



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

**“EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA DE PIELES
BOVINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del título de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTORA
CARMEN ELIZABETH ANDINO HARO**

RIOBAMBA - ECUADOR

2016

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Rafael Buenaño Núñez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dra. M.C Georgina Hipatia Moreno Andrade.
ASESORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba 18 de enero del 2016.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carmen Elizabeth Andino Haro, con cedula de identidad número 060342681-8, estudiante de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Carrera de Ingeniería Zootécnica: declaro que el presente trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA DE PIELES BOVINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE GRANOFIN F 90”, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales..

Los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Titulación.

Riobamba 12 de enero de 2016.



Carmen Elizabeth Andino Haro
060342681-8

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación y todo lo que conlleva haber llegado a culminar esta etapa estudiantil en vida, está dedicado

a Dios, al Señor de la Justicia y a toda mi familia, en particular a la persona que más admiro y amo, mi padre: CARLOS RAMÓN, que aun cuando hoy, no está conmigo; fue, es y será la inspiración, el valor, dedicación, confianza y guía de mi vida.

Le consagro esta etapa de mi vida, a mi madre TERESA DE LOURDES, quien con esmero, sacrificio, amor y dedicación supo darme todo cuanto necesitaba para cumplir mis metas; supo inculcar en mi buenos sentimientos, hábitos y valores ayudándome a salir adelante en los momentos más difíciles.

Esta quimera es de los tres y el gozo de haberlo cumplido nos corresponde a los tres.

CARMITA

AGRADECIMIENTO

Hoy quiero agradecerle a DIOS por la vida, y por mis padres CARLOS, DEMETRIA Y TERESA, por ser ellos, mis más grandes ejemplos de amor, entrega, consagración y trabajo. Gracias por hacer de mí, una mujer valerosa con temple para cumplir sus metas.

Un agradecimiento especial para mis hermanos: NARCY, LUCY, DIEGO, CARLOS, BLANQUI Y ANGEL por estar siempre conmigo, por ser mis confidentes, consejeros, cómplices, pero sobre todo mis amigos.

Gracias a mi amor, ROBERTO CARLOS por traer a mi vida felicidad, por ser mi soporte, por alentarme a cumplir mis sueños y por haber sido yo, uno de los suyos.

Como no agradecer a todos los docentes de la Facultas de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, que, con sus conocimientos, consejos, forjaron en mí a una profesional.

Gracias a toda mi familia, por estar siempre conmigo y permitirme ser parte de sus vidas, gracias mil, por estar siempre ahí, sin importar dónde, ni cuando, simplemente estar ahí.

Gracias a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de mi vida estudiantil, ya sea con un consejo, como ejemplo o con un regaño, gracias por decir con un abrazo, sigue adelante.

CARMITA

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de figuras	ix
Lista de anexos	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL	3
B. ESTRUCTURA DE LA PIEL	3
1. <u>Epidermis</u>	4
2. <u>Dermis</u>	4
3. <u>Tejido subcutáneo</u>	5
C. QUÍMICA DE LA PIEL	6
D. DEFINICIÓN DE COLÁGENO	7
1. <u>Composición del colágeno</u>	9
2. <u>Tipos de colágeno</u>	10
3. <u>Hinchamiento</u>	11
a. Teoría química del hinchamiento	12
b. <u>Hidratación de iones</u>	14
c. Tipos de hinchamiento en la piel	17
d. Desnaturalización	18
E. PIEL BOVINA	18
1. <u>Secciones de la piel bovina</u>	20
F. CURTICIÓN DE LAS PIELES BOVINAS	21
1. <u>Remojo</u>	22
2. <u>Pelambre</u>	23
3. <u>Calero</u>	24
4. <u>Descarnar</u>	26
5. <u>Dividir</u>	27
6. <u>Desencalado</u>	27
7. <u>Rendido</u>	28

