



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“OBTENCIÓN PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO UTILIZANDO TRES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO EN PIELES CAPRINAS”

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

AUTOR

IBETH ALEXANDRA RODRÍGUEZ PEÑAFIEL

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Rafael Buenaño Núñez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.
ASESORA DE TRABAJO DE TITULACION

Riobamba, 16 de Noviembre del 2015

DEDICATORIA

“Pocos son los hombres que
Construyen ciudades, la gran
mayoría las habita”. “Pocos son
Los hombres que proyectan la
construcción de un puente, la
gran mayoría lo utiliza”. “Pocos
son los hombres que levantan
rascacielos y fábricas, la gran
mayoría trabaja en ellos”.

Igual que esos pocos
privilegiados, la felicidad llegara
a ti cuando TE ATREVAS a
explorar....

Cuando TE ATREVAS a echar los
cimientos de grandes
estructuras para satisfacer las
necesidades de tus semejantes.

A Dios y a la Virgen Dolorosa

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A la memoria

De mis abuelitos: María Victoria y Pedro José, quienes mientras estuvieron en la tierra me brindaron su apoyo incondicional y ahora son la luz celestial que ilumina mi vida.

A mis padres

Miguel e Inés quienes me enseñaron a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es de ustedes ¡Los amo!

A mis hermanos y familiares

Quienes me acompañaron y me brindaron su amor y cariño.

IBETH ALEXANDRA RODRÍGUEZ PEÑAFIEL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , como prestigiosa Institución de Educación Superior del Ecuador, en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias quién se ha preocupado para que mi Formación Académica sea Científico – Humanista como la de un líder capaz de atender a las necesidades de la sociedad ecuatoriana.

Al Director de Tesis Ingeniero M.sC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, mi constancia de gratitud porque sus vastos conocimientos fueron un valioso contingente en la elaboración de este trabajo de titulación.

Al Personal Docente de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por la importantísima información facilitada y por el apoyo brindado.

Nunca consideres al estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einsten

Ibeth Alexandra Rodríguez Peñafiel

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
B. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS	6
C. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS	7
1. <u>Remojo</u>	9
2. <u>Descarnado</u>	9
3. <u>Desencalado y purga enzimática</u>	10
4. <u>Piquelado</u>	11
D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA	11
1. <u>Productos curtientes</u>	13
E. CONTROL DE LA CURTICIÓN Y LOS PRODUCTOS EMPLEADOS	15
1. <u>Formulaciones de curtición</u>	17
F. TANINOS	18
G. CURTIENTES SINTÉTICOS	24
1. <u>Sintéticos auxiliares neutros</u>	28
2. <u>Sintéticos auxiliares ácidos</u>	29
3. <u>Sintéticos auxiliares neutralizantes enmascarantes</u>	29
H. CURTICIÓN AL CROMO	30
I. PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES CAPRINAS	31
1. <u>Ecurrido y rebajado</u>	31
2. <u>Neutralizado y recurtición</u>	32
3. <u>Tintura y engrase</u>	34
J. PROCESOS DE ACABADO EN SECO DE LOS CUEROS CAPRINOS	35

1.	<u>Secado y acondicionado</u>	35
2.	<u>Aplicación de la capa del acabado</u>	36
K.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO	37
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	40
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	40
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	40
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	41
1.	<u>Materiales</u>	41
2.	<u>Equipos</u>	41
3.	<u>Productos químicos</u>	42
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	43
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	45
1.	<u>Físicas</u>	45
2.	<u>Sensoriales</u>	45
3.	<u>Económicas</u>	45
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	45
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	46
1.	<u>Remojo</u>	46
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	46
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	46
4.	<u>Piquelado</u>	47
5.	<u>Curtido y basificado</u>	47
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	48
7.	<u>Tintura y engrase</u>	48
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	49
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	49
1.	<u>Análisis sensorial</u>	49
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	50
a.	Resistencia a la tensión	50
b.	Porcentaje de elongación	51
c.	Temperatura de encogimiento	52
1).	<u>Instrumental</u>	53
2).	<u>Procedimiento</u>	53

3).	<u>Cálculos</u>	54
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	56
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO	56
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	56
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	61
3.	<u>Temperatura de Encogimiento</u>	63
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO	67
1.	<u>Blandura</u>	67
2.	<u>Redondez</u>	72
3.	<u>Llenura</u>	78
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO	82
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	
	ANEXOS	

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó la curtición de 24 pieles caprinas con diferentes niveles de taninos sintéticos (7, 8 y 9%), en combinación con 4% de sulfato de cromo, modelados bajo un Diseño Completamente al Azar, simple, se utilizaron 3 tratamientos, con 8 repeticiones cada uno. Los resultados infieren que el nivel más adecuado de tanino sintético fue 9% (T3), ya que el material producido, es de primera calidad. El análisis de las características físicas de la piel curtida con 9% de tanino sintético (T3), determinó los resultados más altos de resistencia a la tensión (2873,13 N/cm²), porcentaje de elongación (63,13%), y temperatura de encogimiento (87,50°C), que superan ampliamente con las exigencias de calidad para cuero destinado a la confección de calzado. La evaluación sensorial del cuero al ser curtido con 9% de tanino sintético, reportó la mejor blandura (4,75 puntos), redondez (4,75 puntos), y llenura (4,50 puntos), alcanzado en las tres variables calificaciones de excelente. Al realizar la evaluación económica se determinó los mejores resultados en la curtición con 9% de tanino sintético (T3), con una relación beneficio/costo de 1,42 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 42 centavos o una ganancia del 42%, que es muy alentadora, ya que supera los interés que nos proporciona otras actividades similares. Se recomienda curtir pieles con 9% de tanino sintético, para producir cueros muy resistentes y con excelentes calificaciones sensoriales.

ABSTRACT

In the laboratory of tanning skins, Faculty of Animal Science ESPOCH, 24 tanning goatskins with different levels of synthetic tannins (7, 8 and 9%) was performed in combination with 4% chromium sulfate, modeling a completely randomized design, simple, 3 treatments were used, with 8 repetitions each. The results infer that the most appropriate level of tannin was 9% (T3) because the material produced is of high quality. The analysis of the physical characteristics of tanned leather with 9% of synthetic tannin (T3) determined the highest result of tensile strength (2873,13 N/cm²), percent elongation (63,13), and shrinkage temperatura (87,59°C), which far exceed the quality demands for leather intended for the manufacture of footwear. Sensory evaluation of tanned leather 9% synthetic tannin, reported better softness (4.75 points), roundness (4,75 points), and fullness (4,50 points), reaching the three variables scores excellence. When performing economic evaluation best tanning results is determined by 9% synthetic tannin (T3), with a benefit / cost ratio of 1,42 meaning that for every dollar invested a profit of 42 cents or gain expected 42% which is very encouraging as it exceeds the interest provides similar activities. It is recommended tanning leather 9% synthetic tannin to produce very strong and with excellent sensory skills leathers.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág
		.
1.	FÓRMULA NORMAL DE CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS.	17
2.	FORMULACIÓN DE CURTICIÓN CON PIQUEL ESCASO.	18
3.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO.	39
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	40
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	44
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	44
7.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.	57
8.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINO SINTÉTICO EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.	69
9.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.	83
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINO SINTÉTICO.	85

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Pág.
1. Principales usos de las pieles.	7
2. Esquema del proceso de curtido.	8
3. Aparato para la medición de la temperatura de encogimiento del cuero.	55
4. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	
5. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	60
6. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	62
7. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	64
8. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	66
9. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	69
10. Comportamiento de la Blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	71
11. Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	73
12. Comportamiento de la redondez de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.	75

13. Regresión de la redondez de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino. 77
14. Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino. 79
15. Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino. 81

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.
2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.
3. Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.
4. Blandura de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.
5. Redondez de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.
6. Llenura de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los importantes logros obtenidos gracias al desarrollo de la química, la ingeniería y la electrónica, y los modernísimos sistemas de mediación, análisis y control, permiten extraordinarios incrementos de la producción y garantizan las más elevadas cotas de calidad del producto. No obstante, resulta todavía decisiva para el éxito, en determinados momentos del proceso, la intervención directa del curtidor, ahora llamado "técnico". Paradójicamente, después de haber hecho amplia referencia a los avances técnicos nos vemos obligados a concluir que esta intervención, si bien subjetiva, se revela por ahora imprescindible.

El hallazgo de nuevos extractos curtientes significó una innovación de vital importancia. Luego vino el curtido al aluminio y al cromo, apoyado este último en los estudios realizados en 1853 por Cavalin, y en las patentes hechas por Knapp en los años 1858, 1862 y 1887. Paralelamente, se fueron descubriendo diversos sustitutos artificiales de las sustancias naturales como eran los taninos vegetales provenientes de las cortezas de los arboles propios de la región, como por ejemplo el mangle, tireza, tara, entre otros, que desde siempre se habían utilizado para curtir. Estos taninos sintéticos supusieron un importante campo de aplicación de la química a la industria del cuero.

Paralelamente, se fueron descubriendo diversos sustitutos artificiales de las sustancias naturales como eran los taninos vegetales provenientes de las cortezas de los arboles propios de la región, como por ejemplo el mangle, tireza, tara, entre otros, que desde siempre se habían utilizado para curtir. La transformación de la piel en el cuero que conoce el consumidor en forma de zapatos, monederos, cinturones, chaquetas, muchos artículos y más, implica la realización de una serie de procesos. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La producción de pieles de cabra no altera en absoluto el equilibrio ecológico del medio ambiente, debido a que no es un animal que se encuentra en

peligro de extinción y que su alimentación se basa muchas veces en subproductos con bajo valor económico.

El cambio, de las sustancias curtientes como es el cromo o los taninos vegetales por taninos sintéticos, se ha convertido en una alternativa muy viable para disminuir la contaminación producida especialmente por el cromo que en los últimos años ha sido muy controlado. Los últimos años a nivel mundial se ha invertido muchos recursos en el desarrollo de productos de bajo impacto ambiental reduciendo el contenido de fenol y formol libre, para lo cual se ha creado nuevas tecnologías entre las cuales se cuenta el descubrimiento de Los taninos sintéticos que se usan como curtientes de sustitución, coadyuvantes de la acción curtiente de los extractos tánicos naturales o bien como auxiliares de precurtido, de recurtido, del curtido combinado y como dispersante de los taninos vegetales y de los colorantes, así como también en combinación con sulfato de cromo para reducir el impacto que genera a los residuos este material. Por lo tanto la presente investigación tiene su justificación social ya que se está buscando soluciones para mantener el principio del buen vivir de la sociedad al utilizar productos más amigables con el ambiente, transformando estos procesos en forma ética para cumplir con las normativas ambientales vigentes en nuestro país. Por lo expuesto anteriormente los objetivos planteados para la presente investigación fueron:

- Identificar cual es el mejor nivel de tanino sintético (7%,8% y 9 %), en combinación con el cromo al (4%), en la curtición de pieles caprinas.
- Analizar las características físicas de la piel caprina curtida a diferentes niveles de taninos sintéticos (7%,8% y 9 %), en combinación con cromo (4%), y comparar con las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero.
- Evaluar las calificaciones sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tanino sintético para cualificarlas de acuerdo con las ponderaciones de calidad de la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015).
- Determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Abraham, A. (2001), reporta que 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. Los caprinos son animales ideales para lugares donde no se dispone de tierra de pastoreo adecuada para caprinos o bovinos. 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. 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.

Según <http://www.cueronet.com>.(2014), 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 ó Maradi (Nigeria), y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante. 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 rojo 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 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.

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 p pelo sometida 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).

En el gráfico 1, se reporta los principales usos que se dan a las pieles de las diferentes especies:



Gráfico 1. Principales usos de las pieles.

C. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS

Abraham, A. (2001), reporta que de las cabras se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos, de alto precio, guantes y otras

obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabritilla. La piel de cabra en cambio, posee una estructura más fibrosa y compacta la transformación de la piel cruda en cuero terminado envuelve numerosos pasos que de manera breve son los que se describen en el (gráfico 2).

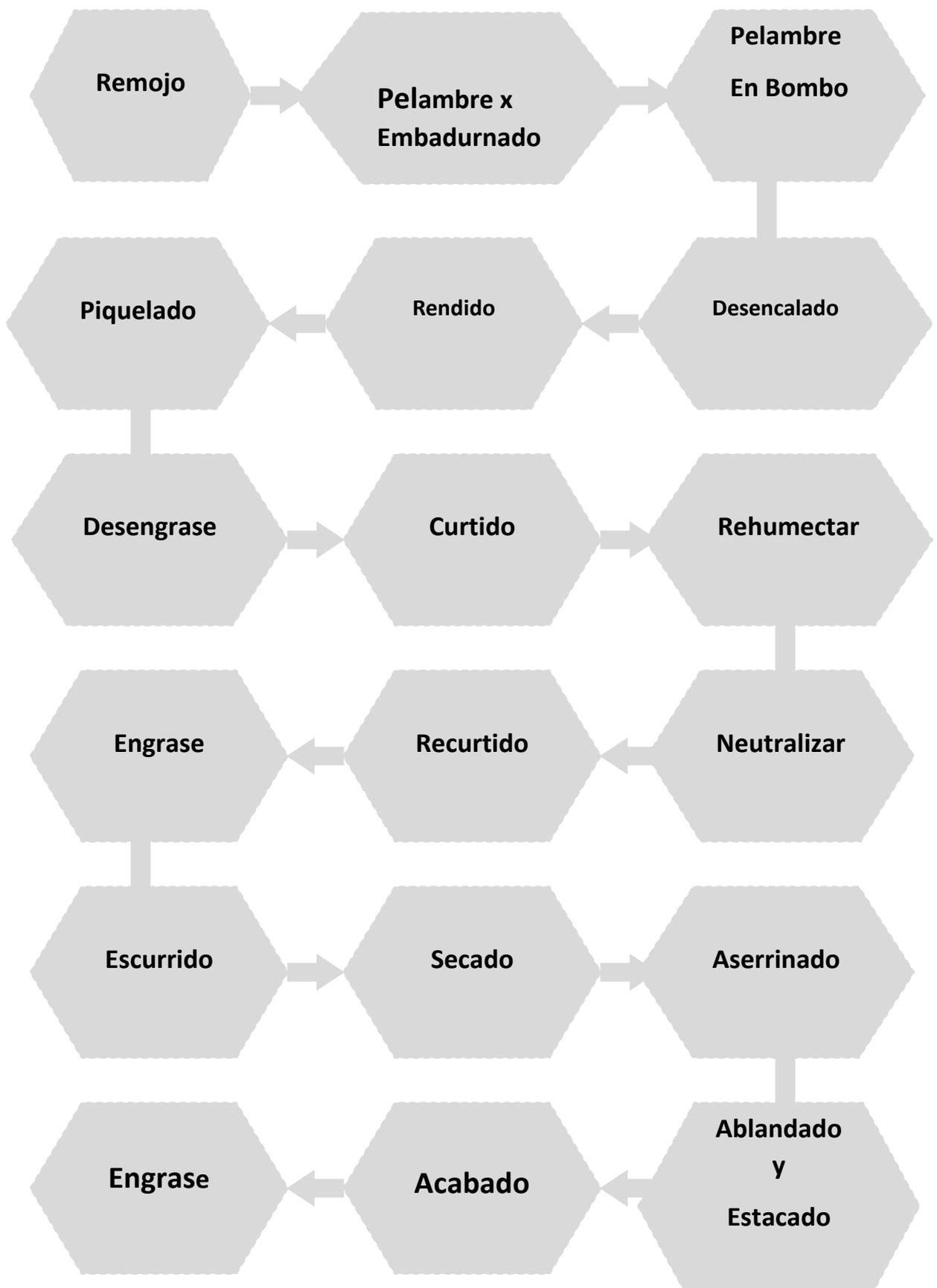


Gráfico 2. Esquema del proceso de curtido.

1. Remojo

Adzet J. (2005), reporta que, el remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos y productos usados en la conservación: sal), disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. El consumo de agua es aproximadamente de 7 m³ /t, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión. antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes. También con el remojo se persigue:

- Ablandar las pieles dependiendo del sistema de conservación de tal forma que se asemejen a las pieles recién sacrificadas.
- Quitar la sangre, estiércol, tierra y otras impurezas no eliminadas en el proceso de desecación.
- Quitar la sal que impide la hinchazón de las pieles, y facilitar la penetración de los productos químicos.

2. Descarnado

Vega, G. (2008). Señala que la piel está constituida por las siguientes capas: epidermis, dermis y endodermis, la primera es eliminada en la depilación y apelmbrado y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos), o tejido adiposo (grasa). Con la operación de descarnado se eliminan

estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. Continuado al descarnado se procede a recortar el cuero en grupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes. En nuestro caso trabajamos con espesores que oscilan entre 2,5 mm a 6,0 mm. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado.

3. Desencalado y purga enzimática

Según <http://www.aqeic.es>.(2014), la cal se encuentra en la piel en estado de tripa, en tres formas: combinada con la piel, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositados bajo la forma de lodo sobre las fibras o como jabones cálcicos formados por saponificación de las grasas del apelmbrado. Una parte de la cal es eliminada por medio de un lavado y luego para que continúe el proceso se lo hace químicamente mediante el empleo de ácido (clorhídrico o láctico), o mediante sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio), de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado deben proporcionar sales cálcicas solubles, fácilmente eliminables con agua y que no tengan efectos de hinchamiento o hidrotrópico (aflojamiento de la estructura fibrosa), sobre el colágeno. El objeto de este proceso es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en sus partes exteriores.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.

- Eliminar en algunos casos la cal combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar en 8 el pH de la piel para la realización del proceso de purga.

4. Piquelado

Para <http://www.udistrital.edu>.(2014), el piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal, para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado, es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos: Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtición superficial y una flor más fina y firme en el cuero final.

Lacerca, M. (2003), indica que la razón por la cual se píquela es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del productos final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición, que la reacción cromo-colágena sea lenta, para que la piel precurtida, o sea con su estructura fijada, no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación o sea el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio), o soda solvay. Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida, por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido.

D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA

Palomino, R. (2002), reporta que la curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cual sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal. En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces

dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína. De todas formas, no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición.

Ángulo, A. (2007), informa que la cuestión es que, en realidad, aunque en la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición, se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente que, aunque de manera secundaria, también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido. Al ser la reacción en medio acuoso, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña (muy disgregadas).

Para <http://www.revistavirtualpro.com>.(2014), El curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero. El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de pépticos. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea. La dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí.

1. Productos curtientes

Adzet, J. (2005), informa que en las plantas existe el tanino, contenido en más o menos cantidad en las diversas partes de la planta. Estos taninos vegetales se clasifican en dos grandes grupos: Los hidrolizables y los condensados. Los

primeros son ésteres de los ácidos gálicos y elágicos de peso molecular elevado, y los segundos son parecidos a productos de condensación del fenol. Junto con los taninos, en las plantas existen los llamados no taninos, que no son otra cosa que taninos de peso y tamaño molecular muy bajos y muy o nada multifuncionales. Como es comprensible, los no taninos reaccionan con el colágeno de forma limitada pero no por esta razón dejan de tener interés. Actualmente, la industria química extrae de las plantas que tienen más alto contenido en tanino estos taninos y no taninos, obteniendo extractos de castaño, quebracho y mimosa, aunque también existen otros que se usan en menor cantidad para los artículos especiales. Además de los extractos vegetales, la industria química suministra otros productos curtientes y, entre ellos, los más importantes son las sales de cromo III. El más frecuente es el sulfato monobásico de cromo III.

