0
9%	1	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0
9%	2	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	31,37	1,08				
Factor A	2	24,47	12,23	45,88	3,40	5,61	<0,0001
Factor B	1	0,03	0,03	0,13	4,26	7,82	0,7268
Interacción	2	0,47	0,23	0,87	3,40	5,61	0,4297
Error	24,0	6,40	0,27				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	4,6	a
8%	3,7	a
9%	2,4	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	3,53	a
Segundo	3,60	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	4,4	a
7%E2	4,8	a
8%E1	3,8	a
8%E2	3,6	a
9%E1	2,4	a
9%E2	2,4	a

Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,87836192
Coeficiente de determinación R ²	0,77151966
R ² ajustado	0,76335965
Error típico	0,50591737
Observaciones	30

Anexo 5. Redondez del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0
7%	2	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0
8%	1	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0
8%	2	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0
9%	1	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0
9%	2	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	23,37	0,81				
Factor A	2	14,87	7,43	26,24	3,40	5,61	<0,0001
Factor B	1	0,30	0,30	1,06	4,26	7,82	0,3137
Interacción	2	1,40	0,70	2,47	3,40	5,61	0,1058
Error	24,0	6,80	0,28				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	3	a
8%	3,6	a
9%	4,7	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	3,67	a
Segundo	3,87	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	2,6	a
7%E2	3,4	a
8%E1	3,6	a
8%E2	3,6	a
9%E1	4,8	a
9%E2	4,6	a

Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,78638558
Coefficiente de determinación R ²	0,61840228
R ² ajustado	0,60477379
Error típico	0,56431585
Observaciones	30

Anexo 6. Finura de Flor del cuero caprino curtido con diferentes niveles de Tara mas 4% de Granofin F 90.

Análisis de los datos

T	ensayo	Repetición				
		I	II	III	IV	V
7%	1	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0
7%	2	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0
8%	1	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0
8%	2	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0
9%	1	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0
9%	2	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0

Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher			
				Calc.	0,05	0,01	Prob.
Total	29,0	23,20	0,80				
Factor A	2	16,20	8,10	30,38	3,40	5,61	<0,0001
Factor B	1	0,53	0,53	2,00	4,26	7,82	0,1701
Interacción	2	0,07	0,03	0,13	3,40	5,61	0,8831
Error	24,0	6,40	0,27				

Por efecto de los niveles de Tara

Nivel	Media	Grupo
7%	4,5	a
8%	3,6	a
9%	2,7	a

Por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primero	3,73	a
Segundo	3,47	a

Por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
7%E1	4,6	a
7%E2	4,4	a
8%E1	3,8	a
8%E2	3,4	a
9%E1	2,8	a
9%E2	2,6	a

Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,83562902
Coefficiente de determinación R ²	0,69827586
R ² ajustado	0,6875
Error típico	0,5
Observaciones	30

Anexo 7. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 7% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W=20,8	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo		
REMOJO	Baño	Agua	200	41,6	L	Ambiente	30 min		
		Tenso activo	1	208	g				
		Cloro	1	sachet					
PELAMBRE POR EMBADURNADO	BOTAR EL BAÑO								
	Baño	Agua	5	1040	L	Ambiente	12 horas		
		Cal	3	624	G				
		Sulfuro de sodio	2,5	520	G				
Yeso		1	208	G					
RETIRAR LANA O PELO									
W= 18,8	Baño	Agua	100	18,8	L		10 min		
PELAMBRE EN BOMBO		Sulfuro de sodio	0,4	75,2	g		10 min		
		Sulfuro de sodio	0,4	75,2	g	Ambiente	10 min		
		Agua	50	9,4	L		10 min		
		Sal	0,5	94	g		30 min		
		Sulfuro de sodio	0,5	94	g		30 min		
		Cal	1	188	g		30 min		
		Cal	1	188	g		30 min		
		Cal	1	188	g		3 horas		
		Reposar en el bombo por 20 horas Girar 5 min y descansar 55 min							
	BOTAR EL BAÑO								
	Baño	Agua	200	37,6	L		Ambiente	20 min	
BOTAR EL BAÑO									
	Baño	Agua	100	18,8	L	Ambiente	30 min		
		Cal	1	188	g				
BOTAR EL BAÑO									
DESCARNADO									