8.	<u>Piquel</u>	29
G.	EFFECTOS NEGATIVOS DE LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN EL LOS EFLUENTES DE LAS CURTIEMBRES	30
G.	EFFECTOS NEGATIVOS DE LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN EL LOS EFLUENTES DE LAS CURTIEMBRES	30
1.	<u>Cromo</u>	30
2.	<u>Plomo</u>	32
3.	<u>Zinc</u>	33
4.	<u>Contaminantes orgánicos</u>	34
H.	CURTICIÓN ECOLÓGICA	35
1.	<u>Curtición al cromo de alto agotamiento</u>	36
2.	<u>La recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo</u>	37
3.	<u>Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución</u>	38
4.	<u>Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida</u>	39
I.	CURTIENTES DE CROMO AUTOBASIFICANTES	40
1.	<u>Granofín F 90</u>	41
a.	Principales características y propiedades	41
b.	Aplicaciones y recomendaciones	41
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	42
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	43
1.	<u>Materiales</u>	43
2.	<u>Equipos</u>	43
3.	<u>Productos químicos</u>	44
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	45
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	47
1.	<u>Físicas</u>	47
2.	<u>Sensoriales</u>	47
3.	<u>Económicas</u>	47

F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	47
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	48
1.	<u>Remojo</u>	48
2.	<u>Pelambre en el bombo</u>	48
3.	<u>Desencalado y purgado</u>	49
4.	<u>Piquelado</u>	49
5.	<u>Curtido</u>	49
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	50
7.	<u>Engrase</u>	50
8.	<u>Estacado, ablandado y acabados</u>	51
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	51
1.	<u>Análisis sensorial</u>	51
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	52
a.	Porcentaje de elongación	52
b.	<u>Resistencia a la tensión</u>	55
c.	Temperatura de encogimiento	57
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	59
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES BOVINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90	59
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	59
2.	<u>Porcentaje de elongación, %</u>	62
3.	<u>Temperatura de encogimiento</u>	66
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES BOVINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90	69
1.	<u>Llenura</u>	69
2.	<u>Blandura</u>	73
3.	<u>Redondez</u>	76
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES	79
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	81
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	83
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	84

VII. LITERATURA CITADA
ANEXOS

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de pieles de la FCP de la ESPOCH, se evaluó un sistema de curtición ecológica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de Granofin F 90. El número de unidades experimentales fue de 24 pieles bovinas, distribuidas en 3 tratamientos, con 8 repeticiones cada uno. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) simple. Los resultados indican que al curtir con 10% de granofín F 90, se alcanzó la mayor resistencia a la tensión (1395,22 N/cm²), porcentaje de elongación (71,25%) y temperatura de encogimiento (86,38⁰C), que superan los estándares de calidad de los cueros destinados a la confección de vestimenta. La evaluación sensorial de los cueros bovinos determinaron las calificaciones más altas al curtir con 10% de curtiembre ecológica granofín F 90, ya que se consigue la mayor llenura (4,88 puntos), blandura (4,63 puntos) y redondez (4,75 puntos). La utilización de sulfato de cromo en los actuales momentos se ve muy restringida por la contaminación que produce al ambiente por lo tanto se ha buscado muchas alternativas que logren minimizar los impactos. La utilización de 10% de Granofin F 90 en la curtición de las pieles bovinas destinadas a la confección de vestimenta proporciona mayores rendimientos económicos ya que la relación beneficio costo fue de 1,41, es decir un 41% de ganancia lo que es atractivo sobre todo considerando la situación del país que requiere creación de fuentes de trabajo para permitir el crecimiento y estabilidad de la economía nacional.

ABSTRACT

On-site Laboratory skins Tannery FCP from the ESPOCH a system of ecological tanning bovine hides using different levels Granofin F 90 was evaluated. The number of experimental units was 24 cowhides, spread over 3 treatments with 8 repetitions each. The experimental results indicate that the tanning Granofin with 10% F90, most resistance voltage (1395,22 N/cm), elongation percentage (71,25%) and shrinkage temperature (86,38C) is reached, exceeding the standards of quality of hides destined to the preparations of clothing. The sensory evaluation of cattle hides determined the highest ratings to tanning with 10% organic tanning Granofin F 90, since most fullness (4,88 points), softness (4,63 points) and roundness (4,75 points) is achieved. The use of chromium sulfate at the present time is severely restricted by the pollution caused to the environment therefore it has sought many alternatives that minimize impacts achieved. The use of 10% of Granofin F 90 in the tanning of bovine leather for the making of clothing provides higher economic returns and the benefit cost ratio was 1,41 in other words 41 % gain which is especially attractive considering the country's situation requires creation of Jobs to enable the growth and stability of the national economy.