Bacardit, A. (2005), menciona que se utilizan las sales de cromo III mucho más que las de los otros metales, porque hasta el momento presente no se conoce (o si se conoce, no se ha hecho público), otro metal o producto asequible que tenga un poder similar de formar enlaces estables con el colágeno (poder curtiente), y proporcione, una vez fijado en el colágeno, una base en la piel lo suficientemente apta para poder conseguir las cualidades que el mercado exige a los artículos de consumo fabricados en piel o cuero. Como ejemplo, nos proporciona una piel que puede aguantar 100°C sin que se encoja, hecho que es imprescindible en la fabricación de la mayoría de zapatos. Da a la piel la posibilidad de conseguir un tacto similar al de la piel humana viva, y por eso, es muy agradable.

Bühler, B. (2000), informa que además de las sales de cromo se utilizan las sales de aluminio en forma de sulfato de aluminio, alumbre de roca o sales básicas preparadas para curtir la piel y que frecuentemente son cloruros o sales de ácidos orgánicos. Las sales de aluminio no proporcionan gran resistencia al agua ni a la temperatura y, por eso, se utilizan mucho menos. Su principal aplicación como producto curtiente se encuentra en el campo de la peletería, en el cual el pelo natural evita el contacto con el agua de la lluvia. De forma parecida al aluminio se

comportan el hierro III, el circonio y el titanio, que actualmente tienen un uso muy limitado como productos curtientes. Otros productos aptos para la curtición de pieles son los aldehídos, los aceites de peces oxidables, resinas de urea, melanina, acrílicas, etc. Todos estos productos que tienen un uso limitado como productos curtientes se utilizan generalmente como productos complementarios de la curtición al cromo, a fin de obtener, en determinados artículos, las

características finales deseadas. En general, se puede afirmar que muchos productos son potencialmente curtientes, ya que como se ha dicho solamente hace falta que sean polifuncionales con capacidad de formar enlaces covalentes y de tamaño molecular alto, pero lo que es más difícil es que, además, proporcionen a la piel una base adecuada para ser transformada en un artículo de calidad. Actualmente, la curtición de las pieles se realiza con sales de cromo para los artículos de confección (napa y ante), y para la mayor parte de cuero para zapatos y tapicería. La curtición con extractos vegetales sirve para ciertos tipos de pieles para zapatos y principalmente para la suela, forros, plantillas y para marroquinería. En cierto número de artículos se utilizan los dos curtientes, uno a continuación del otro.

E. CONTROL DE LA CURTICIÓN Y LOS PRODUCTOS EMPLEADOS

Según <http://www.cueronet.com>.(2014), las sales de cromo: además de los análisis para determinar el contenido en óxido de cromo y la basicidad, es corriente realizar sencillas determinaciones que suministren información complementaria interesante. índice de floculación: al añadir una solución de hidróxido sódico o de carbonato sódico a una solución de una sal de cromo se forma (ocasionalmente un precipitado que se redisuelve por agitación. Si continuamos la adición de álcali llega un momento que el precipitado ya no se redisuelve y la solución se enturbia, y decimos que se ha alcanzado el punto de floculación. En este momento una pequeña parte de las sales de cromo contenidas en la solución tienen una basicidad tal que son insolubles, lo cual se manifiesta por un ligero enturbiamiento. La basicidad alcanzada es aquella que se empieza a precipitar las sales de cromo de la solución, en las condiciones de la

muestra. Esta basicidad depende muchos factores, entre ellos se pueden citar el tamaño de partícula, la concentración en sal de cromo, enmascaramiento, etc.

Jones, C. (2004), señala que este valor tiene interés práctico ya que es una indicación de la máxima cantidad de álcali que se puede añadir a los licores de cromo sin que se produzca su precipitación. En la sal de cromo sólida es interesante determinar el índice de floculación inmediatamente después de su disolución y al cabo de 6-12 horas. Es interesante también, observar la diferencia de los índices de floculación con la sal de cromo recientemente disuelta en frío y previa ebullición de la solución. Todo ello da una información del estado de enmascaramiento lábil por sulfates. Los pHs de las disoluciones en frío y en caliente, medidos inmediatamente y después de un reposo de 6-12 horas, ayudan a ver cómo se comporta el enmascarante y la hidrólisis de las sales de cromo en polvo en las condiciones de empleo. La observación de la forma del grano con una lente de aumento nos indica la forma de secado de una sal de cromo en polvo, si tiene el grano redondeado ha sido atomizada, si la forma no es redondeada es que ha sido secada y triturada. Para la curtición empleando sales sin disolución previa son mejores las atomizadas. Es interesante también, observar la facilidad de disolución a la temperatura y otras condiciones de empleo, así como el posible residuo insoluble que no debería existir para evitar riesgos en la flor.

- Productos basificantes: además de su análisis químico es conveniente emplearlos al determinar su índice de floculación, con lo que se verá su poder enmascarante con relación a productos ya conocidos como pueden ser el bicarbonato y el carbonato sódico.
- Productos enmascarantes: aparte de su análisis químico se puede estudiar su eficacia como estabilizante del cromo determinando el índice de floculación con álcali normal del tipo carbonato o bicarbonato sódico de una solución de cromo conteniendo además el producto enmascarante en la proporción en que va a ser empleado o en cantidad superior.

- Productos engrasantes o suavizantes: es conveniente determinar la no precipitación (compatibilidad), con las sales de cromo antes de su empleo.
- Control del proceso: durante el proceso de curtición al cromo se deben controlar el pH, la temperatura y el tiempo de rodaje. La marcha del proceso puede hacerse mediante controles del óxido de cromo de la piel y del baño, la basicidad del baño, el índice de floculación, el grado de penetración de la curtición en pieles gruesas y la TC de la piel.

1. Formulaciones de curtición

Lampartheim, G. (2008), reporta que 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. Los caprinos son animales ideales para lugares donde no se dispone de tierra de pastoreo adecuada para ovinos o bovinos. 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. Para realizar el método normal de curtición partimos de pieles descalcadas, rendidas y lavadas con un pH=7,5. Enteros divididos o sin dividir, la formula se describe en el (cuadro 1).

Cuadro 1. FÓRMULA NORMAL DE CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS.

Proceso	%	Descripción
% sobre peso tripa.		
Piquel:		
Água	60%	
Sal	8%	Rodar 15' >6°Bé
H ₂ SO ₄ (1:10), 3*15'	0,3%	Rodar 30'
HCOOH(diluido de 1:5),	1,5%	Rodar 1-4 horas hasta penetración pH=3,5
Curtición:		

Sal de cromo del 33% de basicidad	8%	Rodar 2 horas.
Enmascarante	1%	Rodar 1 hora.
Na ₂ CO ₃ (1:5),	1,2%	Añadido en 4 veces de 30 minutos. Rodar 4 horas - 6 horas Noche en reposo.
pH =3,7-3,8	TC=100°C	

Fuente: Lampartheim, G. (2008).

Lacerca, M. (2003), indica que terminando el proceso se deben realizar los mismos controles que durante el proceso y con ellos detectar las posibles diferencias que puedan existir entre distintas partidas del mismo artículo. Si es posible la determinación del óxido de cromo, debe hacerse dividiendo la piel previamente en tres capas: flor, carne y centro. La determinación de la TC de la piel debe hacerse con mucho cuidado si quieren sacarse conclusiones. Para realizar una curtición con piquel escaso se utiliza la fórmula partiendo de pieles divididas o delgadas (napa, cabría), que se describe en el (cuadro 2).

Cuadro 2. FORMULACIÓN DE CURTICIÓN CON PIQUEL ESCASO.

Producto	Porcentajes y procesos
Agua	40% pH = 3,8 TC = 95-100°C
Sal	5%; Rodar 15', hasta 5°Bé.
HCOOH	0,3%
	Rodar 15'.pH=3,8-4 exterior, 5,5 -6 interior
Sal de cromo del 33% de basicidad	6% Rodar 8 horas.
	pH 3.8
	TC 95 – 100 ° C

Fuente: Lampartheim, G. (2008),

F. TANINOS

Para <http://wwwes.silvateam.com>(2014), los taninos son sustancias solubles en agua y en alcohol, que se hidrolizan por los ácidos y por el enzima Talasa en glucosa y diversos ácidos-fenoles, como el ácido gálico y el ácido galoilgálico principalmente. Por destilación seca aparecen dos tipos de fenoles polivalentes distintos: la pirocatequina, que con sales férricas da lacas verde negruzcas, y el pirogalolá, que las da violeta azul negruzco. Las soluciones tienen reacción ligeramente ácido y son de carácter reductor fuertemente oxidantes en contacto con el aire. Tienen sabor astringente y áspero. Por la acción precipitadora de las proteínas y el carácter desinfectante de los fenoles, los taninos se emplean grandemente para curtir pieles de animales y hacer cueros.

Córdova, R. (2009), informa que los taninos se encuentran en los espacios intermicelares de las paredes de las células del tejido parenquimatoso de toda la planta. Los ácidos tánicos formados en las hojas emigran a los órganos asilares perennes de la planta, el tronco y la raíz; pasando de la corriente que se mueve en el libera los depósitos principales. Estos generalmente son más abundantes en la parte externa o corteza, mientras aquellos los son en la parte interna o leño. Como producto final de síntesis vegetal, el tanino no tiene ninguna participación en el movimiento vital, presentando sin embargo por sus fenoles polivalentes tóxicos a hongos y bacterias, una función desinfectante protectora de la planta contra pudriciones y otros daños de agentes biológico. La cantidad de tanino varía según las partes de la planta (hojas, corteza, leño o raíces), zonas más o menos añejas de leño, y circunstancias de la vida del árbol, variando mucho de una especie a otra y de un lugar a otro. A pesar de su constitución química muy variable, los taninos presentan un cierto número de propiedades comunes:

- La mayor parte son compuestos incristalizables, de naturaleza coloidal y dotados de propiedades astringentes.
- Son solubles en el agua y el alcohol; sus soluciones acuosas tienen carácter ligeramente ácido.

- Forman con las proteínas combinaciones insolubles e imputrescibles, particularidad que es usada en la industria de curtidos.
- Producen, en contacto con sales de hierro, combinaciones fuertemente coloreadas en azul o verde oscuros y más o menos solubles en agua.
- Sus soluciones son precipitados por muchas sales metálicas (hierro, cobre, plomo, estaño, mercurio, etc.), y forman compuestos pardos con soluciones de bicromato de potasio y ácido crómico.
- Sus soluciones son precipitados por diversas sustancias básicas tales como: colorantes orgánicos básicos, el agua de cal, el agua de barita, los alcaloides, etc.

Según <http://wwwgeneral-oils.com>.(2014), las soluciones de tanino expuestas al aire absorben el oxígeno oxidándose, tomando rápidamente tintes oscuros y perdiendo parcialmente sus cualidades curtientes. La tendencia a la oxidación de los taninos se manifiesta cuando el pH sube por encima de 6. Esta es la razón por la cual el curtido en licores básicos no ha respondido a las esperanzas que se habían fundado en ese proceso. La oxidación se manifiesta netamente sobre el cuero en el momento en que se expone al aire. Después de poco tiempo de curtida la piel la oxidación es mayor. Ella aumenta con la concentración de los taninos y disminuye con la concentración de no taninos. Además es máxima con ciertos taninos como el castaño y mínima con otros como el quebracho y el zumaque. La oxidación es acelerada por los álcalis, excepción hecha de la mezcla bórax-sulfito. Es más lenta con los ácidos y ciertas sales neutras que precipitan los taninos como el sulfato de magnesio.

Graves, R. (2008), informa que en curticiones totalmente al tanino como cueros de suela por ejemplo, luego del curtido se exprimen para recuperar parte de los baños que son altamente concentrados en tanino y se lava hasta por dos horas para descurtir y eliminar todo el tanino suelto. De esta forma se evita la oxidación y la sobrecurtición. Muchas veces en ese lavado con solución de borato de sodio también se le puede incorporar un aceite sulfitado porque las dos cosas blanquean y además impiden la oxidación en la capa superficial. Además este

aceite sulfitado forma una barrera bloqueadora que impide la evaporación violenta del agua que cuando sucede arrastra consigo el tanino profundo depositándose en la superficie y oxidándose. Los taninos sintéticos actúan como ácidos y decolorantes disminuyendo la tendencia a la oxidación. La diversidad de constitución de los taninos nos da una explicación de lo que constatamos en la práctica, es decir que no hay dos taninos que den resultados idénticos. También hay taninos sintéticos que evitan la formación de flobagenos que son unos depósitos que se forman por aglomeración de los coloides de taninos y mantienen todo el sistema en suspensión, evitan que se pudran y evitan la formación de lodos de taninos que dejan agrios los baños.

Para [\(http://www.infomadera.net.\(2014\)\)](http://www.infomadera.net), el término tanino fue originalmente utilizado para describir ciertas sustancias orgánicas que servían para convertir a las pieles crudas de animales en cuero, proceso conocido en inglés como *tanning* ("curtido" en español). Se extraen de las plantas con agua o con una mezcla de agua y alcohol, que luego se decanta y se deja evaporar a baja temperatura hasta obtener el producto final. Los taninos tienen un ligero olor característico, sabor amargo y astringente, y su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro. Expuestos al aire se tornan oscuros y pierden su efectividad para el curtido. Los taninos se utilizan en el curtido porque reaccionan con las proteínas de colágeno presentes en las pieles de los animales, uniéndolas entre sí, de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, a la putrefacción por agua, y al ataque por microbios. Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas, fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos. Abundan en las cortezas de los robles (donde están especialmente concentrados en las agallas), y los castaños, entre otros árboles.

Thorstensen, E. (2002), informa que en las plantas cumplen funciones de defensa ante el herbivorismo. Los taninos en general son toxinas que reducen significativamente el crecimiento y la supervivencia de muchos herbívoros cuando se adicionan a su dieta. Además, tienen potencial de producir rechazo al alimento ("antifedants" o "feeding repellents"), en una gran diversidad de animales. Los

mamíferos como la vaca, el ciervo y el simio característicamente evitan a las plantas o partes de las plantas con alto contenido de taninos. Las frutas no maduras, por ejemplo, con frecuencia tienen altos contenidos de taninos, que pueden estar concentrados en las capas celulares más externas de la fruta. Es interesante el dato de que los humanos usualmente prefieren un cierto nivel de astringencia en las comidas que contienen taninos, como las manzanas, las zarzamoras, y el vino tinto. Recientemente, son los taninos del vino tinto los que mostraron poseer propiedades de bloquear la formación de endotelina-1, una molécula señal ("signaling molecule"), que produce la constricción de los vasos sanguíneos,¹ lo cual disminuiría el riesgo de enfermedades cardíacas a aquellos que consuman vino tinto en forma moderada. Si bien hay taninos específicos que pueden ser saludables para el hombre, en general son tóxicos, debido a las mismas propiedades que los hace buenos para la curtiembre: su capacidad de unir entre sí proteínas de forma no específica.

Gansser, A. (2006), indica que durante mucho tiempo se pensó que los taninos formaban complejos con las proteínas del intestino de los herbívoros formando puentes de hidrógeno entre sus grupos hidroxilo y los sitios electronegativos de la proteína, pero evidencia más reciente también avala una unión covalente entre los taninos (y otros compuestos fenólicos provenientes de las plantas), y las proteínas de los herbívoros que los consumen. El follaje de muchas plantas contiene enzimas que oxidan los fenoles a sus formas quinona en los intestinos de los herbívoros.² Las quinonas son altamente reactivas, electrofílicas, y reaccionan con los grupos de proteínas nucleofílicos $-NH_2$ y $-SH$. Cualquiera sea el mecanismo por el que ocurra la unión proteína-tanino, este proceso tiene un impacto negativo en la nutrición de los herbívoros. Los taninos pueden inactivar las enzimas digestivas de los herbívoros y crear complejos agregados de taninos y proteínas de plantas que son difíciles de digerir.

Grozza, G. (2007), informa que los herbívoros que habitualmente se alimentan de material rico en taninos parecen poseer algunas interesantes adaptaciones para eliminar los taninos de sus sistemas digestivos. Por ejemplo, algunos mamíferos como los ratones y los conejos, producen proteínas en la saliva que tienen un alto

contenido de prolina (25–45%), que tiene una gran afinidad por los taninos. La secreción de estas proteínas es inducida por la ingestión de comida con un alto contenido de taninos, y su efecto es la disminución en una medida importante de los efectos adversos de la ingestión de taninos. La alta cantidad de residuos de prolina le otorga a estas proteínas una conformación muy flexible y abierta, y un alto grado de hidrofobia que facilita su unión con los taninos. Los taninos de las plantas también funcionan como defensas contra los microorganismos. Por ejemplo, el corazón de madera muerta de muchos árboles contiene altas concentraciones de taninos que ayudan a prevenir el desmoronamiento por ataques de hongos y bacterias patógenos. Los taninos son productos naturales de peso molecular relativamente alto, que tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y proteínas. Dentro de este contexto, son de los productos naturales con mayor uso industrial, específicamente en los procesos de curtido que transforman las pieles en cueros. Resulta indispensable para los distintos países de Iberoamérica dar un valor agregado a las materias primas, por lo que se deben intensificar los trabajos de investigación con los diferentes recursos existentes, fundamentalmente trabajando en ciencia aplicada. Tales son los casos de las plantas como la “tara” de Perú, “mimosa” de Brasil y el “pino” de Chile, empleados industrialmente en el proceso de curtido de pieles. Este escenario lleva a que la búsqueda de nuevas fuentes de taninos vegetales y el estudio de los taninos tradicionales, sea un verdadero desafío ya que debemos estudiarlos tanto técnica como económicamente, con el fin de su posterior introducción en la industria del cuero como una de las aplicaciones posibles.

Hilll, R. (2009), manifiesta que dentro de los artículos fabricados por curtido o recurtido vegetal se pueden citar: suela, capellada, plantilla y forro para calzado, cueros para tapicería, y también para marroquinería, entre los principales usos. Es, sin embargo, la tapicería automotriz o de aviación uno de los principales destinos, ya sea por los estándares exigidos y los precios que alcanzan. El reciclado automotriz debe considerarse como un parámetro fundamental en el ciclo de vida útil del automóvil, resultando un desafío y una oportunidad para los curtidores la obtención de cueros con propiedades similares a los curtidos con cromo . Los taninos no son idénticos en todos los vegetales; ellos difieren en

cuanto a su composición y a sus propiedades químicas especiales según el género botánico donde se encuentren. Son compuestos fenólicos, es decir, que su principal función química está representada por el oxhidrilo o hidroxilo OH unido a un núcleo bencénico y que poseen un carácter ácido débil. Los taninos están constituidos por grandes moléculas cuyas soluciones acuosas son coloidales, con tendencia a enturbiarse (flocular), y dar precipitados.