W= 20	Baño	Agua	200	39,6	L	25°C	30 min	
		Agua	200	39,6	L	25°C	60 min	
Agua		100	19,8	L	25°C	60 min		
Bisulfito de sodio		1	198	g				
DESENCALADO		Baño	Formiato de sodio	1	198	g		60 min
			Agua	200	39,6	L	25°C	20 min
RENDIDO Y PURGADO	Baño		Agua	100	19,8	L	35°C	40 min
			Rindente	0,5	99	g		
BOTAR EL BAÑO								
	Baño	Agua	200	39,6	L	Ambiente	20 min	
BOTAR EL BAÑO								
1er PIQUELADO	Baño	Agua	100	19,8	L		10 min	
		Sal	5	990	g			
		Ac. Formico 1:10	1,4	277,2	g			
		1ra parte		92,4	g		20 min	
		2da parte		92,4	g		20 min	
		3ra parte		92,4	g		60 min	
		HCOOH 1:10	0,4	79,2	g			
		1ra parte		26,4	ml		20 min	
		2da parte		26,4	ml		20 min	
		3ra parte		26,4	ml		20 min	
BOTAR EL BAÑO								
DESENGRASE	Baño	Agua	100	19,8	L	35°C	60 min	
		Tenso activo	2	396	g			
		Diesel	4	792	g			
	BOTAR EL BAÑO							
			Agua	100	19,8	L	35°C	30 min
		Tenso activo	2	396	g			
BOTAR EL BAÑO								
2do PIQUELADO	Baño	Agua	100	19,8	L		20 min	
		Sal	6	1188	g			
		HCOOH 1:10	1	198	g			
		1ra parte		66	g			
		2da parte		66	g		20 min	
		3ra parte		66	g		60 min	
CURTICIÓN		Tara	7	1386	g		60 min	
		Ácido fórmico	0,60	118,8	g			
		1ra parte		39,6	g		20 min	
		2da parte		39,6	g		20 min	
		3ra parte		39,6	g		20 min	
		Granofin	4	792	g		4 horas	
	BOTAR EL BAÑO							
CUERO WET BLUE								
PERCHAR UNA NOCHE,								
RASPAR A CALIBRE DE 1,2mm								

Anexo 8. Receta de acabado en húmedo de cueros caprinos curtidos con 7% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W= 8,7 REHUMECTACIÓN	Baño	Agua	300	26,1	L	Ambiente	40 min	
		Humectante	0,3	26,1	G			
		Ácido fórmico	0,3	26,1	G			
	BOTAR EL BAÑO							
W= 12,2 Ecurrido	Baño	Agua	300	36,6	L	Ambiente	30 min	
		Humectante	0,3	36,6	G			
		Ácido fórmico	0,3	36,6	G			
	BOTAR EL BAÑO							
Recurtido	Baño	Agua	100	12,2	L	Ambiente	40 min	
		Cromo	3	366	G			
		Aluminio	1	122	G			
		Recurtiente Fenólico	4	488	G			
Neutralizado	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	Ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	Ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	100	12,2	L	Ambiente	60 min	
		Formiato de sodio	1	122	G			
		Recurtiente Neutral	3	366	G		60 min	
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	Ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
Recurtido	Baño	Agua	100	12,2	L	50°C	20 min	
		Dispersante	1	122	G			
		Tara	4	488	G	40 min		
Tintura		Anilina	3	366	G		20 min	
Engrase	Baño	Agua	100	12,20	L	70°C	60 min	
		Grasa Sulfitada	1	122	G			
		Ester Fosforico	4	488	G			
		Parafina Sulfoclorada	6	732	G			
		Ácido formico	1	122	G	10 min		
		Ácido formico	1	122	G	10 min		
		Cromo	1	122	G	20 min		
BOTAR EL BAÑO								
Perchar durante una noche								
Aserrinar una noche								
Sarandeo de 30 min y Estacado una noche								

Anexo 9. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 8% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W =16,5	Operación	Producto	%	Cantidad		°T	Tiempo
Remojo	Baño	Agua	200	33	L	ambiente	30 min
		Tenso activo	1	165	g		
		Cloro		1 sachet			
	BOTAR EL BAÑO						
Embadurnado	Baño	Agua	5	825	L	ambiente	12 horas
		Cal	3	495	g		
		Sulfuro de sodio	2,5	412,5	g		
		Yeso	1	165	g		
RETIRAR PELO							
W=13	Baño	Agua	100	13	L	Ambiente	10 min
Pelambre en Bombo		Sulfuro de sodio	0,4	52	g		10 min
		Sulfuro de sodio	0,4	52	g		10 min
		Agua	50	6,5	L		10 min
		Sal	0,5	65	g		10 min
		Sulfuro de sodio	0,5	65	g		30 min
		Cal	1	130	g		30 min
		Cal	1	130	g		30 min
		Cal	1	130	g		3 horas
		Reposar en el bombo por 20 horas Girar 5 min y descansar 55 min					
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	200	26	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	100	13	L	ambiente	30 min
		Cal	1	130	g		
BOTAR EL BAÑO							