LISTA DE CUADROS

N		Pág.
1.	FUNCIONES DE LA PIEL.	6
2.	VOLUMEN DE LOS ÁTOMOS QUE ACTÚAN EN EL HINCHAMIENTO DE LA PIEL.	13
3.	CONCENTRACIÓN DE CROMO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO.	36
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA	42
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	46
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	46
7.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES BOVINAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90.	60
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES BOVINAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90.	70
9.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO BOVINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE ECOLÓGICO GRANOFÍN F 90.	80
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	82

LISTA DE GRÁFICOS

N	Pág.
1. Partes de la piel.	3
2. Estructura del alfa-aminoácido.	8
3. Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno	8
4. Secciones de la piel bovina.	21
5. Procesos de curtición de la piel bovina.	22
6. Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	62
7. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	64
8. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de Granofín F 90.	65
9. Evaluación de la temperatura de encogimiento de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	67
10. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	68
11. Evaluación de la llenura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	71
12. Regresión de la llenura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	72
13. Comportamiento de la blandura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	74
14. Regresión de la blandura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.	75
15. Comportamiento de la redondez de las pieles bovinas utilizando un	77

sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

16. Regresión de la redondez de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90. 78

LISTA DE FIGURAS

N		Pág.
1.	Equipo para el ensayo físico e inspección del producto en proceso y terminado.	53
2.	Funcionamiento del equipo para medir la resistencia física del cuero.	54
3.	Pasos preliminares para realizar la prueba de la resistencia a la tensión del cuero.	55
4.	Pasos de la prueba de la resistencia a la tensión o tracción del cuero.	56

LISTA DE ANEXOS

1. Base de datos.
2. Resistencia a la tensión de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
3. Porcentaje de elongación de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
4. Temperatura de encogimiento de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
5. Llenura de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
6. Blandura de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
7. Redondez de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofin F 90.
8. Receta de pelambre del cuero vacuno.
9. Desencalado de pieles bovinas.
10. Curtido con 8% de granofín F 90.
11. Curtido con 9% de granofín F 90.
12. Curtido con 10% de granofín F 90.
13. Aplicación del acabado.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria del curtido se aplican ciertos procesos con cromo que suscitan, desde hace ya un tiempo, recelos por sus posibles repercusiones en el medio ambiente. En la actualidad, en el curtido de más del 90 % de las pieles en todo el mundo se emplean sales de cromo. No obstante, el cromo trivalente (la forma más común empleada en el sector) presenta ciertos riesgos ambientales derivados de su posible oxidación al estado hexavalente, que es cancerígeno y puede ser perjudicial para humanos y animales.

El comercio del cuero ha crecido constantemente en las últimas décadas y este crecimiento vino acompañado del traslado del proceso del curtido a países en desarrollo, en los que la legislación medio ambiental y laboral son débiles, inexistentes o pura ficción científica. Las sustancias curtientes tienen la propiedad de que sus soluciones al ser absorbidas por las pieles transforman a estas en cueros, al utilizar el cromo en la curtición se encuentra el problema de contaminación la cual puede ser controlada con la aplicación de tecnologías limpias que fueron utilizadas hace ya unos 20 años atrás por la Comisión de la Comunidad Económica Europea.

Un movimiento en la investigación industrial que tuviera por objetivo la búsqueda y desarrollo de procesos industriales más limpios por medio de tecnologías alternativas, una de ellas es la aplicación de productos menos contaminantes como es el caso el curtiente granofín F 90, ya que en numerosos procesos de producción de la industria química se han conseguido tecnologías limpias.