G. CURTIENTES SINTÉTICOS

Buxadé, C. (2004), informa que desde que E. Stiasny en 1912 sintetizó el primer curtiente sintético, el que no tenía poder de curtiente propio, (usado junto con curtientes vegetales, aceleraba el proceso de curtición, aclaraba el color del cuero y disminuía la formación de lodos en los baños de curtición), la Industria del Cuero ha desarrollado diferentes productos sintéticos que pudieran sustituir a los extractos vegetales. El primer curtiente en tener propiedades curtientes casi idénticas con las de los naturales fue comercializado por 1930, un sintan que curte en blanco y con un quimismo bastante complicado. Pero más tarde fue posible fabricar por caminos más sencillos otros curtientes sintéticos con excelentes propiedades curtientes, los que permiten sustituir gran cantidad de curtientes vegetales, sin que se noten diferencias en el cuero. Ha sido posible, inclusive el desarrollo de curtientes sintéticos con cualidades establecidas de antemano, con reacciones que pueden ser previstas y controladas, destinados a incorporar al cuero características específicas, como por ejemplo:

- Clarificación de la solución curtiente vegetal;
- Precurtido, para acelerar la penetración de los curtientes vegetales;
- Aclarar el color del cuero curtido con extractos vegetales;
- Aclarar el color del cuero curtido al cromo;
- Suavidad, blando al tacto;
- Producción de efecto de curtido suave y abierto;
- Favorecer la penetración de los colorantes;

- Facilitar el esmerilado
- Proporcionar mayor flexibilidad al cuero

Cotance, A. (2004), asevera que Los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcina, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, etc. con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos. Entre las características de los curtientes sintéticos que influyen sobre su capacidad curtiembre está el tamaño de las moléculas, siendo importante un peso molecular promedio. Cuando se condensa el fenol con el formaldehído se forma una resina termoestable, cuya dureza y peso molecular dependen de la relación con el agente condensador (formaldehído), ya que a mayor cantidad de formaldehído, mayor será el peso molecular. Si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiembre deficiente y si por el contrario, es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero. Los sintéticos comerciales de base fenólica tienen un peso molecular de 400-800, los de mayor peso molecular se fijan poco sobre los grupos reactivos del colágeno, pero pueden tener un efecto rellenante cuando se aplican sobre la piel.

Font, J. (2005), afirma que la aplicación de sintéticos sobre pieles en piquel, es una práctica muy extendida principalmente en artículos como la tapicería sin cromo y precurticiones vegetales, utilizándose solos y/o con aldehídos. En ambos casos, es importante que el cuero que en este estado de precurtición puede llegar a secarse, permanezca flexible y fácilmente remojable. Las condiciones de aplicación en los artículos antes citados pueden ser muy variadas; sin embargo el comportamiento del sintético está directamente relacionado con el estado de la piel. Dado que los grupos reactivos comunes a todos los sintanes son cargas aniónicas, generalmente sulfitos, la reactividad de la piel estará condicionada por sus grupos cargados, y que en este caso están determinados por el pH. Las variadas estructuras de los sintanes, ofrece diversas posibilidades de fijación en la piel, pero se pueden definir básicamente dos tipos de uniones:

- Uniones salinas entre las cargas negativas del sintético (SO₃),- y los grupos amínicos del colágeno, en medio ácido (NH₃),+.
- Uniones no salinas y que corresponden a su vez a dos tipos de enlace:
- Puentes de hidrógeno entre el oxígeno del grupo hidroxílico y los grupos peptídico del colágeno.
- Por una parte la atracción entre dipolos de los grupos aromáticos y por otra los enlaces que se forman entre los grupos peptídicos.

Graves, R. (2007), afirma que las uniones salinas corresponden a las sales derivadas los ácidos fenol y naftalen sulfónicos; mientras que las no salinas corresponden al resto de los sintéticos, ya que en ellos, solo hay los grupos sulfónicos necesarios para conseguir su solubilidad. Por otra parte, es determinante en la penetración del sintético, su grado de condensación ó tamaño de molécula, este tamaño determinará desde el punto de vista estérico, su capacidad de movimiento dentro de las fibras de colágeno. Los sintéticos de sustitución, sustituyen a los extractos vegetales en cualquiera de sus aplicaciones, pero en general son más sólidos a la luz, aclaran más el color del cuero, tienen moléculas más pequeñas lo cual los hace menos rellenantes, y con tendencia a dar cueros menos duros. Al ser más aniónicos aclaran más las tinturas pero cambian menos el tono. Son útiles para un blanqueo de la piel cromada cuando hay que efectuar tinturas en tonos muy claros.

Para <http://www.inese.es> (2014), existen en el mercado una gran variedad que va desde algunos muy astringentes y deshidratantes para efectuar crispados, pasando por los sintéticos normales y de blanco con un buen poder de blanqueo, hasta los sintéticos muy poco astringentes y sólidos a la luz, que permiten efectuar recurtidos en pieles tipo confección o tapicería, cuya solidez a la luz debe ser buena y su tacto muy blando. Muchas veces se realizan recurtidos mixtos vegetal-sintéticos para poder tomar un poco las ventajas de ambos, siendo en general lo buscado el mayor relleno del vegetal y el tacto blando y la solidez a la luz y aclarado del color del sintético. Las cantidades utilizadas son análogas a las de los vegetales 4-6% pero hay que tener en cuenta que en muchos casos son

líquidos de un 50-60% de riqueza en sólidos, lo cual hace que se empleen entonces cantidades del orden de 8-12% si se emplean solos, o substituyendo el 1% de extracto vegetal por un 2% de sintético de substitución líquido. Dentro de lo que podríamos llamar sintéticos auxiliares pueden considerarse tres tipos: los sintéticos auxiliares neutros, los ácidos y los neutralizantes emnascarantes. Como desarrollamos en etapas anteriores del flujograma los sintéticos auxiliares colaboran en mejorar, modificar, etc. el comportamiento de los extractos vegetales y de los sintéticos de substitución pero utilizándolos solos no se puede curtir una piel.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que existe en el mercado una amplia gama de productos que va desde los productos altamente sulfonados con nula actividad curtiente, sintéticos auxiliares ácidos y neutros, dispersantes, naftalen o fenol sulfónicos condensados con formol, pasando por los por los sintéticos fenólicos y cresólicos con poder curtiente más o menos elevado en función del grado de sulfonación más reducido y peso molecular más alto, sin ser excesivo, sintéticos de substitución "normales", continuando con sintéticos similares a los anteriores con grupos sulfona o sulfonamina y otros sintéticos de substitución para "blanco" y terminando con sintéticos de elevada reactividad química, con la mayor parte posible de anillos fenólicos sin el grupo sulfónico solubilizante sintéticos de substitución para "crispados". Es evidente que esta clasificación es un poco relativa, puesto que existen muchos productos que no pueden ser enmarcados en una de ellas, sino de que tendrán que considerarse como estados intermedios e incluso alguno de ellos estaría fuera de la clasificación efectuada. Sólo se intenta que sea útil para comentar sus efectos sobre pieles al cromo. La palabra substitución quiere indicar que son productos curtientes y que pueden ser empleados en lugar de los extractos vegetales o sea substituyéndolos, parcial o totalmente. En la curtición lo más frecuente es la substitución parcial, en las recurticiones se emplean solos o conjuntamente con los extractos vegetales.

Jones, C. (2002), señala que en comparación con un extracto vegetal podríamos suponer que los sintéticos auxiliares se parecen en su comportamiento, a los no taninos de un extracto. Siguiendo con la comparación los sintéticos de substitución "normales" son parecidos en su comportamiento a un extracto

vegetal de bajo peso molecular y en general no muy astringente. Los sintéticos para "blanco" serían parecidos en su comportamiento a un extracto vegetal de peso molecular alto, no muy astringente y sólido a la luz. Por último los sintéticos para "crispados" serán parecidos en su comportamiento a un extracto vegetal muy astringente. Las diferencias más importantes con relación a los extractos vegetales son: más aniónicos por lo que aclaran más las tinturas, pero al tener poco color propio no modifican apenas el tono de la tintura; tienen la molécula más pequeña lo cual les hace menos rellenantes; son más sólidos a la luz; aclaran el color del cuero al cromo; tienen tendencia a dar cueros menos duros y flores más finas; pueden mitigar un poco más la soltura de flor al penetrar algo más fácilmente; son menos sensibles a los ácidos, electrolitos y sales metálicas.

1. Sintéticos auxiliares neutros

Para <http://www.cueroamerica.com>.(2014), se utilizan fundamentalmente por su efecto dispersante de extractos vegetales, sintéticos de sustitución, colorantes, resinas, ejerciendo sobre ellos la disminución y desaparición de los agregados moleculares, facilitando así su penetración en el cuero; y por su carácter aniónico que anula puntos reactivos del cromo tanto por su carga como por su capacidad de formar enlaces covalentes en el cromo. Por esto colaboran a la penetración de productos aniónicos, extractos vegetales, sintéticos, resinas, colorantes, pues dejan al cromo con menor capacidad de reacción para estos productos. Hay que tener en cuenta que no son necesarias cantidades muy altas, para que surtan efecto, ya que por tener la molécula pequeña entran muchas moles en un 1-3%, cantidades que se emplean normalmente.

Jones, C. (2002), informa que en el recurtido del cuero al cromo la utilización más frecuente de los sintéticos auxiliares neutros sólidos (pH = 7), es la adición conjunta o a veces previa a los extractos vegetales, sintéticos de sustitución, resinas o sus mezclas. También se emplean en el teñido antes o junto con el colorante para lograr que la tintura penetre, pero disminuyendo mucho de intensidad y viveza. Por su tamaño molecular pequeño y la posibilidad de unión a la fibra por un solo punto al añadirlos después del fórmico, pueden modificar el

tacto que de piel hacia blando pastoso y agradable. La utilización de los sintéticos auxiliares neutros amónicos (pH 5-5,5), es el mismo que los sódicos pero se emplean en curticiones vegetales a fin de no introducir sales sódicas. Se emplean para hacer penetrar por dispersión y ligera precurtición a los extractos vegetales. El uso de estos sintéticos auxiliares neutros al conseguir la penetración, hacen que la flor no quede sobrecargada, y en realidad protegen la finura de flor, haciéndola además más elástica y menos frágil, mejorando así finura y resistencia de flor.

2. Sintéticos auxiliares ácidos

Lacerca, M. (2003), afirma que los sintéticos auxiliares ácidos son químicamente los mismos que los neutros pero sin neutralizar o por lo menos sin neutralizar totalmente. Se utilizan en el recurtido del cuero al cromo principalmente para empeine. Después del curtido al cromo, sin neutralizado previo se aplica 10-12% de sintético líquido o 5-6% si es sólido, procurando hacerlo en un baño relativamente corto. La base de este recurtido es la siguiente: por ser ácido y enmascarante provoca una descurtición del cromo de la flor del cuero y con ello la flor se descarga del cromo sobrante y así es más elástica resistiendo mejor el montaje del zapato, por ser aniónico cambia la carga de la piel manteniendo el pH alrededor de 2 sin producirse soltura de flor y además al ser ácido, aun siendo aniónico, no precipita ostensiblemente con el cromo. Tanto por la reducción del cromo, como por el enmascaramiento, como por el cambio de carga hacia valores negativos prepara la piel para que la adición posterior de vegetales y/o sintéticos de substitución, no sobrecurta la flor, evitando el riesgo de rotura de flor o de flor poco fina. Antes de realizar el teñido o el recurtido para tonos claros o blando se realiza un neutralizado por lavado, hasta un pH exterior de 5-5,5 y algo más ácido en el interior de la piel. Su utilización está más extendida en cueros lanares y de cabra que en cuero vacuno.

3. Sintéticos auxiliares neutralizantes enmascarantes

Libreros, J. (2003), reporta que en el mercado las empresas químicas han desarrollado productos para emplearlos en el neutralizado que dada su composición lo que buscan es enmascarar al cromo para que al neutralizar no se produzcan manchas que también contienen sintéticos auxiliares neutros que si bien no neutralizan colaboran con el neutralizante y el enmascarante al convertir el cuero en más aniónico y producen una separación de fibras que permite obtener un tacto más blando y favorece la penetración del mismo neutralizado o del posterior recurtido y teñido realizados con productos aniónicos. Además se logra una mayor finura de la flor al no sobrecurrirse fácilmente esta cuando entra en contacto con productos tales como vegetales, resinas, sintéticos, colorantes.

H. CURTICIÓN AL CROMO

Según <http://www.org.mtas.es/Insht.com>.(2014), señala que la curtición a cromo es la estabilización de la estructura fibrosa por la formación de enlaces transversales, con la utilización del cromo curtiente base. En la curtición al cromo se forman en la piel numerosos enlaces transversales fuertes que unen a los grupos carboxílicos ionizados. Para este propósito se utilizan los sulfatos de cromo básicos. En la actualidad la curtición al cromo es la técnica más utilizada en la curtición de pieles por ser la que proporciona un producto con mejores prestaciones a un precio razonable, adicionándose del orden del 8% sobre el peso de la piel de sal de cromo. Sin embargo, una parte importante de la contaminación producida en las aguas residuales de tenería procede de esta etapa, debido al cromo no fijado a la piel que supone alrededor de un 15% del cromo añadido al baño de curtición. Habitualmente, los baños residuales de curtición se homogeneizan con el resto de efluentes industriales y el cromo se precipita como hidróxido de cromo, quedando retenido en los lodos de las depuradoras.

Cuervo, N. (2008), explica que 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. y son todas ventajas 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. El curtido de pieles con sales de cromo representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo. El curtido con cromo es el tipo de curtido más común en el mundo. Los cueros curtidos con cromo se caracterizan por una alta calidad de manejo, alta estabilidad hidrotérmica y excelentes propiedades. Los residuos de cromo del procesamiento del cuero plantean un problema de disposición considerable. Esto se da de tres formas: residuos líquidos, residuos sólidos y lodos. En la mayoría de los países, las regulaciones que gobiernan la descarga de cromo de las curtiembres son estrictas. Actualmente, todas las curtiembres deben chequear profundamente sus corrientes de desperdicios. La descarga de cromo en estas corrientes es uno de los componentes que tiene que ser estrictamente controlado. El impacto ambiental de los residuos de cromo de las curtiembres ha sido un tema de amplia disputa técnica y científica. Desde entonces, los límites estatutarios han sido establecidos para descarga y disposición de cromo, y se han esbozado directrices relevantes a través del mundo.

I. 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

Según <http://www.corium.com>.(2014), el escurrido y rebajado Son operaciones mecánicas que permiten dejar la piel en el grosor que se pide para el producto acabado. Las aguas de escurrido tienen la misma composición que las de curtición y se contabilizan junto con ellas. En el rebajado se obtienen residuos sólidos: rebajaduras de piel curtida. Antes de pasar a las operaciones posteriores, que se efectúan también en medio acuoso las pieles se han de rehumectar.

2. Neutralizado y recurtición

Herfeld, H. (2004), menciona que antes de comenzar la recurtición con curtientes orgánicos naturales o sintéticos hay que neutralizar el cuero curtido al cromo para posibilitar a los recurtientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello evitar sus consecuencias negativas (poro basto, tensión en la flor). Al mismo tiempo la neutralización debe compensar las diferencias de pH entre pieles diferentes, tal y como ocurre cuando se recurten conjuntamente pieles procedentes de diferentes curticiones y muy especialmente cuando se transforma wet-blue de diferentes procedencias. Si se seca el cuero al cromo sin haberlo previamente neutralizado conduce a defectos en el cuero terminado o también en los productos de elaboración. Por ejemplo 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.

Hidalgo, L. (2004), 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, preengrasa, se seca y posteriormente se tiñe. Esta variante se hace por ejemplo para agamuzado y en cueros que se quiere penetración en el teñido.

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

3. Tintura y engrase

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

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

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

J. 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 acondicionado. 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. 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 o 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.

K. EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO

Para <http://www.cueronet.terminación.com>.(2014), la fabricación del calzado, actividad a la que se dedica la mayor parte de la producción de curtidos, se encuentra en permanente evolución tecnológica, y por ello, el curtidor se enfrenta a nuevas y crecientes exigencias de calidad. Si a lo anterior sumamos las crecientes y necesarias exigencias de mejora medioambiental, se comprende que el sector de curtidos se encuentra en un continuo plan de investigación (desarrollo tecnológico), para conseguir y afirmar los grados necesarios de calidad en todos los aspectos, y con inconvenientes derivados de la enorme rapidez con que a veces se adoptan nuevos procesos sin tiempo para analizarlos y equilibrarlos. En este contexto de necesidad de cambio permanente, se comprende que la gestión y el control de la calidad se encuentren alerta, a fin de adecuar los tipos de ensayos preventivos a realizar, así como para evaluar y calificar los resultados de los mismos, para evitar que se produzcan fallos y con ellos, reclamaciones, La garantía de calidad es un objetivo prioritario para las direcciones de las fábricas de curtidos, ya que de ella depende su supervivencia Las principales exigencias y solicitudes que el cuero para empeine debe satisfacer en la fabricación y en el uso práctico del calzado se resumen en la siguiente relación.

- El cuero y su acabado deben poseer una alta flexibilidad para prevenir la aparición de fisuras y roturas en la zona de flexión del empeine del calzado, y alcanzar una suficiente adherencia del acabado para evitar su desprendimiento con el uso del calzado.
- Acreditar una adecuada solidez al frote, entendiendo que el frote no modifique substancialmente el aspecto del cuero ni la capacidad de ser nuevamente pulido por el usuario.
- Tener una elevada elasticidad de la capa de flor, que le permita resistir los esfuerzos de elongación a que se somete en el montado del calzado, especialmente en la puntera.
- La medición de la elongación a la rotura debe proporcionar un valor intermedio, ni demasiado alto ni demasiado bajo. Con ello se apunta una

elasticidad suficiente para adaptarse a la particular morfología del pie del usuario y a los movimientos derivados de su personal forma de andar, pero no excesiva, lo cual conduciría a la pronta deformación del calzado con la alteración de sus medidas y proporciones.

- La resistencia al agua es una propiedad cada vez más solicitada y en este sentido el ensayo dinámico de impermeabilidad adquiere especial importancia. En todo caso debe distinguirse entre empeine para usos convencionales y el empeine de altas prestaciones con el calificativo comercial de "hidrofugado" o "waterproof, para el que todas las directrices establecen unas demandas más exigentes. En el cuadro 3, se indica las exigencias de calidad el cuero para calzado.

Cuadro 3. EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL CUERO PARA CALZADO.