W= 22,100	Baño	Agua	200	44,2	L	25	30 min	
		Agua	200	44,2	L	25	60 min	
		Agua	100	22,1	L	25	60 min	
Bisulfito de sodio		1	221	G				
DESENCALADO		Formiato de sodio	1	221	G		60 min	
		Agua	200	44,2	L	25	20 min	
	RENDIDO Y PURGADO	Agua	100	22,1	L	35	40 min	
Rindente		0,5	111	G				
BOTAR EL BAÑO								
	Baño	Agua	200	44,2	L	Ambiente	20 min	
BOTAR EL BAÑO								
1er PIQUELADO	Baño	Agua	100	22,1	L		10 min	
		Sal	5	1105	G			
		Ac. Formico 1:10	1,4	309,4	G			
		1ra parte		103,13	G		20 min	
		2da parte		103,13	G		20 min	
		3ra parte		103,13	G		60 min	
		HCOOH 1:10	0,4	88,4	G			
		1ra parte		29,47	G		20 min	
		2da parte		29,47	G		20 min	
		3ra parte		29,47	G		20 min	
BOTAR EL BAÑO								
DESENGRASE	Baño	Agua	100	22,1	L	35	60 min	
		Tenso activo	2	442	G			
		Diésel	4	884	G			
	BOTAR EL BAÑO							
			Agua	100	22,1	L	35°C	30 min
		Tensoactivo	2	442	G			
BOTAR EL BAÑO								
2do PIQUELADO	Baño	Agua	100	22,10	L		20 min	
		Sal	6	1326	G			
		HCOOH 1:10	1	221	G			
		1ra parte		73,67	G			
		2da parte		73,67	G		20 min	
		3ra parte		73,67	G		60 min	
CURTICIÓN		Tara	8	1768	G		60 min	
BASIFICADO		Acido fórmico	0,60	132,6	G			
		1ra parte		44,200	G		20 min	
		2da parte		44,200	G		20 min	
		3ra parte		44,200	G		20 min	
		Granofin	4	884	G		4 horas	
BOTAR EL BAÑO								
CUERO WET BLUE								
PERCHAR UNA NOCHE, RASPAR A CALIBRE DE 1,2 mm								

Anexo 10. Receta de de acabado en húmedo de cueros caprinas curtido con 8% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W= 8,7	Baño	Agua	300	26,1	L	ambiente	40 min
REHUMECTACIÓN		Humectante	0,3	26,1	G		
		Acido fórmico	0,3	26,1	G		
BOTAR EL BAÑO							
W=12,2	Baño	Agua	300	36,6	L	ambiente	30 min
Ecurrido		Humectante	0,3	36,6	G		
		Acido fórmico	0,3	36,6	G		
BOTAR EL BAÑO							
Recurtido	Baño	Agua	100	12,2	L	ambiente	40 min
		Cromo	3	366	G		
		Aluminio	1	122	G		
		Recurtiente Fenólico	4	488	G		
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
Neutralizado	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	ambiente	20 min
	BOTAR EL BAÑO						
	Baño	Agua	100	12,2	L	ambiente	60 min
		Formiato de sodio	1	122	G		
		Recurtiente Neutral	3	366	G		60 min
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	24,4	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
Recurtido	Baño	Agua	100	12,2	L	50°C	20 min
		Dispersante	1	122	G		
		Tara	4	488	G		40 min
Tintura		Anilina	3	366	G		20 min
ENGRASE	Baño	Agua	100	12,20	L	70°C	60 min
		Grasa Sulfitada	1	122	G		
		Ester Fosforico	4	488	G		
		Parafina Sulfoclorada	6	732	G		
		Acido formico	1	122	G	10 min	
		Acido formico	1	122	G	10 min	
		Cromo	1	122	G	20 min	
BOTAR EL BAÑO							
PERCHAR DURANTE UNA NOCHE							
ASERRINAR							
SARANDEADO							
ESTACADO UNA NOCHE							