Los desechos de curtiembres contienen un número de constituyentes en cantidades variables y significativas de acuerdo a la materia prima, proceso y producto final. Los materiales que pueden aparecer en los desechos de curtiembre, incluyen entre otros: pelo, pedazos de piel y carne, sangre, estiércol, sales, sal común, sales de cromo y sulfuros entre otros. Curtir los cueros con cromo, que son las más aplicadas en las tenerías de nuestro país, la técnica más aplicada para transformar la piel cuero es la aplicación de curticiones orgánicas

cuyo elemento infaltable es el cromo con la desventaja de que, casi un tercio del curtiente de cromo aplicado permanece intacto y pasa como residuo a los desagües de las tenerías. Por otra parte, la importancia cada vez mayor que se concede a las cuestiones ecológicas ha conducido a la imposición de medidas más estrictas para la depuración de dichos desagües, con especial consideración de las sales de cromo trivalente que quedan sin utilizar. Al modificar un procedimiento en la fase de curtición y demostrar con resultados favorables solucionará el problema de tener altos volúmenes de cromo residual, sin que afecten la calidad del cuero, a la vez obtener un beneficio económico por el ahorro de cromo usado en la curtiembre.

En todos los esfuerzos tendentes a dicho fin se debe tener presente que para la industria del cuero únicamente son aceptables aquellos procedimientos que le garantizan la obtención en calidad irreprochable de los cueros que fabrica y de sus artículos derivados, uno de ellos es el granofín F 90 cuya composición asegura la curtición de la piel sin los efectos nocivos que provoca el cromo por lo tanto los resultados de la presente investigación servirán de referente para ganaderos y comercializadores de pieles bovinas, curtidores tanto de pequeñas, medianas o grandes empresas, estudiantes de la Facultad de Ciencias, Ciencias Pecuarias o carreras afines a la producción pecuaria y de procesamiento de cuero, por lo citado anteriormente los objetivos fueron:

- Establecer el nivel óptimo de Granofín F 90 (8, 9 y 10%), como curtiente ecológico para pieles bovinas que serán destinadas a la confección de prendas de vestir.
- Determinar las características físicas y sensoriales de los cueros bovinos obtenidos; para comprobar si cumplen con la normativa de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero.
- Determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos utilizando el indicador económico beneficio costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PIEL

Hidalgo, L (2004), explica que la piel es una estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea generalmente cubierta de pelo o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora, pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, elimina las sustancias de desecho, alberga órganos sensoriales que nos facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacena sustancias grasas, protegen al cuerpo de entrada de bacterias. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente, estado de salud. En el gráfico 1, se ilustra las partes de la piel animal.

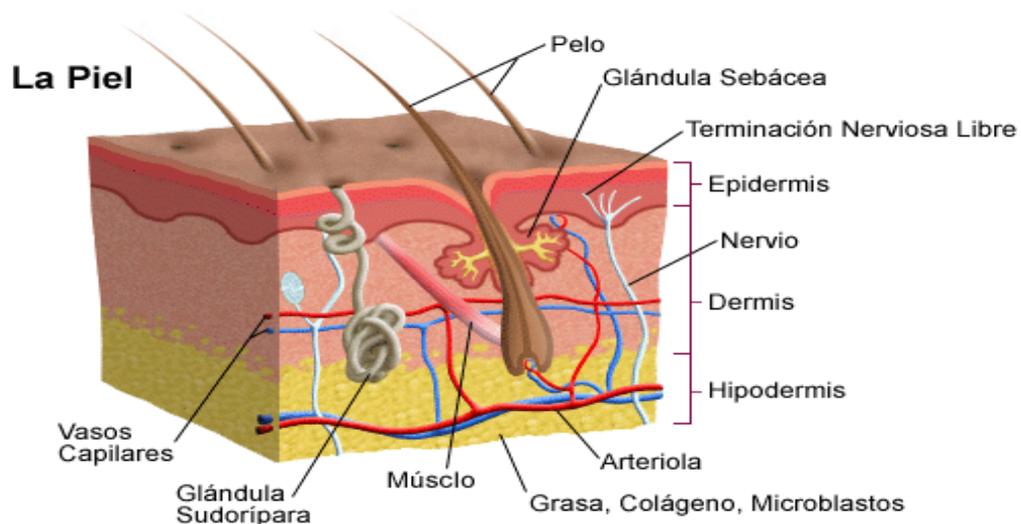


Gráfico 1. Partes de la piel.