DIRECTRICES PARA CUERO DE CALZADO	GERIC	DIRECTRICES ALEMANAS
<u>Ensayos especiales</u>		
<u>Resistencia al desgarró</u>	IUP8	DIN 53329
-calzado con forro	mínimo 35 N	mínimo 35 N
-calzado sin forro	mínimo 50 N	mínimo 50 N
<u>Resistencia a la flexión</u>	IUP20	DIN 53351
<u>continuada</u>		
- en seco	charol: min 15.000 flexiones otros: min 50.000 flexiones	charol: min 20.000 flexiones otros: min 50.000 flexiones
- en húmedo	charol: min 15.000 flexiones otros: min 20.000 flexiones	charol: min 10.000 flexiones otros: min 10.000 flexiones
<u>Elongación a la rotura</u>	IUP6	DIN 53328
-Flor	mínimo 35 %	-
-cuero	mínimo 45 %	mínimo 40 %
<u>Resistencia a la tracción</u>	mínimo 150N	mínimo 150 N
<u>Distensión de la capa de flor (Ensayo del lastometro),</u>	IUP9	DIN 53325
<u>Absorción de vapor de agua</u>	mínimo 7 mm	mínimo 7 mm
		DIN 4843 T2
		10 mg/cm ² después de 8 h.
<u>Adherencia del acabado</u>	IUF470	IUF470
<u>Caprino plena flor o</u>		

<u>levemente corregida</u>		
En seco	mínimo 3'0 N/cm	mínimo 3'0 N/cm
en húmedo	mínimo 2'0 N/cm	mínimo 2'0 N/cm
<u>Caprino flor corregida</u>		
- En seco	mínimo 5'0 N/cm	mínimo 5'0 N/cm
- en húmedo	mínimo 3'0 N/cm	mínimo 3'0 N/cm
<u>Cueros con acabado delgado</u> (boxcalf, napa. cabritilla),		
- en seco	mínimo 2'5 N/cm	mínimo 2'5 N/cm
<u>Cuero charol</u>		
- en seco	mínimo 4'0 N/cm	
-en húmedo	mínimo 2'0 N/cm	

Fuente: <http://www.directricesdecalidadcuero.com>.(2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, que está ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba sector kilómetro 1½ Panamericana Sur. A una altitud de 2.754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02". La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 120 días. En el cuadro 4, se describieron las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2011
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61.4

Viento / velocidad (m/s),	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317.6

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

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles caprinas de animales adultos, se escogió animales criollos, las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 24 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.
- Bombos de curtido.
- Bombos de recurtido.
- Máquina divididora.
- Máquina escurridora.
- Máquina raspadora.
- Bombos de teñido.
- Togging.
- 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.
- Tanino sintético
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa cationica.
- Aserrín
- Dispersante.
- Pigmentos
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Sulfato de amonio.
- Bicarbonato de sodio.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de una curtición con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación 4% de sulfato de cromo en pieles caprinas, destinados a la confección de calzado, se utilizaron 24 pieles caprinas distribuidas en 3 tratamientos, con 8 repeticiones cada uno. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), simple. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.
 μ = Efecto de la media por observación.
 α_i = Efecto de los niveles de taninos sintéticos.
 ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático 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 pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 5, se describió el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de tanino sintético	Ensayo	Código	Repeticiones	T.U.E	Total U.E
7%	E1	T1	8	1	8
8%	E1	T2	8	1	8
9%	E1	T3	8	1	8
Total de pieles					24

En el cuadro 6, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	2
Error	21

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Porcentaje de elongación
- Resistencia a la tensión
- Temperatura de encogimiento

2. Sensoriales

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

3. Económicas

- Costos de producción.
- Beneficio/ Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

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

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

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se utilizaron 8 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los tratamientos; es decir, un total de 24 pieles de animales criollos, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

1. Remojo

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

2. Pelambre por embadurnado

- De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con sulfuro de sodio, en combinación con el 3.5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes,

con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, para luego extraer el pelo en forma manual.

- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1.5% de sulfuro de sodio y el 1% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

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

4. Piquelado

- Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1.5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2.8-3.2, y reposo durante 12 horas exactas.

5. Curtido y basificado

- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 7% de tanino sintético más 4% de cromo para las primeras 8 pieles del tratamiento T1, así como también el 8% de tanino sintético más el 8% de cromo para las 8 siguientes pieles del tratamiento T2 y finalmente se adiciono el 9% de tanino sintético para las 8 pieles del tratamiento T3; más la adición de 4% de cromo.
- Luego se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo se adiciono el 1% de bicarbonato de sodio; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, finalmente se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas.

6. Neutralizado y recurtido

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

7. Tintura y engrase

- Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó el 100% de agua a 70°C, más el 4% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina 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 dejó los cueros caprinos reposar durante 1 día en sombra (apilados), en donde se escurrieron y se secaron durante 8 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

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

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales del cuero caprino se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indican que características debieron presentar cada uno de los cueros 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, blandura, redondez y llenura.

- Para detectar la blandura se palpo con las yemas de los dedos la superficie del cuero y se determinó el efecto que produce este deslizamiento observándose que mientras mejor se presente la caída y sensación más alta fue la calificación, además se apreció el enriquecimiento de las fibras colagénicas el cual debió ser uniforme, y se lo califico de acuerdo la escala antes propuesta.
- Para juzgar la llenura, se realizó repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron ser los precisos de acuerdo al artículo confeccionado ya que si es para calzado estos debieron ser más llenos sin llegar al hinchamiento total y cuando es vestimenta debieron ser menos llenos, es decir que esta variable sensorial fue

evaluada en base a la llenura ideal para la confección del artículo al cual fue destinado alcanzando la calificación más alta cuando se presente la mejor llenura.

- Para determinar la redondez se realizó tanto una observación visual como una apreciación táctil sobre la capacidad que presenta el cuero caprino a sufrir deformación por el paso de la forma plana a la espacial al adoptar la forma del artículo que se confecciona por ejemplo el calzado femenino ya que requiere de mucha elasticidad para no producir molestias al usuario , para lo cual debió presentar una llenura superior pero sin llegar al efecto acartonado, presento las calificaciones más altas aquellos cueros que a, pesar de ser llenos se moldearan fácilmente.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizo en el Laboratorio de Control de Calidad de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:

a. Resistencia a la tensión

Se denomina prueba de tensión al ensayo que permite conocer las características del cuero cuando se somete a esfuerzos de tracción, por lo tanto podemos decir que el objetivo de esta prueba es determinar la resistencia a la rotura.

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

- Medir el espesor de cada probeta.
- Se sujetó las probetas en la mordaza, de manera que los bordes de las mordazas se encontraron a lo largo de las líneas AB y CD, una vez sujetas la flor debió quedar en un solo plano.
- Se midió la distancia entre las mordazas con precisión y se tomó dicha distancia como la longitud inicial para los propósitos del ensayo.
- Se puso en marcha la máquina hasta que la probeta se rompió, se anotó la longitud de la probeta en el momento de la rotura.
- Se realizó el cálculo respectivo para la resistencia a la tensión

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 elongación es crucial para todo tipo de material. Representa cuánto puede ser estirada una muestra antes de que se rompa. La elongación elástica es el porcentaje de elongación al que se puede llegar, sin una deformación permanente de la muestra. Es decir, cuánto puede estirársela, logrando que ésta vuelva a su longitud original luego de suspender la tensión.

La deformación es simplemente el cambio en la forma que experimenta cualquier cosa bajo tensión. Cuando hablamos de tensión, la muestra se deforma por estiramiento, volviéndose más larga. Obviamente llamamos a esto elongación.

- Se cortó los moldes de las probetas.
- Los extremos de cada probeta fueron sujetos por las pinzas.
- Estas piezas estuvieron fijadas por los extremos de las probetas, debido a que el porcentaje de elongación es el alargamiento total de la longitud calibrada en el momento de la rotura.

Al poner en marcha el instrumento la probeta, es estiro a una velocidad constante en dirección perpendicular hasta causar el desgarro de la muestra.

c. Temperatura de encogimiento

Temperatura de encogimiento. Temperatura a la cual se produjo un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso. Este ensayo se puede utilizar en cualquier tipo de cuero cuya temperatura de contracción fue inferior a 100°C. Si una tira de cuero se calentó en agua, tuvo lugar una súbita contracción a una temperatura que es característica de la curtición. Esta temperatura se denominó temperatura de contracción, por lo tanto el procedimiento a seguir fue:

- El ensayo tuvo la finalidad de determinar la temperatura a la cual empieza el encogimiento de una probeta o muestra de cuero, se colocó en un medio acuoso, después de experimentar un hinchamiento.

La probeta o muestra rectangular, mantenida en posición vertical entre una mordaza fija y otra móvil, fue sumergida en un medio acuoso (agua, o mezcla glicerina-agua, para ensayos a temperaturas superiores a 100°C). Se observó la variación de su longitud al calentarla en el medio líquido, a un gradiente uniforme de temperatura, y determino la temperatura a la cual inicia su encogimiento.

- Las muestras o probetas rectangulares de 13 mm x 75 mm, las mismas que no debieron tener fallas.

1). Instrumental

- Soporte adecuado para el dispositivo de ensayo.
- Un vaso (V), de 1 000 cm³, tipo alto, que contuvo el medio líquido, agua destilada o mezcla de glicerina agua compuesta de 75% (vol), de glicerina y 25% (vol), de agua.
- Dos mordazas para sujetar la probeta de cuero, de un ancho mínimo de 15 mm; la mordaza superior (M1), es móvil, dispuesta de modo que se pudo transmitir su movimiento vertical al indicador (g), y la inferior (M2), se encuentre fijada al soporte;
- Un agitador (A),;
- Un termómetro (T), con escala hasta 120°C;
- Un calentador (C), eléctrico de inmersión y reóstato, que permitió elevar la temperatura del medio líquido, de modo que aumento de 3 a 5°/min;
- Un dispositivo indicador (D), del movimiento vertical de la mordaza móvil (M1), que aumento el desplazamiento 25 veces por lo menos, provisto de una polea

y contrapeso (P), que debieron contrabalancear el peso de la mordaza móvil (M1), supero el rozamiento del mecanismo y mantuvo la probeta bajo una leve tensión .

2). Procedimiento

- Se introdujo en el medio líquido contenido en el vaso (V), el agitador (A), el calentador (C), y el termómetro (T),; se ajustó la temperatura a $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- Se ensayó 2 probetas o muestras como mínimo, sin acondicionarlas antes del ensayo.
- Se fijó la probeta o muestra en la mordaza inferior (M2), y se ajustó la mordaza superior móvil (M1), a una distancia de 65 mm sobre la fija (M2).
- Se conectó la mordaza móvil (M1), con el dispositivo indicador (D).
- Se sumergió la probeta sujeta entre las dos mordazas completamente en el medio líquido y se puso en marcha el agitador. Se dejó que el líquido penetre en la probeta.
- Se colocó el contrapeso (P), y ajusto el cero u otro punto de referencia del dispositivo indicador (D).
- Se agito permanentemente, se calentó de modo que la temperatura aumento de 3 a $5^{\circ}/\text{min}$.
- Se leyó la temperatura del medio líquido en $^{\circ}\text{C}$, en el instante en que la probeta empezó a contraerse, después de un hinchamiento preliminar.
- Convino usar un contrapeso 80 a 100 g. En general, se usó pesos mayores para los cueros de curtido mineral que para los de curtido vegetal. En todo caso se debió evitarse el uso de un peso que produzca un alargamiento superior al 10% antes del encogimiento de la probeta.

3). Cálculos

- Se calculó el promedio aritmético de las temperaturas de encogimiento, correspondientes a las probetas ensayadas.
- Se expresó la temperatura de encogimiento del cuero en °C, redondeada al múltiplo más próximo de 1°. En el gráfico 3, se describió el aparato para la medición de la temperatura de encogimiento del cuero.

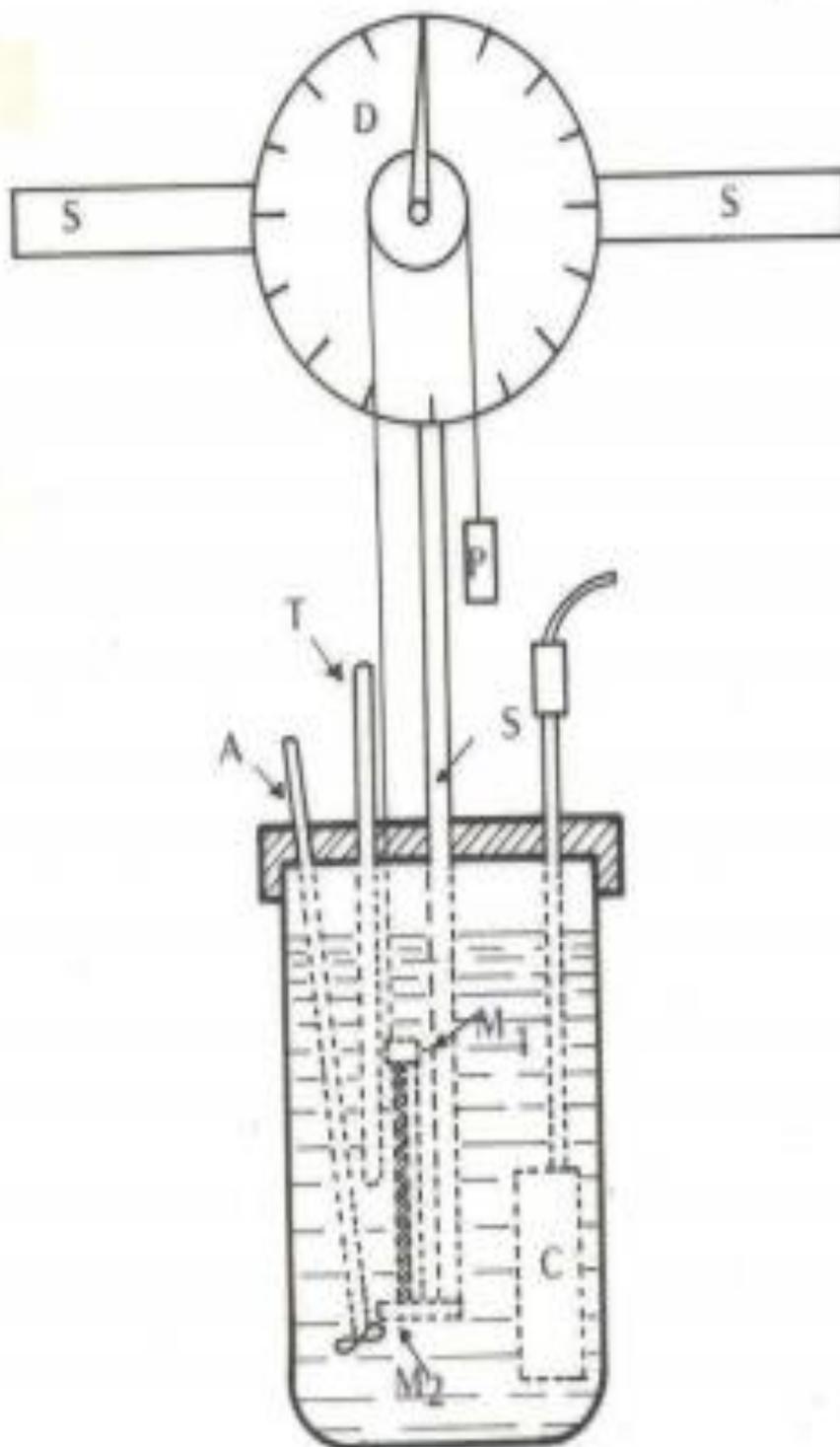


Gráfico 3. Aparato para la medición de la temperatura de encogimiento del cuero.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO

1. Resistencia a la tensión

En el análisis de las respuestas de resistencia a la tensión de las pieles caprinas se presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del curtido con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo, estableciéndose las mejores respuestas al curtir las pieles con el 9% de taninos sintéticos (T3), con $2873,13 \text{ N/cm}^2$, y que descendieron a $2276,45 \text{ N/cm}^2$ cuando las pieles fueron sometidas a un tratamiento de curtición con 8% de taninos sintéticos (T2), como se reporta en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 4, en tanto que las respuestas más bajas, se reportaron con 7% de taninos sintéticos (T1), con valores de $1265,40 \text{ N/cm}^2$, de acuerdo a los reportes se aprecia que para cueros con mejores respuestas de la resistencia a la tensión se debe emplear mayores niveles de taninos sintéticos (9%), en combinación con cromo, que proporciona mayor resistencias de las fibra de colágeno.

Los valores reportados son superiores a los registro de Heredia, Y. (2012), quien al obtener cuero grabado con la utilización de tres niveles de sintanes en pieles caprinas” identificó los valores más altos con la aplicación de 6% de tanino sintético, con registros de 1750 n/cm^2 , superioridad que puede deberse a que en la presente investigación se reforzó a los taninos sintéticos con cromo que es el curtiente que representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo, brinda al cuero mayor resistencia, mejores, elongación, abrasión y calidad sensorial. Esta singular performance del curtido con sales de cromo, es un excelente motivo para seguir trabajando en el problema ecológico que esto representa, es decir la carga de aguas residuales debido a su elevado tenor de

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.

VARIABLES	NIVELES DE TANINO SINTÉTICO EN COMBINACIÓN CON CROMO			EE	Prob.	Sign.
	7%	8%	9%			
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	1265,40 c	2276,45 b	2873,13 a	118,87	0,000002	**
Porcentaje de Elongación, %	52,50 c	59,06 b	63,13 a	2,19	0,01	*
Temperatura de Encogimiento, °C	84,00 c	85,63 b	87,50 a	0,22	0,00001	**

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

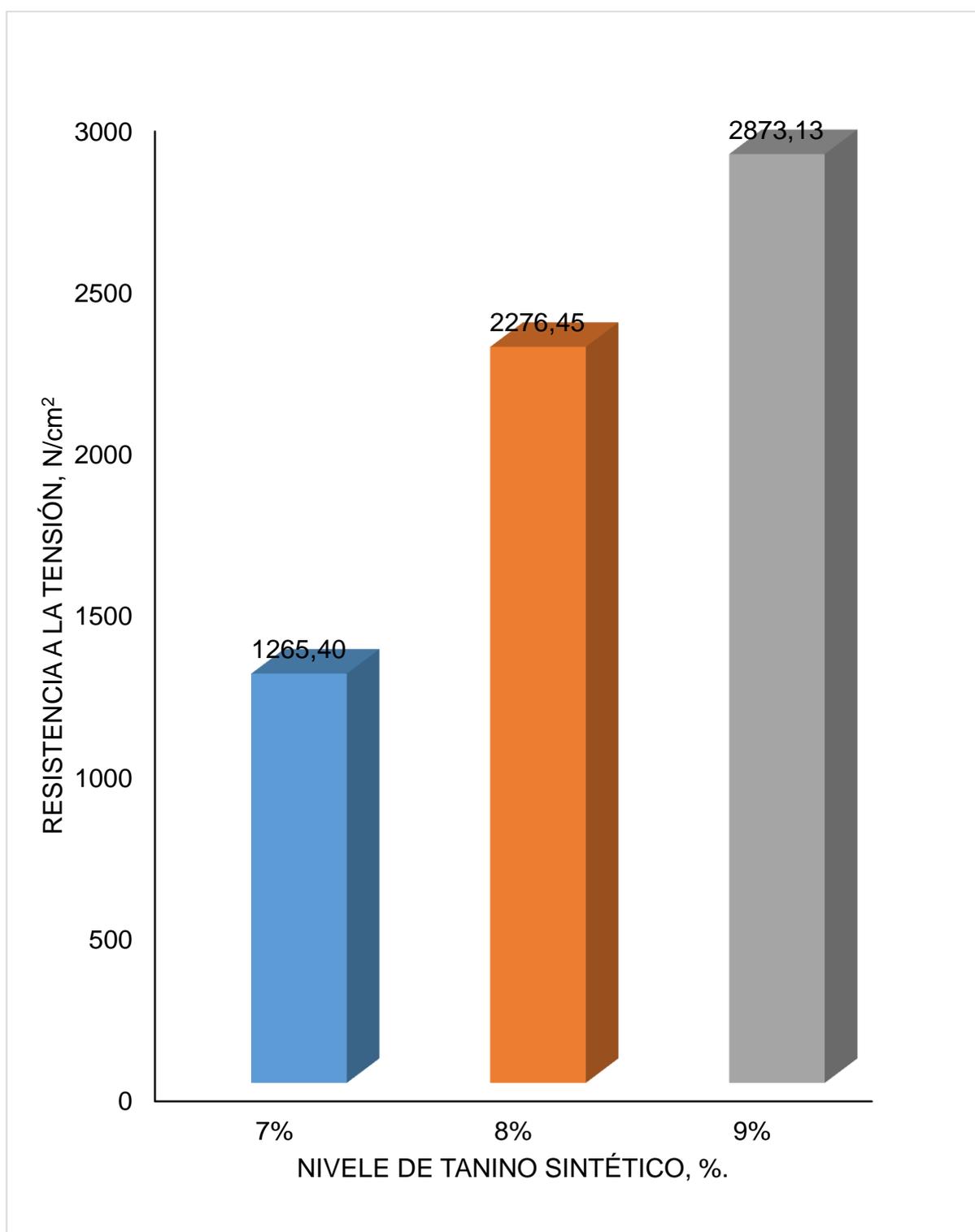


Gráfico 4. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

romo y desarrollar todas las posibilidades tecnológicas existentes para reducirlo a valores aceptados por la normativa ambiental del lugar, es por ellos que se le combina con taninos sintéticos para solucionar el problema ambiental sin desmejorar la calidad del cuero.