Anexo 11. Receta de Curtición de pieles caprinas curtido con 9% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W=25,56	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD		°T	TIEMPO
Remojo	Baño	Agua	20 0	51,12	L	ambiente	30 min
		Tensoa ctivo	1	255,6	G		
		Cloro		1 sachet			
	BOTAR EL BAÑO						
Embadurnado	Baño	Agua	5	1278	L	ambiente	12 horas
		Cal	3	766,8	G		
		Sulfuro de sodio	2,5	639	G		
		Yeso	1	255,6	G		
RETIRAR LANA O PELO							
W= 21,5	Baño	Agua	10 0	21,5	L	Ambiente	10 min
Pelambre en Bombo		Sulfuro de sodio	0,4	86	G		10 min
		Sulfuro de sodio	0,4	86	G		10 min
		Agua	50	10,75	L		10 min
		Sal	0,5	107,5	G		30 min
		Sulfuro de sodio	0,5	107,5	G		30 min
		Cal	1	215	G		30 min
		Cal	1	215	G		30 min
		Cal	1	215	G		3 horas
		Reposar en el bombo por 20 horas Girar 5 min y descansar 55 min					
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	20 0	43	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	10 0	21,5	L	ambiente	30 min
		Cal	1	215	G		
BOTAR EL BAÑO							

W= 34,100	Baño	Agua	200	68,2	L	25	30 min
		Agua	200	68,2	L	25	60 min
		Agua	100	34,1	L	25	60 min
DESENCALADO	Baño	Bisulfito de sodio	1	341	g	25	
		Formiato de sodio	1	341	g		60 min
		Agua	200	68,2	L	25	20 min
RENDIDO Y PURGADO	Baño	Agua	100	34,1	L	35	40 min
		Rindente	0,5	171	g		
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	200	68,2	L	Ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
1er PIQUELADO	Baño	Agua	100	34,1	L		10 min
		Sal	5	1705	g		
		Ac. Formico 1:10	1,4	477,4	g		
		1ra parte		159,13	g		20 min
		2da parte		159,13	g		20 min
		3ra parte		159,13	g		60 min
		HCOOH 1:10	0,4	136,4	g		
		1ra parte		45,47	g		20 min
		2da parte		45,47	g		20 min
3ra parte		45,47	g		20 min		
BOTAR EL BAÑO							
DESENGRASE	Baño	Agua	100	34,1	L	35°C	60 min
		Tensoactivo	2	682	g		
		Diesel	4	1364	g		
	BOTAR EL BAÑO						
		Agua	100	34,1	L	35°C	30 min
		Tensoactivo	2	682	g		
BOTAR EL BAÑO							
2do PIQUELADO	Baño	Agua	100	34,10	L		20 min
		Sal	6	2046	g		
		HCOOH 1:10	1	341	g		
		1ra parte		113,67	g		
		2da parte		113,67	g		20 min
		3ra parte		113,67	g		60 min
CURTICIÓN		Tara	9	3069	g		60 min
BASIFICADO		Acido formico	0,60	204,6	g		
		1ra parte		68,200	g		20 min
		2da parte		68,200	g		20 min
		3ra parte		68,200	g		20 min
		Granofin	4	1364	g		4 horas
BOTAR EL BAÑO							
CUERO WET BLUE							
PERCHAR UNA NOCHE, RASPAR A CALIBRE DE 1,2mm							

Anexo 12. Receta de de acabado en húmedo de cueros caprinas curtido con 9% de Tara mas 4% de Granofin F 90.

W=12,5	Baño	Agua	300	37,5	L	ambiente	40 min	
REHUMECTACIÓN 3 horas		Humectante	0,3	37,5	g			
		Acido formico	0,3	37,5	g			
BOTAR EL BAÑO								
W=17	Baño	Agua	300	51	L	ambiente	30 min	
Ecurrido		Humectante	0,3	51	g			
		Acido formico	0,3	51	g			
BOTAR EL BAÑO								
Recurtido	Baño	Agua	100	17	L	ambiente	40 min	
		Cromo	3	510	g			
		Aluminio	1	170	g			
		Recurtiente Fenólico	4	680	G			
BOTAR EL BAÑO								
Neutralizado	Baño	H ₂ O	200	34	L	ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	34	L	ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	Agua	100	17	L	ambiente	60 min	
		Formiato de sodio	1	170	g			
		Recurtiente Neutral	3	510	g			60 min
	BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	34,0	L	ambiente	20 min	
	BOTAR EL BAÑO							
Recurtido	Baño	Agua	100	17	L	50°C	20 min	
		Dispersante	1	170	g			
		Tara	4	680	g			40 min
Tintura		Anilina	3	510	g		20 min	
ENGRASE	Baño	Agua	100	17,00	L	70°C	60 min	
		Grasa Sulfitada	1	170	g			
		Ester Fosforico	4	680	g			
		Parafina Sulfoclorada	6	1020	g			
		Acido formico	1	170	g			10 min
		Acido formico	1	170	g			10 min
		Cromo	1	170	g			20 min
BOTAR EL BAÑO								
PERCHAR DURANTE UNA NOCHE								
ASERRINAR								
SARANDEADO								
ESTACADO UNA NOCHE								