B. ESTRUCTURA DE LA PIEL

Según <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel>.(2014), la estructura de la piel del animal varía de una especie a otra y dentro de un mismo animal, la piel está formada por tres partes que son:

- Epidermis.
- Dermis.
- Tejido subcutáneo.

1. Epidermis

Según (<http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel.2014>), es la capa más exterior de la piel, su grosor representa aproximadamente un 1% del total de la piel. Se elimina durante los trabajos de apelmbrado o. Está separada de la dermis por la membrana hialina. Desde fuera hacia dentro la epidermis presenta las siguientes capas: Capa córnea, capa granular y la capa mucosa de Malpighi o capa basal. La capa de Malpighi se elimina fácilmente ya que, al estar formada por células vivas de aspecto mucoso o gelatinoso que tienen poca resistencia, son fácilmente atacadas por la acción de las bacterias de la putrefacción, y de enzimas así como por álcalis tales como NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y especialmente por los S_2Na y SHNa . La capa granular presenta un desarrollo variable, según la especie de mamíferos de que se trate y también de la parte de la piel de que se tome. La capa córnea se va formando a partir de la capa granular. A medida que ascienden las células, éstas se van secando gradualmente y pierden sus estructuras nucleares y se van volviendo aplastadas, en forma de escamas. Las células de estas capas ya están muertas. Al mismo tiempo que se aplastan, se funden gradualmente para formar la densa capa queratinizada del estrato córneo o capa córnea.

2. Dermis

Adzet, J. (2005), reporta que la dermis está situada inmediatamente debajo de la epidermis, se extiende hasta la capa subcutánea y, como hemos dicho antes, está separada de la epidermis por la capa hialina. Representa aproximadamente el 84% del grosor de la piel en bruto y es la parte aprovechable para la fabricación del cuero. Se distinguen dos capas en la dermis: la capa de flor o papilar y la capa reticular. La capa de flor está formada por un entretejido de fibras entrelazadas en todas las direcciones siguiendo mayormente una orientación

sensiblemente perpendicular a la superficie de la piel. Este entretejido está formado por fibras especiales finas y apretadas, sobre todo en la parte más superficial. Su empaquetamiento es muy compacto. Químicamente está formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura.

Bacardit, A. (2004), menciona que la capa de flor es la que condiciona el aspecto del cuero acabado contribuyendo, sobre todo, a su apariencia estética. La capa reticular se llama así por su aspecto de red. Está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45° con relación a la superficie de la piel; según nos vamos introduciendo a capas más profundas, las fibras van tomando una orientación más horizontal siendo, al final, totalmente paralelas a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50-80% del grosor total de la dermis dependiendo de la edad del animal. Al ir este envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de flor será cada vez mayor, químicamente su principal componente es la proteína colágeno.

3. Tejido subcutáneo

Lacerca, M. (2003), menciona que el tejido subcutáneo constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante una operación que se denomina descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo está constituido por un fieltro muy lacio a base de fibras largas dispuestas así paralelamente a la superficie de la flor entre sus fibras se encuentran células grasas en mayor y menor cantidad según la especie del animal. En la industria de tenería se utiliza principalmente las pieles vacunas, las de cordero, y las de cabra en una proporción mucho menor las pieles de caballo y de cerdo, avestruz y aun en menores cantidad las pieles de pescado y reptiles. En el cuadro 1, se describe las funciones de la piel.

Cuadro 1. FUNCIONES DE LA PIEL.