Lo que puede deberse según <http://www.cueronet.terminación.com>.(2014), a que los taninos se utilizan en el curtido porque reaccionan con las proteínas de colágeno presentes en las pieles de los animales, uniéndolas entre sí, de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, a la putrefacción por agua, y al ataque por microorganismos. Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas, fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos. Al utilizar mayores niveles de taninos sintéticos en combinación con el cromo, existirá un mayor poder curtiente lo cual logra una transformación total de las pieles crudas en pieles curtidas, es por ello que las pieles son sometidas a pruebas físicas que logren evidenciar el cambio que ha sufrido la piel, una de las características físicas más importante es la resistencia a la tensión que consiste en someter a la piel a fuerzas mediante una maquina especializada lo cual logra emular el desgaste físico diario que sufre el cuero por efecto de los fenómenos ambientales, la valoración de la calidad de la piel consiste en evaluar si es capaz de resistir a condiciones de uso, esto se hace mediante comparaciones con las normas IUP y mientras más elevados sean los valores obtenidos a la prueba mejor ser a la calidad del cuero, con lo que lograra elevar su precio y obtener una mejor ganancia y con esto los réditos económicos serán elevados.

Al realizar el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 5, se aprecia una tendencia lineal positiva altamente significativa, donde se infiere que partiendo de un intercepto de $4292,6 \text{ N/cm}^2$, la resistencia a la tensión se incrementa en $803,86 \text{ N/cm}^2$ por cada unidad de cambio en el nivel del taninos sintéticos aplicado a la fórmula del curtido de las pieles caprinas, con un coeficiente de determinación R^2 de 79,89% mientras tanto que el 20,11% restante depende de factores no tomados en cuenta en la presente investigación y que ver con la calidad de la materia prima y el tipo y tiempo de conservación de las pieles caprinas.

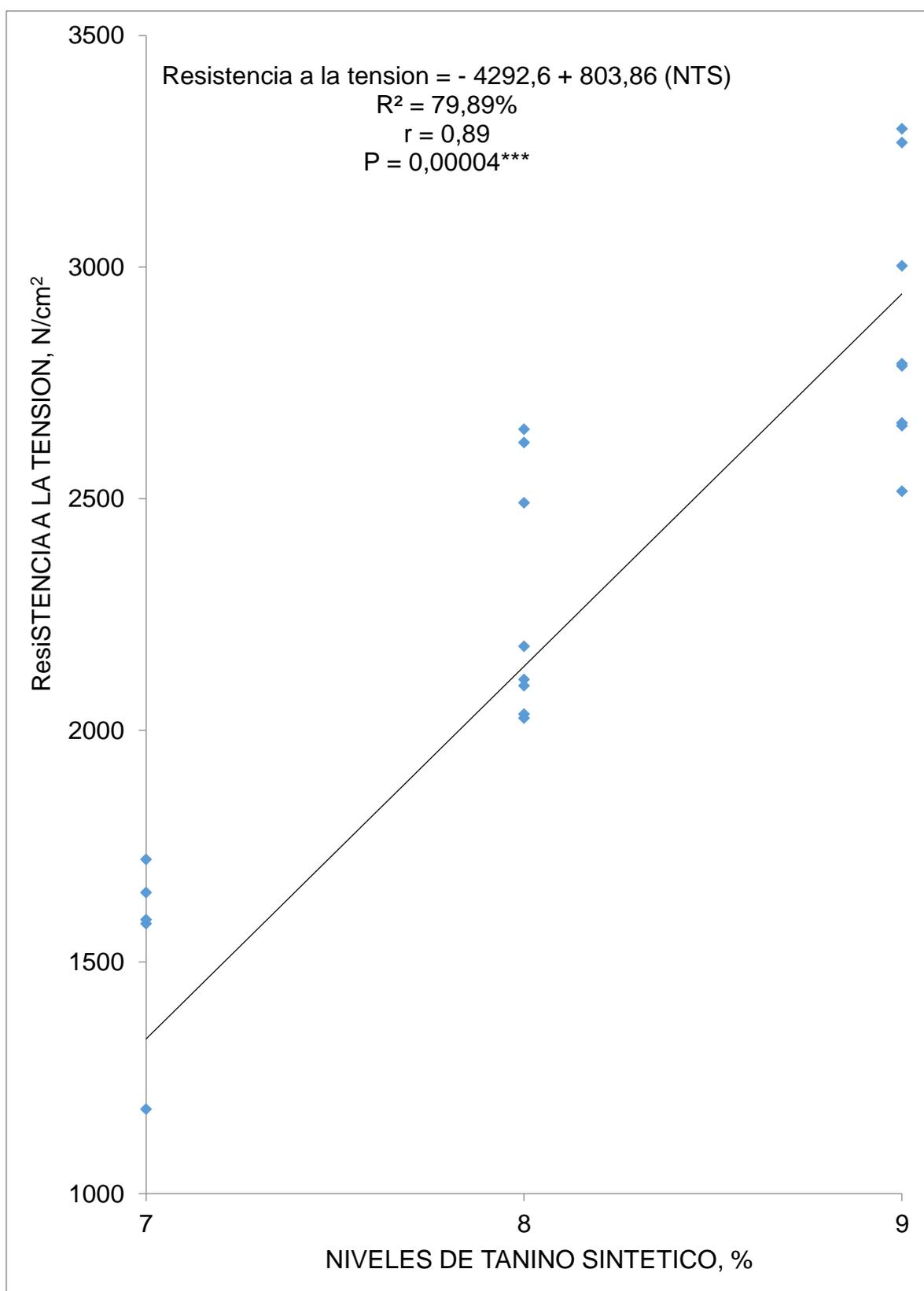


Gráfico 5. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

2. Porcentaje de elongación

La evaluación del porcentaje de elongación de las pieles caprinas reportó diferencias altamente significativas ($P > 0.01$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo, estableciéndose por lo tanto la mejor respuesta al curtir las pieles con una combinación de cromo más el 9% de taninos sintéticos (T3), con medias de 63,13%, seguida de los resultados al utilizar una curtición combinada con cromo y 8% de taninos sintéticos (T2), con medias de 59,06% en tanto que el porcentaje de elongación más bajo se obtuvo al combinar el cromo más el 7% de taninos sintéticos (T1), con medias de 52,50%; como se ilustra en el gráfico 6, de acuerdo a los reportes mencionados se afirma que para obtener un mejor alargamiento de las pieles caprinas, sin romper su estructura fibrilar se debe emplear mayores niveles de taninos sintéticos es decir el 9%, lo cual ocasiona un aumento del alargamiento de las fibras de colágeno y por ende la calidad de las pieles caprinas destinadas a la confección de calzado femenino que requiere ser sumamente suave y aerodinámico.

Esto se puede explicar con lo que indica Schorlemmer, P. (2002), quien menciona que la tendencia natural de las pieles curtidas con taninos sintéticos es tener menores resistencias al desgarro, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que están algo pegadas entre si y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores, por lo que se refuerza la curtición con cromo que es el mejor agente curtiente que le otorga características muy importantes al cuero, pero este ocasiona que el agua residual que sea de carácter tóxico y genere contaminación cuando es depositada en el ambiente, por lo cual se busca métodos que logren sustituir este agente por uno que sea de menos contaminación o se busca el empleo de curtición combinada para generar menor contaminación al agua residual de la curtición, esto se hace con el empleo de taninos sintéticos para tener un mejor contacto con el colágeno de las pieles logrando una mayor estabilidad en su enlace, ya que como son sustancias menos poderosas en cuanto a acción curtiente, cuando se ha procedido a la curtición las pieles presentan mayores espacios interfibrilares, que producen mejor elongación.

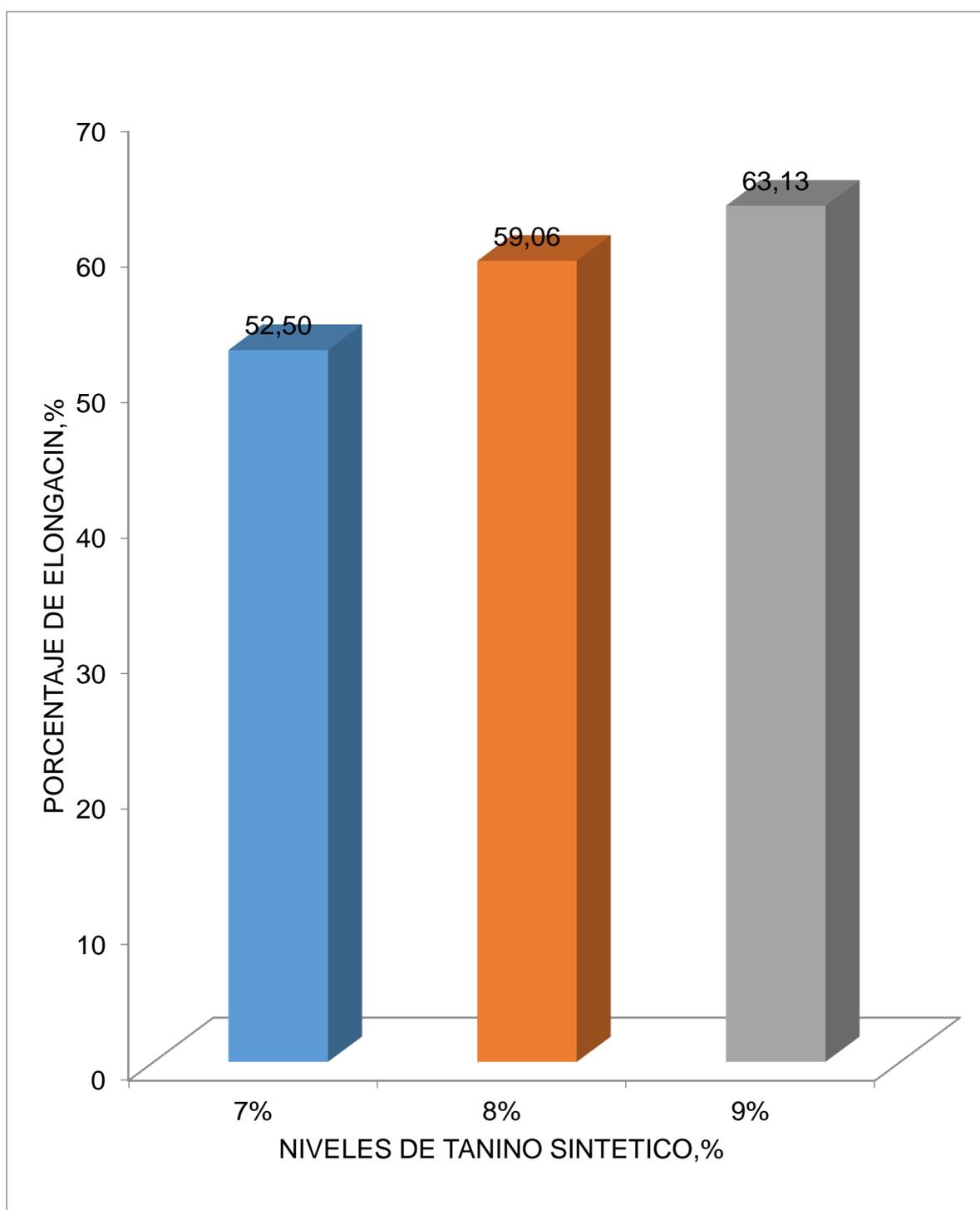


Gráfico 6. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

Los resultados alcanzados en la presente investigación son inferiores al ser comparados con lo que registrado por Auquilla, M. (2013), que reportó medias de 82,73% al curtir pieles ovinas con 9% de glutaraldehído, esto se debe a que la piel ovina tiene características muy diferentes a la piel caprina lo cual ocasiona que exista una respuesta diferente a los tratamientos curtientes, ya que la piel ovina por naturaleza es más flexible lo cual ocasiona mejores respuestas de elongación, así como también de Heredia, Y. (2012), quien registro que los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación determinaron diferencias altamente significativas por lo que se reporta la elongación más alta en los cueros del tratamiento T3 (6% de sintanes), con medias de 83,50%.

Al realizar el análisis de regresión del porcentaje de elongación que se ilustra en el gráfico 7, se aprecia una tendencia lineal, positiva altamente significativa $P = (P, 0,002)$, donde se infiere que partiendo de un intercepto de 15,73%, la tensión decrece en 5,31%; por cada unidad de cambio en el nivel de taninos sintético adicionados a la fórmula de curtición de las pieles caprinas, con un coeficiente de determinación R^2 de 35,60% mientras tanto que el 64.6% restante depende de factores otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de los productos curtientes, ya que la concentración de cada uno depende muchas veces de las casa comerciales que los producen y que tipo de materias primas utilizan. La ecuación para la regresión fue:

$$\text{Porcentaje de elongación} = + 15,73 + 5,31 (\%TS),$$

3. Temperatura de Encogimiento

En la valoración estadística de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas se presentaron diferencias altamente significativas ($P > 0.01$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de taninos sintéticos, por lo tanto se registraron las mejores respuestas al curtir las pieles caprinas con la combinación de cromo más 9% de taninos sintéticos (T3), ya que las medias fueron de 87,50°C, seguidas de los resultados reportados con la curtición con 8% de,

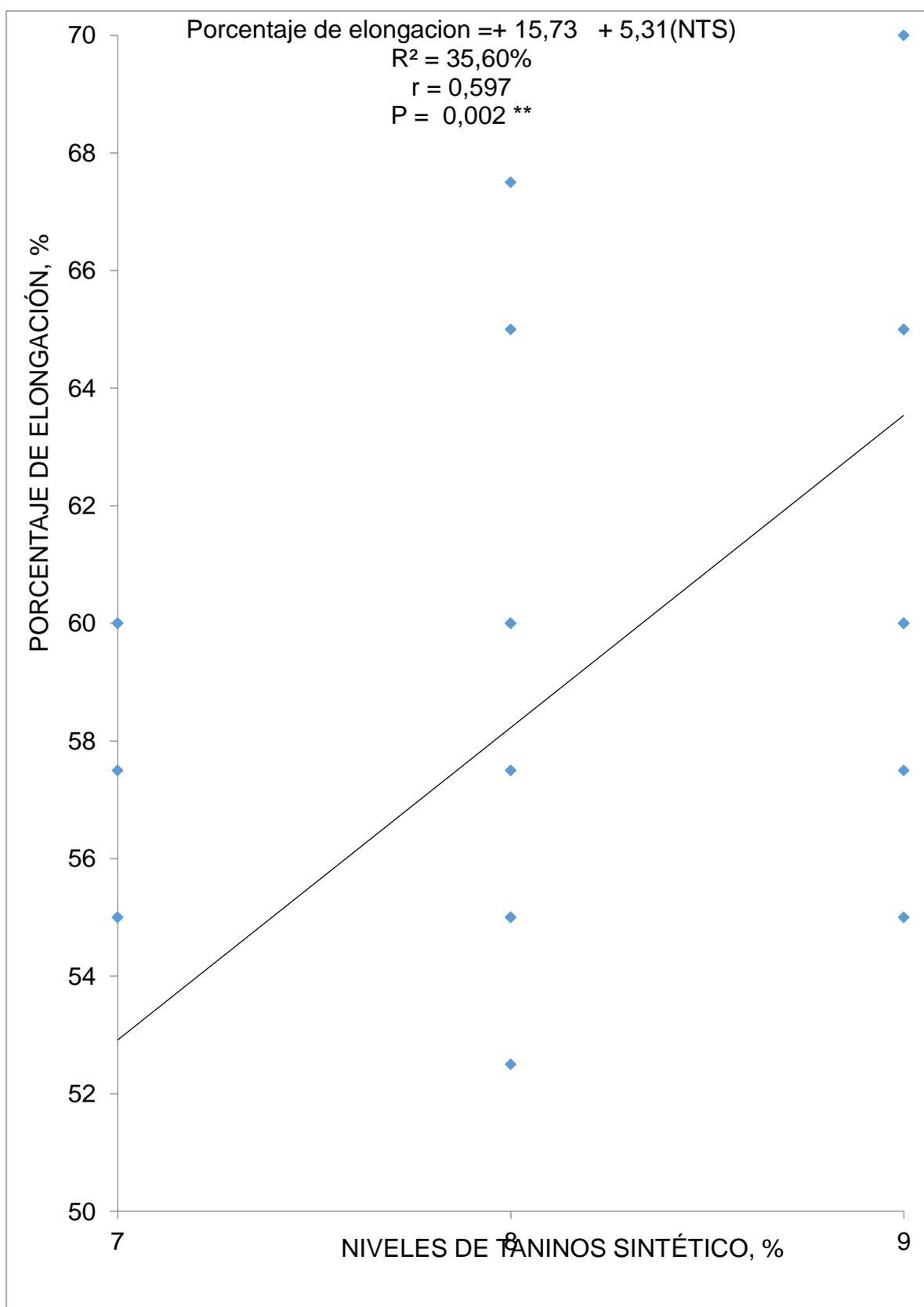


Gráfico 7. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

taninos sintéticos (T2), ya que las respuestas fueron de 85,63°C, mientras tanto que la elongación mas baja, se registró al curtir las pieles con el 7% de taninos sintéticos, con medias de 84°C, como se ilustra en el gráfico 8. es decir que con el empleo de mayores niveles de taninos sintéticos (9%), se obtienen mejores respuestas de temperatura de encogimiento, lo que se debe a que las pieles se curten en su totalidad al punto de soportar temperaturas altas sin encogerse, y luego de retirar del efecto térmico regresan a su estado normal.

Lo que se corrobora con lo manifestado por Rivero, A. (2001), quien indica que la finalidad de la curtición es estabilizar la proteína frente a la descomposición bacteriana y a los agentes externos, mediante la reacción de productos poli funcionales de peso molecular medio. Se utilizan productos polifuncionales por su capacidad de reaccionar con más de una molécula de colágeno. Con la curtición se aumenta la temperatura de contracción de la piel, para que soporte las sucesivas operaciones de tintura y engrase, que generalmente se deben hacer a altas temperaturas. 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. Se sabe, que existen grandes diferencias en la estabilidad dimensional de los cueros curtidos al cromo, que son más rígidos y menos alargados que los de una curtición vegetal.

las respuestas de la presente investigación son inferiores a las que indica Olaya, E. (2015), quien al curtir las pieles caprinas con 16% de licores de cromo reportaron valores de 96,63°C, esto se debe a que el cromo es el mejor agente curtiente que hasta la actualidad se ha podido encontrar por lo cual este genera respuestas muy altas a las pruebas físicas, pero la combinación de agentes curtientes logra que las respuestas sean casi similares, sin embargo son similares a los reportes de Pilamunga, E. (2015), quien al realizar la evaluación estadística de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtida con diferentes niveles de curtiente tara más granofín F 90, reportó una temperatura de encogimiento de 84,2°C, en el lote de pieles curtidas con 9% de tara.