Función	Serie de actividades
Barrera	Control de las pérdidas de agua, electrolitos, etc.
Protección	frente a los agentes físicos, químicos y biológicos
Sensibilidad	Calor, frío, dolor, picor y presión
Regulación de la temperatura	Aislamiento, variación del flujo sanguíneo, sudoración
Control hemodinámico	Cambios vasculares periféricos
Secreción	Excreción Función glandular, crecimiento del pelo y de la epidermis. Pérdida percutánea de gases, solutos y líquidos
Síntesis	Vitamina D
Función inmunológica	Vigilancia, respuesta

Fuente: <http://www.saber.ula.ve>.(2015).

C. QUÍMICA DE LA PIEL

Bacardit, A. (2004), asegura que la piel fresca está formada por un retículo de proteína fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, subcutáneas minerales y orgánicas. La composición aproximada de una piel vacuna recién desollada es la siguiente:

- Agua 64 %,
- Proteína 33%,
- Grasas 2%,
- Sustancias minerales 0.5%,
- Otras Sustancias 0.5%.

Cordero, B. (2012), informa que entre estos valores se destaca el contenido de agua en la piel aproximadamente el 20 % de esta agua se encuentra combinada con las fibras de colágeno de forma similar al agua de cristalización del total de la proteína que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno 1% elastina 1 -2 % de queratina y el resto son proteínas no fibrilares. La piel vacuna contiene poca grasa, las de cerdo 4 a 40% en los ovinos 3-30 % y en las cabras 3 - 10% Estos porcentajes están calculados sobre piel seca De esta cantidades el 75 - 80 % son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos fibrosos y globulares. Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y elastina; a las globulares pertenecen las albúminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis; su característica es el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, cuyos porcentajes sobre peso seco de proteína varían entre los valores de 4 – 18 % químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que la proteína globular.

Frankel, A. (2009), señala que las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles. Entre los lípidos que contienen la piel, los triglicéridos son los componentes más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentra diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo el tejido subcutáneo constituye el tejido adiposo.

D. DEFINICIÓN DE COLÁGENO

Font, J. (2001), menciona que el colágeno es una molécula proteica que forma fibras, las fibras colágenas, que se encuentran en todos los organismos pluricelulares. Este material extracelular es secretado por las células del tejido conjuntivo como los fibroblastos. Es la más abundante de todas las proteínas de los vertebrados superiores constituye alrededor de un tercio, o más, de la proteína total del cuerpo. Como hemos dicho antes, la estructura fibrosa de la dermis está constituida fundamentalmente por un entramado irregular de fibras de colágeno; llamadas así porque por la acción del agua caliente se transforman en gelatina.

Poseen como característica fundamental el poderse desfibrilar en elementos cada vez más finos, hasta llegar prácticamente a la molécula de colágeno, Proteína que participa en un 94-95% del total de proteínas de la piel y que es la proteína que de verdad nos interesa. Pero antes de seguir con el colágeno, es importante tener claro lo siguiente: ¿Que es una proteína? Son sustancias de peso molecular elevado formadas por largas cadenas de alfa-aminoácidos que resultan de la combinación de estos entre sí. La fórmula de un alfa-aminoácido se ilustra en el (gráfico 2).

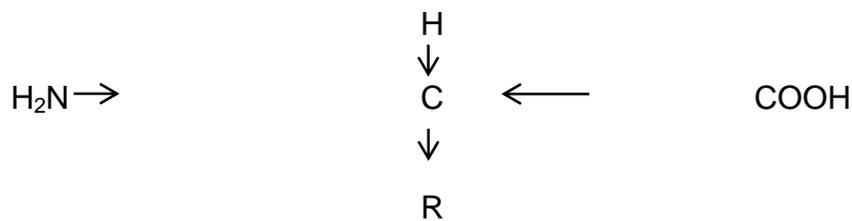


Gráfico 2. Estructura del alfa-aminoácido.

Donde R representa una cadena lateral de naturaleza cíclica o aromática que es distinta para cada aminoácido, mediante enlaces peptídicos se forman largas cadenas polipeptídicas que constituyen las proteínas, que se ilustra en el (gráfico 3).