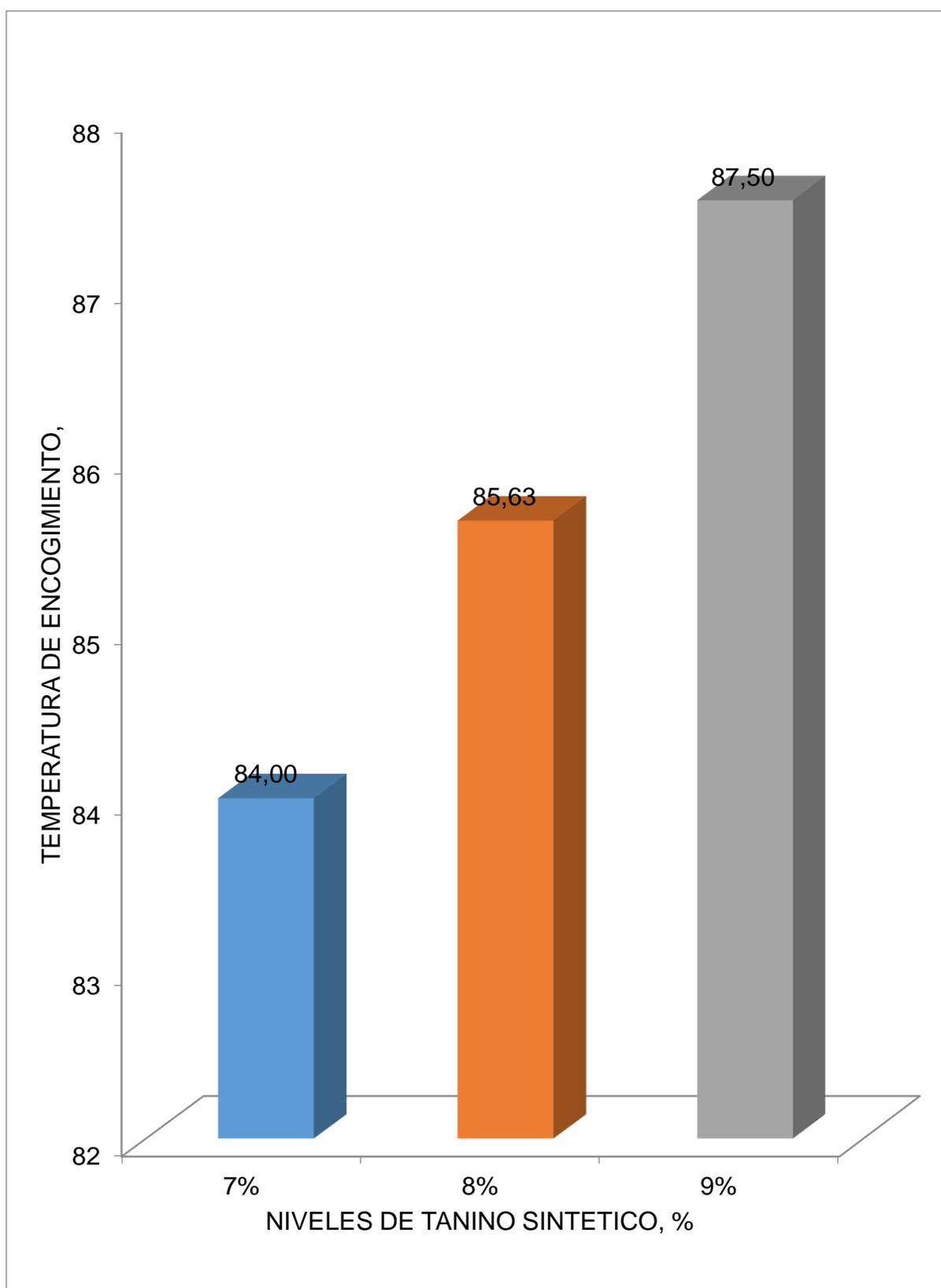


Gráfico 8. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

Al realizar el análisis de regresión de la temperatura de encogimiento que se ilustra en el gráfico 9, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal, positiva altamente significativa ($P < 0,00007^{**}$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de $71,71^{\circ}\text{C}$, la temperatura de encogimiento se eleva en $1,75^{\circ}\text{C}$, por cada unidad de cambio en el nivel de tanino sintético, con un coeficiente de determinación R^2 de $86,03\%$ mientras tanto que el $13,97\%$; restante depende de factores no tomados en cuenta en la presente investigación y que tiene que ver con la calidad de la materia prima ya que las pieles caprinas, en su estructura presentan diferentes capas en las cuales deberá distribuirse uniformemente el curtiente sintético combinado con el cromo para que soporte las temperaturas de encogimiento a las cuales son sometidas. La ecuación para la regresión utilizada fue:

Temperatura de Encogimiento = $+ 71,71 + 1,75 (\% \text{TS})$,

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO

1. Blandura

Al realizar la evaluación de la prueba sensorial de blandura de las pieles caprinas se presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), según el criterio *kruskal Wallis*, por efecto de la curtición con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo, estableciéndose por lo tanto las mejores respuestas al curtir con el 9% de taninos sintéticos en combinación con cromo (T3), con medias de $4,75$ puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), como se reporta en el cuadro 8, seguido de los reportes alcanzados en el tratamiento T2 (8%), con medias de $4,38$ puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas se establecieron en el lote de cueros caprinos cuando se

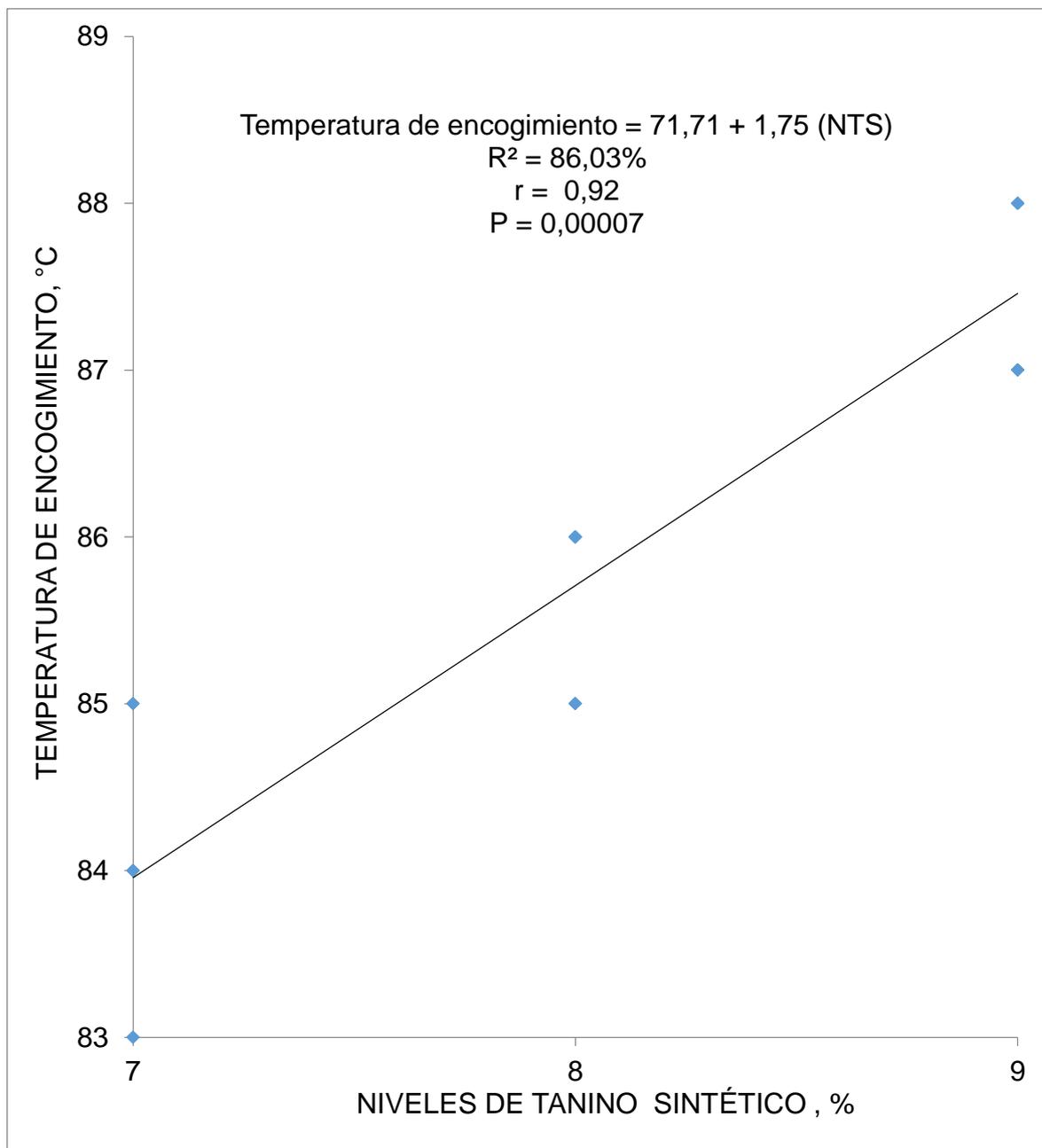


Gráfico 9. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINO SINTÉTICO EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE TANINO SINTÉTICO EN COMBINACIÓN CON CROMO			EE	Prob.	Sign.
	7% T1	8% T2	9% T3			
Blandura, puntos	3,75 c	4,38 b	4,75 a	0,2	0,01	**
Redondez, puntos	2,88 c	4,38 b	4,75 a	0,22	0,00001	**
Llenura, puntos	3,63 c	3,75 b	4,50 a	0,21	0,02	*

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

aplicó una curtición que combinó cromo con el 7% de taninos sintéticos (T1), con medias de 3,75 puntos y calificación muy buena, como se ilustra en el gráfico 10. De acuerdo a los reportes antes mencionados se aprecia que para obtener una mayor suavidad y caída del cuero se deberá utilizar mayores niveles de curtiente sintético (9%). Los valores determinados en la presente investigación son superiores a los reportes de Olaya, E. (2015), quien al curtir pieles con 16% de licor de cromo reportó una blandura de 4,63 puntos y calificación excelente, lo que puede tener su fundamento en el poder curtiente que en la presente investigación fue más fuerte ya que se trabajó con una combinación de taninos sintéticos y cromo, aprovechando los beneficios de los dos curtientes.

Lo que es fundamentado con lo que nos indica <http://www.corium.com>.(2014), donde se indica que la piel naturalmente es muy dura ya que necesita proveerle al animal protección contra los factores externos como son la variación climática y las condiciones de manejo ya que ayuda a mantener regulada la temperatura corporal y evita el paso de microorganismos; por lo tanto se requiere para transformarlos en cuero imputrescible de productos que ingresen profundamente en el entretejido fibrilar para conseguir la blandura y suavidad ideal para la confección de calzado femenino, para que pueda moldearse con facilidad es por ello que se busca que el agente curtiente proporcione estas características al cuero; el cromo al formar estructuras de complejos con la fibra del colágeno de la piel logra una estructura completamente distinta; consigue traspasar la endodermis y la epidermis y transforma la piel en cuero; y le concede características sensoriales excelentes especialmente de blandura ya que su enlace es muy flexible con lo que al examinar el experto va a sentir un cuero muy blando, recordando que las exigencias de calidad para cuero de calzado determinan que debe poseer una alta flexibilidad para prevenir la aparición de fisuras y roturas en la zona de flexión del empeine del calzado, en el momento de la confección y del uso diario.

Al evaluar las características sensoriales en este caso la blandura, el juez calificador debe ser muy minucioso en examinar la piel de manera total para que ningún factor no deje de ser tomado en cuenta y se obtenga una evaluación

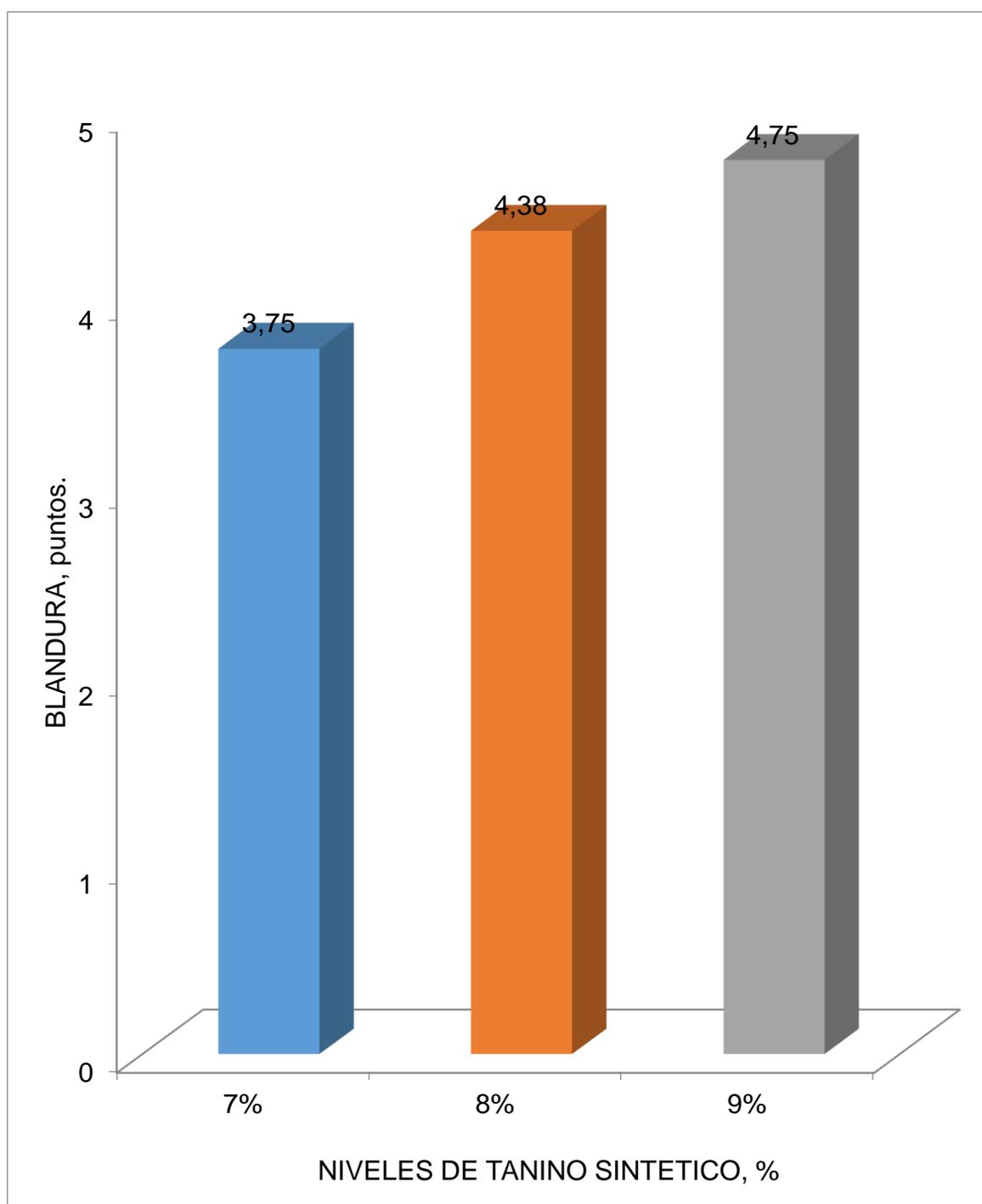


Gráfico10. Comportamiento de la Blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

integral de la piel, la blandura viene dada como el efecto de las pieles a ser delicada, suave y con una caída ideal, lo cual le otorgará a la piel características de naturalidad, pero esto dependerá del agente curtiente que se emplee ya que al utilizar solo cromo las pieles son muy rígidas ya que aumenta sus resistencias físicas pero disminuye sus características sensoriales, por lo cual lo más adecuado es emplear una curtición mixta cromo con tanino sintético.

Al realizar el análisis de regresión de la blandura que se ilustra en el gráfico 11, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0,002$); de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 0,29 puntos, la blandura se eleva en 0,5 puntos por cada unidad de cambio en el nivel del tanino sintético aplicado a la formulación del curtido de las pieles caprinas destinadas a la confección de calzado femenino, con un coeficiente de determinación R^2 de 66,51% mientras tanto que el 33,49% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que va a depender de la calidad de la materia prima, tipo y tiempo de conservación, y sobre todo de los productos químicos que influyen en cada uno de los procesos de curtición del cuero que influyen sobre la calificación sensorial de blandura de las pieles caprinas. La ecuación para la regresión de la blandura fue:

$$\text{Blandura} = 0,29 + 0,5 (\%TS),$$

2. Redondez

La evaluación estadística de los resultados obtenidos de la variable sensorial redondez de las pieles caprinas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto del empleo de diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo, reportándose por lo tanto la mejor redondez al curtir las pieles con 9% de taninos sintéticos en combinación del cromo (T3), con valores de 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), es decir pieles que se moldean fácilmente para cambiar de la forma plana a la espacial, seguida de los reportes alcanzados en el lote de pieles curtidas con el 8% de taninos sintéticos mas

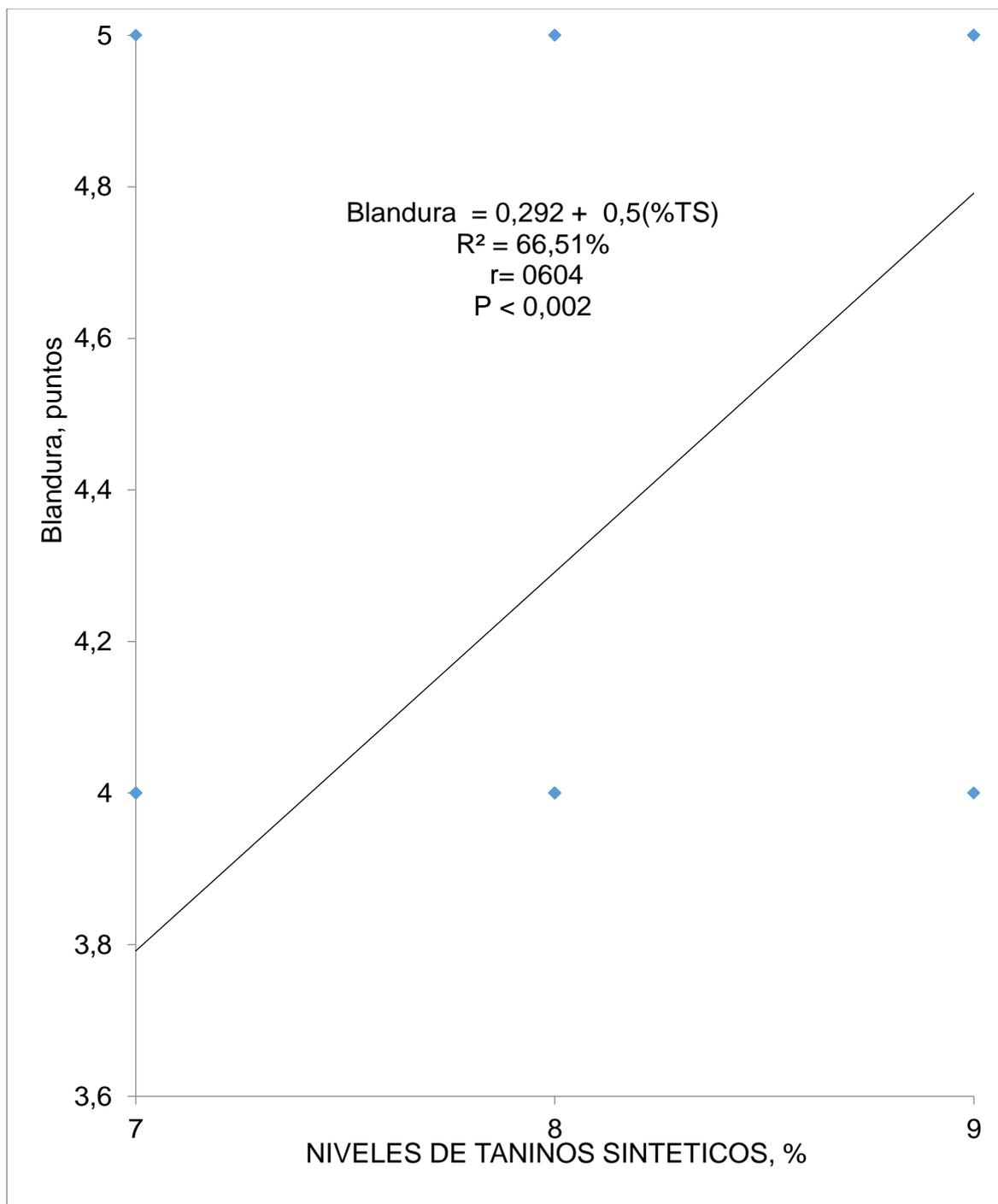


Gráfico11. Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

como ya que las respuestas fueron de 4,38 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron al curtir con el 7% de taninos sintéticos en combinación con cromo (T1), con valores de 2,88 puntos y calificación buena como se ilustra en el gráfico 12, es decir que para obtener mejores respuestas de redondez de las pieles caprinas es recomendable utilizar mayores niveles de agentes curtientes taninos sintéticos es decir 9%, es necesario recordar que la redondez mide el grado de penetración que ha sufrido el agente curtiente al interior de la piel y si es profundo o superficial lo cual impide o permite el dobles repetido del cuero para asemejar el momento del dar el paso.

Lo que tiene su fundamento en lo que indica Libreros, J. (2003), quien menciona que debido al relleno que da la curtición con taninos sintéticos la flor tiene tendencia a ser muy fina, y como es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan elástica como en las pieles curtidas únicamente al cromo. Los extractos de taninos sintéticos proporcionan una adecuada compacidad al cuero, favorecen el esmerilado dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck, en los procesos de ribera el empleo de químicos que son de características ácidas y básicas preparan a la piel para que el agente curtiente pueda traspasar la epidermis y colocarse en la dermis que es donde se da la transformación del colágeno en otro compuesto, lo principal que ocurre en dicha transformación es en los enlaces peptídicos en donde hay la presencia de electrones libres de los grupos que se encuentran unidos y esto ocasiona que los taninos que son compuestos de composición química variada forman compuestos lo cual aumenta el tamaño de las partículas y ocasiona que se dé una característica de mayor redondez en cuanto al enlace de colágeno normal.

Los valores reportados en la presente investigación son superiores a los establecidos por Pilamunga, E. (2014), quien al curtir con el 9% de tanino vegetal (tara), presentaron valores de redondez de 4,70 puntos, así como también son similares a los indicados por Arguello, P. (2014), quien al evaluar diferentes niveles de taninos pirogálicos reportó medias de redondez de 4,75

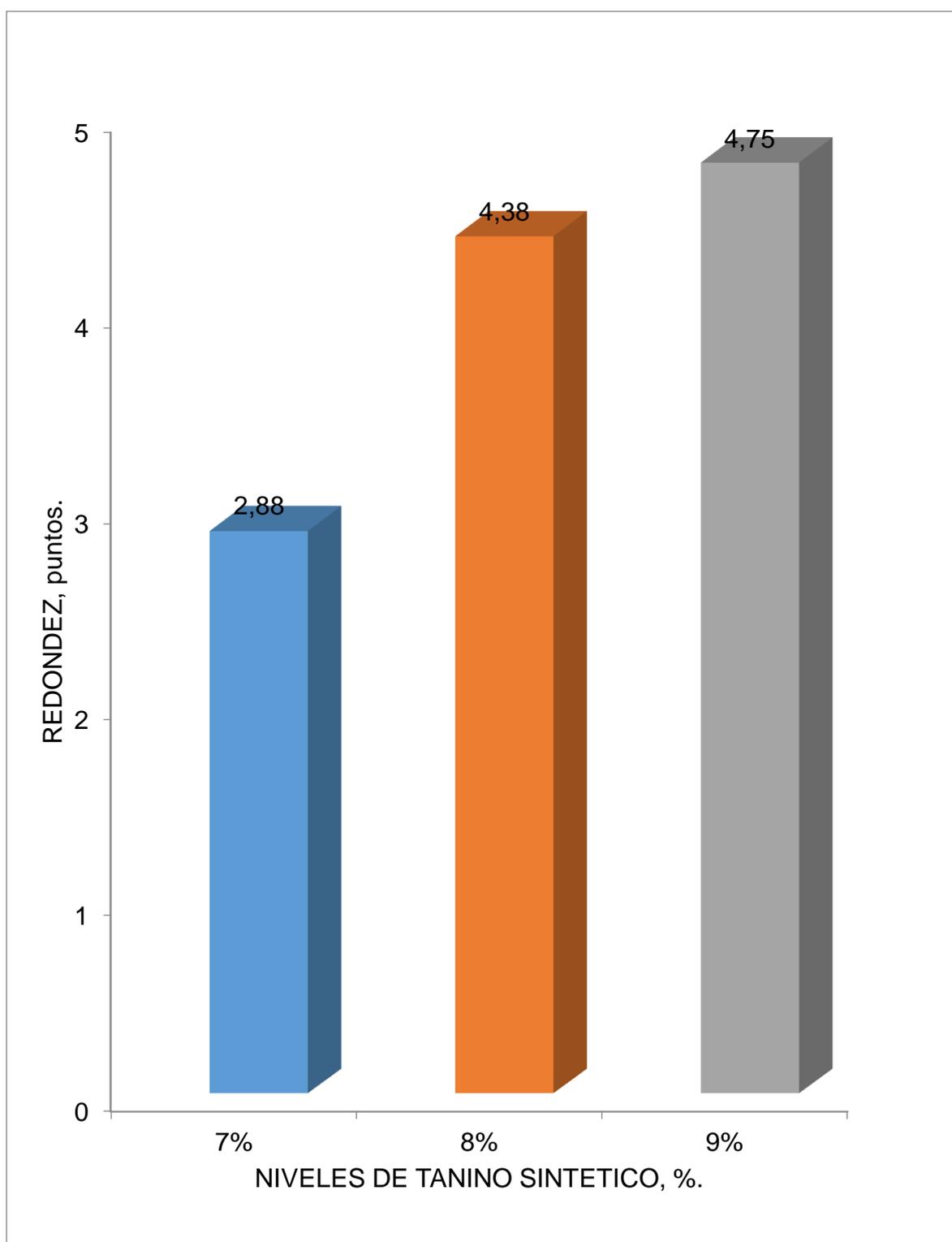


Gráfico12. Comportamiento de la redondez de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

puntos y condición excelente, es decir que al curtir con taninos sintéticos se aprecia un comportamiento similar a los que se reportan al curtir únicamente con cromo, con taninos pirogálicos o diferentes curtientes de origen vegetal.

Al realizar el análisis de regresión de la redondez que se ilustra en el gráfico 13, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa, donde se infiere que partiendo de un intercepto de 3,5 puntos la redondez se incrementa en 0,94 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de tanino sintético en combinación con cromo, con un coeficiente de determinación R^2 de 58,59% mientras tanto que el 41.41% restante depende de otros factores no tomados en cuenta en la presente investigación como puede ser la calidad de piel caprina, el tipo de faenamiento del animal las condiciones de manejo de la piel posteriores al desuello y sobre todo la calidad de los productos químicos, que tienen que atravesar el tejido interfibrilar para transformar la piel en cuero. La ecuación para la regresión fue:

$$\text{Redondez} = 3,5 + 0.94 (\%TS), +$$

3. Llenura

En la evaluación de los resultados obtenidos de la prueba sensorial llenura de las pieles caprinas se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con el agente curtiente cromo para confeccionar cueros para calzado femenino determinándose por lo tanto las mejores respuestas al curtir con 9% de taninos sintéticos en combinación con cromo (T3), ya que los valores medios fueron de 4,50 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), seguida de los reportes alcanzados en el lote de pieles curtidas con el 8% de taninos sintéticos (T2), , ya que la llenura fue de 3,75 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, en tanto que las respuestas más bajas se reportaron cuando se curtió las pieles con 7% de taninos sintéticos mas cromo (T1), con medias de 3,63 puntos pero conservando la calificación de muy buena.

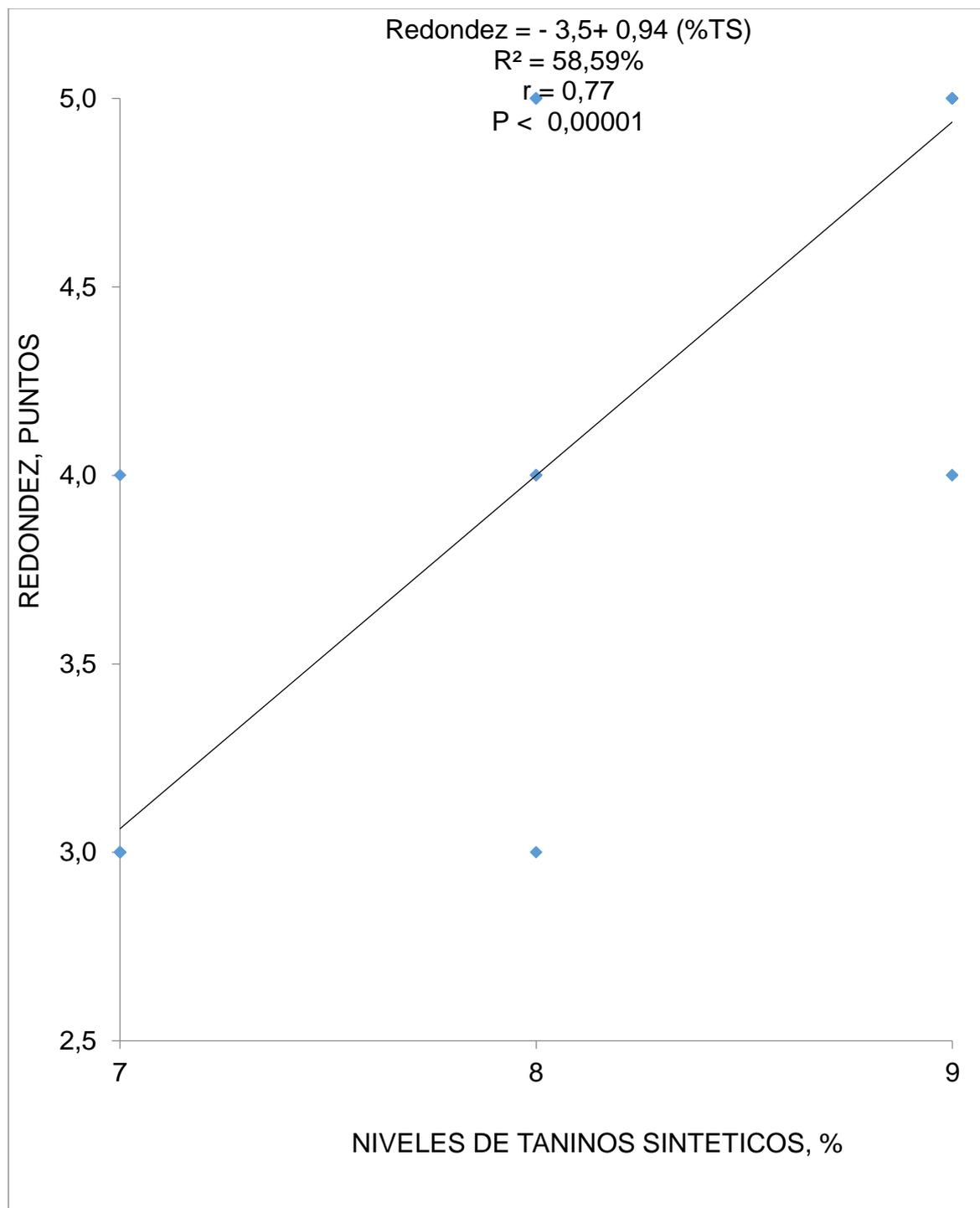


Gráfico13. Regresión de la redondez de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

De acuerdo a los reportes antes mencionados se afirma que para obtener mejores respuestas de redondez como se ilustran en el gráfico 14, se debe curtir con mayores niveles de taninos sintéticos (9%), en combinación con el agente curtiente mineral cromo. Lo que es corroborados según <http://www.corium.com>.(2014), a que en general las pieles curtidas con extractos vegetales tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro, que los extractos de taninos sintéticos llenan mucho a las pieles. La mayor parte de taninos sintéticos son compuestos incristalizables, de naturaleza coloidal y dotados de propiedades astringentes, forman con las proteínas combinaciones insolubles e imputrescibles, particularidad que es usada en la industria de curtidos, también hay taninos sintéticos que evitan la formación de flobagenos que son unos depósitos que se forman por aglomeración de los coloides de taninos y mantienen todo el sistema en suspensión, evitan que se pudran y evitan la formación de lodos de taninos que dejan agrios los baños.

Los taninos sintéticos pueden ser usados para la producción de todas las tipologías de cueros aptos para capellada de calzado, desde las más finas, firmes y livianas a las de espesor más alto, con flor firme y de morbidez variable según el producto deseado, proporcionan óptimas propiedades de llenado, firmeza de flor redondez y retención de estampado, que son muy necesarias para la confección de artículos muy delicados como es el calzado femenino que está en contacto directo con la piel y al no amoldarse a la forma del pie ocasionara molestias.

Los resultados de la presente investigación son inferiores al ser comparados con los reportes de Auquilla, M. (2013), quien registra una llenura promedio de 4,60 puntos al curtir con 9% de glutaraldehído, que tiene mejor poder curtiente que los taninos sintéticos pero ambos tratamientos son aceptables ya que conservan la calificación de excelente. Así como también de Heredia, Y. (2012), registrándose los apreciaciones más altas en los cueros curtidos con el 6% de sintanes T3, con 4,75 puntos y calificación excelente.

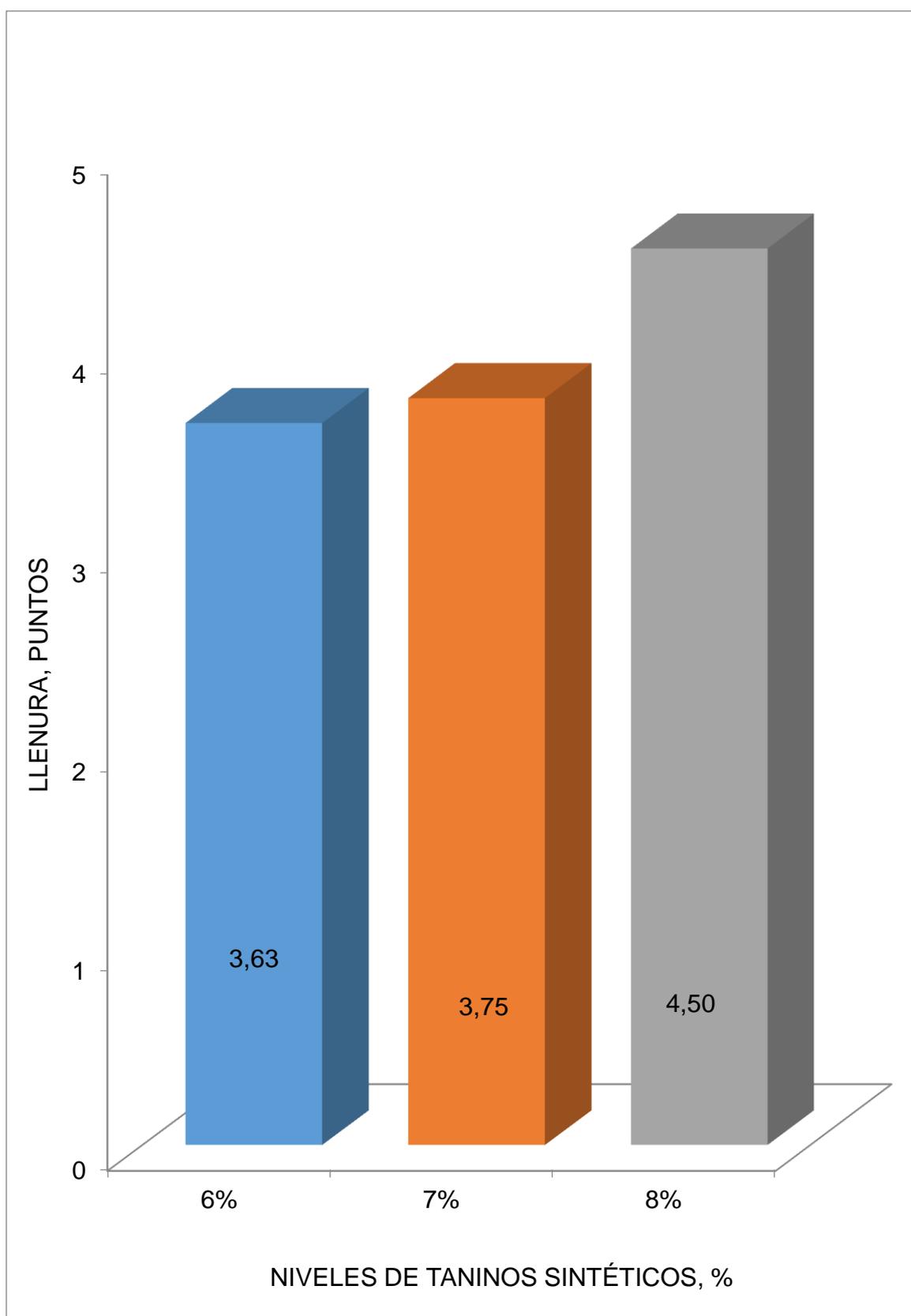


Gráfico14. Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

Al realizar el análisis de regresión de la llenura que se ilustra en el gráfico 15, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0,001$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,458 puntos, la redondez se eleva en 0,44 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente tanino sintético adicionada a la fórmula de curtido de pieles caprinas destinadas a la confección de calzado de dama, con un coeficiente de determinación R^2 de 79,46% mientras tanto que el 20,54% restante depende de otros factores no tomados en cuenta en la presente investigación y que tienen que ver principalmente con la calidad de la materia, prima, productos químicos y la precisión en el rodaje de los fulones ya que a mayor o menor velocidad de lo estipulado en la formulación emigrará los productos curtientes. La ecuación para la regresión fue:

$$\text{Llenura} = 0,458 + 0,44(\%TS),$$

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO

Para identificar el análisis de correlación existente entre los niveles de tanino sintético en combinación con cromo y las variables tanto físicas como sensoriales del cuero caprino destinado a la confección de calzado se utilizó la Matriz de Correlación de Pearson que se describe a continuación.

- El análisis de la correlación que existe entre el nivel de tanino sintético en combinación con cromo con la resistencia a la tensión registró una relación alta positiva directamente proporcional de dependencia, con un coeficiente de 0,894** revelándonos que al haber un mayor porcentaje de tanino sintético existirá un aumento en la resistencia a la tensión del cuero destinado a la confección de calzado femenino ($P < 0.01$).

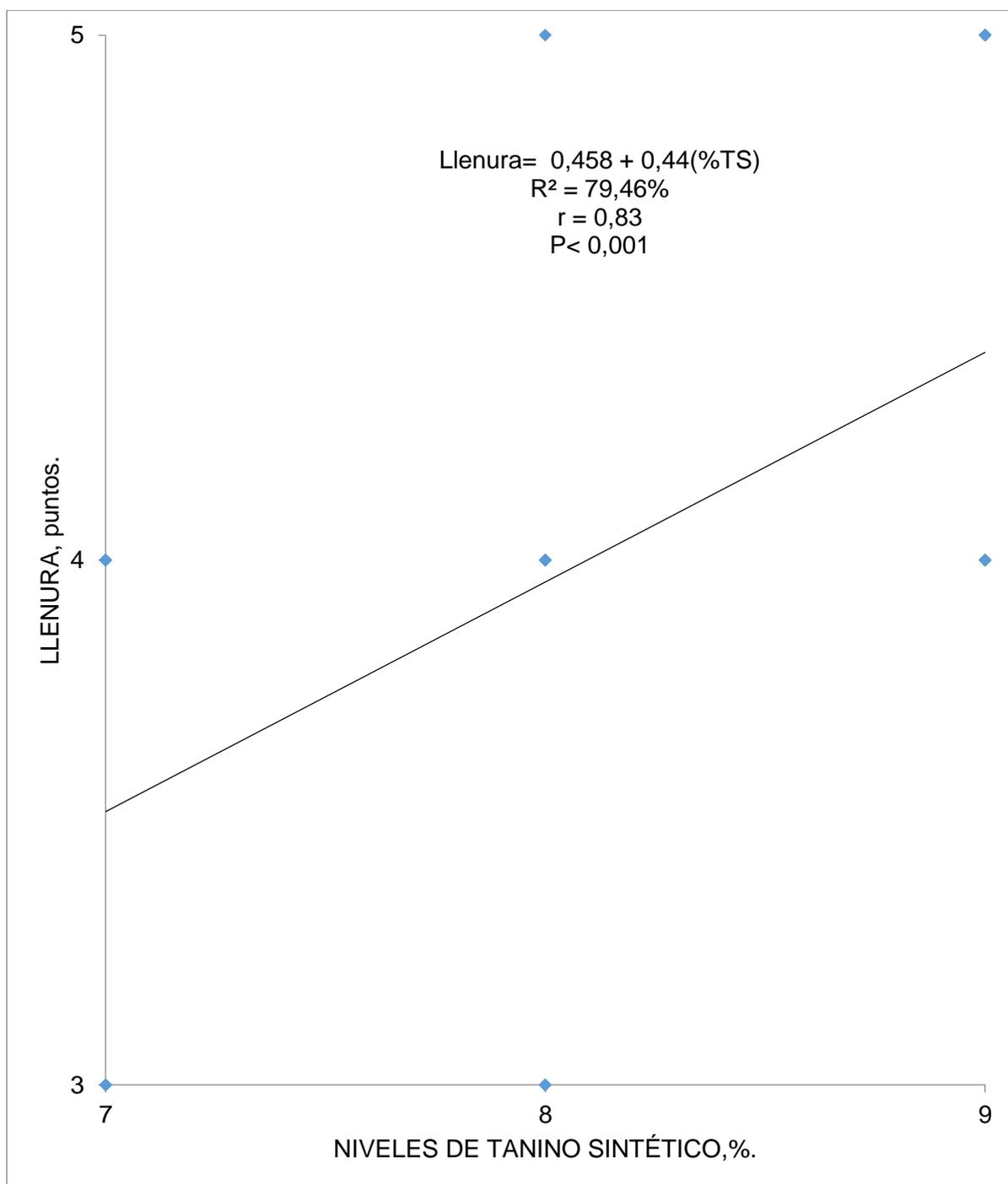


Gráfico15. Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo para cuero de calzado femenino.

- En la interpretación de la correlación existente entre el nivel de tanino sintético en combinación con cromo y la variable sensorial de blandura, como se reporta en el cuadro 9, se observó una marcada relación positiva altamente significativa entre las variables ($r = 0,604^{**}$), deduciendo que a mayor porcentaje de tanino sintético habrá una influencia hacia el aumento de la blandura de los cueros destinados a la confección de calzado femenino ($P < 0.001$).
- Mientras que al relacionar las variables de niveles de tanino sintético en combinación con cromo la redondez, se determinó una alta correlación positiva entre los factores ($r = 0,765^{**}$), con una relación positiva directamente proporcional lo que significa que, la redondez se va a incrementar a medida que se eleva el porcentaje de tanino sintético en la formulación del curtido del cuero destinado a la confección de calzado.
- La correlación existente entre el nivel de tanino sintético en combinación con cromo y la variable sensorial llenura exhiben un coeficiente de correlación positiva altamente significativa ($r = 0,529^{**}$), lo que representa una elevada relación positiva entre las variables, debido a que a mayor nivel de tanino sintético aplicado a la formulación del curtido de las pieles de destinadas a la confección de calzado también se elevará la calificación de ($P < 0.001$), como se reporta en el cuadro 9.

D. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación económica de la producción de 24 pieles curtidas con diferentes niveles de tanino sintético en combinación con cromo, determinó egresos como consecuencia de la compra de pieles y de los productos químicos para cada uno de los procesos de transformación de piel en cuero correspondientes a 198 dólares al utilizar 7% de tanino sintético; 210 dólares al curtir con 8% de curtiente sintético y finalmente 234 dólares con el uso de 9% de curtiente sintético. Una vez determinados los egresos se procedió a la venta de artículos confeccionados y de excedente de cuero después de la confección de los artículos como es botas,

Cuadro 9. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SINTÉTICOS EN COMBINACIÓN CON CROMO PARA CUERO DE CALZADO FEMENINO.

VARIABLES	Resistencia				
	Niveles de tanino sintético	Tensión	Blandura	Redondez	Llenura
Niveles de tanino sintético	1	**	**	**	**
Resistencia Tensión	0,894 **	1	*	**	*
Blandura	0,604**	0,309*	1	*	
Redondez	0,765**	0,758**	0,432 *	1	0,247
Llenura	0,529**	0,328	0,027	0,247	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

botines, calzado femenino, entre otros que corresponden a los ingresos y que fueron de 245,00 dólares en el tratamiento t1 (7%), 284,50 dólares en el tratamiento T2 y finalmente 332,50 dólares en el lote de cueros del tratamiento T3 (9%), como se reporta en el cuadro 10.

Una vez determinados los egresos e ingresos se procedió a determinar la relación beneficio costo que fue de la más alta al utilizar mayores niveles de tanino sintético (9%), con 1,42 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 42 centavos o lo que es lo mismo decir del 42%; seguida de las ganancias generadas al curtir con 8% de curtiente sintético con 1,35, es decir una rentabilidad del 35%, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el lote de pieles curtidas con el 7% de tanino sintético en combinación con cromo ya que la relación beneficio costo fue de 1,24; o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 24%.

Realizando el análisis económico general se aprecia que al curtir con 7,8 y 9% de tanino sintético los beneficios son altos y por lo tanto alentadores ya que superan ampliamente a otras actividades industriales similares inclusive a los intereses que genera la banca comercial que en los actuales momentos está bordeando los 12 a 14% anuales, además es necesario acotar que esta rentabilidad la podremos recuperar cada 3 meses que es el tiempo que se demora en la recuperación del capital, así como también se logra solucionar un problema, a que está en auge ya que existe controles estrictos sobre estándares aceptables de cada uno de los químicos pero especialmente de cromo que es el más regulado.

Cuadro 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINO SINTÉTICO.

CONCEPTO	NIVELES DE TANINO SINTÉTICO		
	7%	8%	9%
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas	8	8	8
Costo por piel caprina	6	6	6
Valor de pieles caprinas	48	48	48
Productos para pelambre	15	15	15
Productos para descarnado y curtido	33	39	42
Productos para engrase	22	22	22
Productos para acabado	15	16	17
Alquiler de Maquinaria	30	30	30
Confección de artículos	35	40	60
TOTAL DE EGRESOS	198	210	234
INGRESOS			
Total de cuero producido	110	123	115
Costo cuero producido pie ²	0,56	0,59	0,49
Cuero utilizado en confección	8	14	20
Excedente de cuero	102	109	95
Venta de excedente de cuero	165	184,5	172,5
Venta de artículos confeccionados	80,00	100,00	160,00
Total de ingresos	245,00	284,50	332,50

V. CONCLUSIONES

- El nivel más adecuado de tanino sintético en combinación con cromo en la curtición de pieles caprinas fue del 9% (T3), ya que el material producido, es de primera calidad, es decir de muy buena clasificación, ideal para la confección de los más delicados artículos de calzado femenino, cuyas prestaciones son más exigentes.
- Las resistencias físicas de la piel caprina curtidas con 9% de tanino sintético más 4% de cromo (T3), determinaron los resultados más altos de resistencia a la tensión (2873,13 N/cm²), porcentaje de elongación (63,13%), y temperatura de encogimiento (87,50°C), que al ser comparados con las normas técnicas de la Asociación Española del Cuero, superan ampliamente con las exigencias de calidad para cuero destinado a la confección de calzado.
- La evaluación sensorial del cuero caprino al ser curtido con 9% de tanino sintético en combinación con 4% de cromo, reportó la mejor blandura (4,75 puntos), redondez (4,75 puntos), y llenura (4,50 puntos), alcanzado en las tres variables calificaciones de excelente, es decir un material, muy suave, ductil y alargado para evitar molestias en el momento del uso diaria ya que el pie femenino es muy delicado.
- Al realizar la evaluación económica se determinó los mejores resultados en la curtición con 9% de tanino sintético (T3), con una relación beneficio/costo de 1,42 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 42 centavos o una ganancia del 42%, que es muy alentadora, ya que supera los interés que nos proporciona otras actividades similares y con el beneficio de que se está sustituyendo en una parte, el uso del cromo que es altamente contaminante y que afecta el medio que circunda a una tenería, por lo que es controlado por los organismos gubernamentales de nuestro país. .

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda curtir pieles con 9% de tanino sintético en combinación con 4% de cromo, para producir cueros muy resistentes que superen ampliamente con las exigencias de calidad de las normas técnicas del cuero desinadas a la confección de calzado.
- Para obtener mayores calificaciones en las pruebas sensoriales del cuero caprino es conveniente utilizar mayores niveles de tanino sintético (9%), ya que el cuero alcanza una mejor clasificación al tener una mejor suavidad, caída, alargamiento y sobre todo la llenura ideal para evitar molestias el momento de la confección y el uso diario.
- Curtir pieles de diferentes especies sean bovinas, ovinas, de especies menores con el 9% de tanino sintético en combinación con 4% de cromo, para determinar si los resultados son similares y de esa manera resolver los inconvenientes, de una curtición altamente contaminante al utilizar únicamente cromo.
- Difundir los resultados de la presente investigación para que puedan constituirse una alternativa tecnológica propia de la región, y que servirá para pequeños y medianos curtidores que necesitan de información técnica que es muy escasa en nuestro país.

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 Tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit Romanya-Valls. pp 105,199, 215.
3. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. Pp 30 – 43.
4. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
5. BUXADÉ, C. 2004. Tomo VIII. Producción Ovina. En Zootecnia: bases de producción animal. Ediciones Mundi Prensa, Madrid-España.
6. BÜHLER, B. 2000. Como hacer trabajos en cuero para talabartería. 2a ed. Edit. Kapelusz. pp 42, 53, 69,87.
7. CÓRDOVA, R. 2009. Industria del proceso químico. 2a ed. Madrid, España. Edit. Dossat, S.A. pp. 42 – 53.
8. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.

9. CUERVO, N. 2008. Estudio del proceso de compostaje de los lodos producidos en la operación de pelambre en la industria del curtido de pieles. 1a ed. Barcelona, España. Edit CIPRO. pp. 45 – 49.
10. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
11. FONT, J. 2005. Análisis y ensayos en la industria del curtido. 1a ed. Igualada, España. Edit UPC. pp 63 – 68.
12. GRAVES, R. 2007. la materia prima y su conservación. 2a ed. Igualada, España. Edit. Penelope. pp. 59,60, 61, 62, 68.
13. GRAVES, R. 2008. La materia prima y su conservación. 2ª ed. se. Igualada, España. sl. 2008. pp. 25-28.
14. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Gius. 1a ed. Barcelona, España. .EditSintes. S.A. pp 42 – 52.
15. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
16. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. pp. 15 -58.
17. HEREDIA, Y. 2012. obtención de cuero grabado con la utilización de tres niveles de sintanes en pieles caprinas. Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniera en industrias pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 56 – 79.

18. HILL, R. 2009. Licores Residuales de Curtición. sn. Igualada, España. sl. pp. 8 -23.
19. <http://www.cuero.net>.2014. Bacarditt, A. Defectos en las pieles caprinas
20. <http://www.aqeic.es>. 2014. Bartolini, P. La estructura de la Piel caprina para curtición.
21. <http://www.udistrital.edu>. 2014. Borrás, D. Defectos en las pieles caprinas
22. <http://www.revistavirtualpro.com>. 2014. Buenstra, A. Clasificación de las pieles caprinas
23. <http://www.es.silvateam.com>. 2014. Buestan, M. Procesos para el curtido de pieles caprinas
24. <http://www.general-oils.com>. 2014. Bursch, C. proceso de Remojo de las pieles caprinas
25. <http://www.infomadera.net>. 2014. Espinoza, G. Desencalado y purga enzimática de las pieles caprinas
26. <http://www.inese.es> 2014. Gracminar, P. Curtición propiamente dicha
27. <http://www.cueroamerica.com>. 2014. Gähr, F. Productos curtientes
28. <http://www.org.mtas.es/Insht.com>. 2014. Gavilanez, F. Control de la curtición y los productos empleados
29. <http://www.corium.com>. 2014. Gavilanez, F. Las partes de la piel de los caprinos.

30. <http://www.cueronet.terminación.com>. 2014. Hermanutz, F., Sintéticos auxiliares neutros
31. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
32. LAMPARTHEIM, G. 2008. Curtición de pieles de animales domésticos. 1 a ed. Lima, Perú. Edit. El Inca pp. 52, 63, 96, 102, 123.
33. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1. a ed. Igualada, España. Edit. EUETII. pp. 13 – 24, 56, 72.
34. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
35. OLAYA, E. 2015. Evaluación de la curtición de pieles de ternero a diferentes niveles de licor de curtiente mineral para artículos de confección. Trabajo de titulación previa a la obtención del título de ingeniero en industrias pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 62 – 77.
36. PALOMINO, R. 2002. Crianza y comercialización de cuyes. Lima, Perú. Edit. Ripalme. pp. 14 – 126.
37. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp 23 – 29.
38. SOLER, J. 2005. Procesos de Curtido. sn. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.

39. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay. Edit. Limusa. pp. 19 – 26.
40. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido I. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12, 45, 97,98.
41. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp 325- 386.
42. VEGA, G. 2000. Manual de Histología Esquemática. 1a ed. La Habana, Cuba. Edit. Pueblo y educación. pp 295-305.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
792,5	1721,43	1591,43	616,25	1182,5	1582,86	1650	986,25
2110	2650	2181,25	2491,43	2026,25	2096,25	2035	2621,43
2663,75	2516,25	3268,75	3298,57	3002,5	2786,25	2791,43	2657,5

B. Análisis de la varianza

Grados						
Fuente De Variación	De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Media	Fisher Calculado	Prob.	Sign
Total		23	12941892,58	562690,982		
Tratamiento		2	10568028,74	5284014,37	46,7441728	1,84E-08 **
Error		21	2373863,841	113041,135		

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	1265,40	c
7%	2276,45	b
8%	2873,13	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10339086,5	10339086,5	87,3902632	4,055E-09
Residuos	22	2602806,03	118309,365		
Total	23	12941892,6			

Anexo 2. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
45,0	57,5	55,0	45,0	55,0	60,0	60,0	42,5
57,5	55,0	65,0	67,5	60,0	52,5	55,0	60,0
65,0	55,0	72,5	60,0	70,0	65,0	60,0	57,5

B. Análisis de la varianza

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Media	Fisher Calculado	Prob.	Sign
Total	23	1268,490	55,152			
Tratamiento	2	459,896	229,948	5,972	0,009	**
Error	21	808,594	38,504			

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	52,50	c
7%	59,06	b
8%	63,13	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,69575036	5,69575036	12,1606631	0,00208
Residuos	22	10,3042496	0,46837498		
Total	23	16			

Anexo 3. Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
85,0	84,0	85,0	83,0	84,0	84,0	83,0	84,0
86,0	85,0	86,0	86,0	86,0	85,0	86,0	85,0
87,0	87,0	88,0	88,0	87,0	88,0	88,0	87,0

B. Análisis de la varianza

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Prob.	Sign
Total	23	56,958	2,476			
Tratamiento	2	49,083	24,542	65,444	3,467	5,780
Error	21	7,875	0,375			

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	84,00	c
7%	85,63	b
8%	87,50	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	49	49	135,455497	7,1366E-11
Residuos	22	7,95833333	0,36174242		
Total	23	56,9583333			

Anexo 4. Blandura de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	3,0	3,0	4,0
5,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0
5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado media	Fisher calculado	Prob.	Sign
Total	23	10,958	0,476			
Tratamiento	2	4,083	2,042	6,236	0,007	**
Error	21	6,875	0,327			

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	3,75	c
7%	4,38	b
8%	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4	4	12,6467066	0,00176839
Residuos	22	6,95833333	0,31628788		
Total	23	10,9583333			

Anexo 5. Redondez de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	4,0	3,0
3,0	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0
5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado media	Fisher calculado	Prob.	Sign
Total	23	24,000	1,043			
Tratamiento	2	15,750	7,875	20,045	0,000	**
Error	21	8,250	0,393			

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	2,88	c
7%	4,38	b
8%	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9,375	9,375	31,1320755	1,3109E-05
Residuos	22	6,625	0,30113636		
Total	23	16			

Anexo 6. Llenura de los cueros caprinos curtidos utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0
4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	5,0	3,0
4,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado media	Fisher calculado	Prob.	Sign
Total	23	10,958	0,476			
Tratamiento	2	3,583	1,792	5,102	3,467	5,780
Error	21	7,375	0,351			

C. Separación de medias por efecto de los niveles

Niveles de tanino	Media	Grupo
6%	3,63	c
7%	3,75	b
8%	4,50	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10339086,5	10339086,5	87,3902632	4,055E-09
Residuos	22	2602806,03	118309,365		
Total	23	12941892,6			