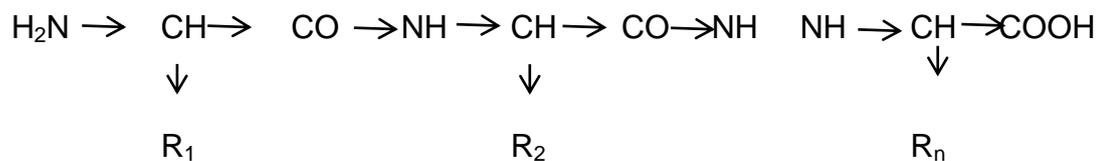


Gráfico 3. Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno.

Cordero B. (2012), manifiesta que cuanto mayor y más pesado sea el animal, mayor será la fracción de colágeno que contribuye a las proteínas totales. En el caso de una vaca, por ejemplo, se mantiene en forma rígida, principalmente gracias a las fibrillas de colágeno de su pellejo, tendones, huesos y otros tejidos conjuntivos. Las fibrillas de colágeno se hallan dispuestas de modos diferentes, que dependen de la función biológica del tipo particular de tejido conjuntivo. Así,

por ejemplo, en el pellejo de las vacas las fibrillas de colágeno forman una red entrecruzada extendida en láminas.

1. Composición del colágeno

Frankel, A. (2009), expone que aunque los colágenos de diferentes especies difieren algo en secuencia aminoácido, la mayor parte contiene alrededor del 35% de glicocola y un 11% de alanina; en este aspecto se parecen a las beta queratinas. Los colágenos se diferencian en que contienen alrededor del 12% de prolina y 9% de hidroxiprolina, un aminoácido que se encuentra raramente en proteínas distintas del colágeno. Siempre se coincide en afirmar que la estructura del colágeno es de triple hélice y esto se ha observado debido a que los colágenos poseen un diagrama de difracción de Rayos X diferente a los de las alfa y beta queratinas. Pues bien, de la comparación de los diagramas de difracción de Rayos X del colágeno y la poliprolina, se ha deducido que la estructura secundaria del colágeno es la de una triple hélice como vemos en la figura de la izquierda. Cada una de las cadenas es una hélice de tres restos arrollada hacia la izquierda; las cadenas se mantienen unidas mediante enlaces de hidrógeno. La secuencia aminoácida completa de las cadenas de colágeno aún no es conocida, pero las secuencias que aparecen con más frecuencia son Gly-XPro, Gly-Pro-X y Gly-X-Hyp, en las que X puede ser cualquier aminoácido, ninguna otra proteína que no sea el colágeno contiene cadenas triplo-helicoidales semejantes.

Hidalgo, L. (2004), informa que el colágeno está construido por estructuras subunitarias periódicas, las moléculas de tropocolágeno, de triple hebra y que poseen "cabezas" distintivas. Estas subunidades están dispuestas, cabeza con cola en muchos haces paralelos, pero las cabezas están alternadas, lo cual permite interpretar el espaciado característico de 60 a 70 nm de la unidad repetida en las fibrillas de colágeno de las diferentes especies. Las cadenas polipeptídicas del tropocolágeno, se hallan unidas covalentemente por enlaces transversales mediante restos de deshidrolisinonorleucina, que se forman por una

reacción enzimática entre dos restos de lisina de subunidades adyacentes de tropocolágeno.

2. Tipos de colágeno

Para <http://www.milksci.unizar.es>.(2014), puede considerarse el colágeno más que como una proteína única, como una familia de moléculas estrechamente relacionadas, pero genéticamente distintas. Dentro de esta agrupación, podemos distinguir varios tipos de colágeno:

- Colágeno de Tipo I: Se encuentra abundantemente en la dermis, el hueso, el tendón y la córnea. Se presenta en fibrillas estriadas de 20 a 100 nm, de diámetro, agrupándose para formar fibras colágenas mayores. Sus subunidades mayores están constituidas por cadenas alfa de dos tipos, que difieren ligeramente en su composición de aminoácidos y en su secuencia, las cadenas alfa1 y alfa2. Es sintetizado por fibroblastos, condroblastos y osteoblastos. Su función principal es la resistencia al estiramiento. Destacar en este punto que la mayor parte del colágeno que pertenece a la piel es de tipo I. Son las fibras más gruesas de entre todas constituye el colágeno más importante desde el punto de vista estructural.
- Colágeno de Tipo II: Se encuentra en el cartílago principalmente pero también en la córnea formando parte del líquido que forma parte del globo ocular (humor vítreo). Son fibras muy finas, concretamente en el cartílago las fibras son de 10 a 20 nm, aunque en otros microambientes puede formar fibras más grandes indistinguibles morfológicamente del colágeno tipo I. Es sintetizado por el condroblasto. Su función principal es la resistencia a la presión intermitente.
- Colágeno Tipo III: Clásicamente se denominaba fibrillas de reticulina, vinculado al músculo liso y las vísceras aunque también está presente en la dermis rodeando los nervios y vasos sanguíneos que forman parte de esta

estructura. Está constituido por una única cadena α_3 . Sintetizado por fibroblastos, su función es la de sostén de los órganos expandibles.

- Colágeno Tipo IV: Forma la lámina basal que subyace en los epitelios; no se polimeriza en fibrillas sino que forma un entramado de fibras orientadas al azar. Se sintetiza por las células epiteliales y endoteliales. Su función principal es el sostén y la filtración.
- Colágeno Tipo V: Presente en la mayoría del tejido intersticial. Se asocia al tipo I. Es una proteína a distintas funciones biológicas que van apareciendo a lo largo de la evolución de las especies.
- Colágeno Tipo VI: Presenta en el tejido intersticial, la aorta, tendones y la piel. Sirve de anclaje a las células de su entorno. Es sintetizado por los fibroblastos.
- Colágeno Tipo VII: Se encuentra principalmente en la lámina basal.
- Colágeno Tipo VIII: Presente en algunas células endoteliales.
- Colágeno Tipo IX: Se encuentra en el cartílago articular maduro. Interactúa con el colágeno Tipo II.
- Colágeno Tipo X: Presente en el cartílago hipertrófico y mineralizado.

3. Hinchamiento

Para <http://www4.ujaen.es>.(2014), como definición podemos decir que el hinchamiento es la absorción de moléculas de agua que se combinan con los puntos reactivos de la piel (amínicos y carboxílicos generalmente en estado iónico). Si tenemos una piel remojada, apelmabrada, desencalada y rendida y cortamos trozos de esa piel y la colocamos en equilibrio a distintos pH's observamos que la zona donde la piel es menos reactiva es a $\text{pH}=5$ que es el punto isoeléctrico de la piel (donde la piel tiene una carga neta nula, o sea, el mismo número de cargas positivas que negativas) La capacidad máxima de combinación de ácidos corresponde a $\text{pH}=2$. En medio ácido los grupos amínicos

se rodean de agua y se solvatan. En medio alcalino, serán los grupos carboxílicos los que se solvatarán por tener carga negativa y por esto aumenta el volumen de la piel, se hincha, ya que los grupos con carga son insolubles. Pero no todos los álcalis hinchan de igual manera la piel.

a. Teoría química del hinchamiento

Según <http://wwwwebs.uvigo.es>.(2014), en el trabajo de "Observaciones sobre la hidratación e hinchamiento de la piel sin curtir" hace una exposición muy clara e interesante sobre la química y el porqué de este fenómeno. Como hemos comentado, la piel está formada principalmente por colágeno y esta proteína consta de tres cadenas enroscadas helicoidalmente entre sí, cuyo peso molecular de unos 300 KD. Es importante repetir esta definición tan usada porque esto nos lleva a observar que, además de su eje central, posee cadenas laterales que contienen principalmente grupos amino, carboxilo e hidroxilo entre otros, cuya carga eléctrica dependerá del pH del medio en que se encuentre y la mayoría de estos grupos forman enlaces tipo puentes de hidrógeno entre sí o con otras sustancias tales como las moléculas bipolares del agua. Las moléculas de colágeno que forman parte de la piel están fuertemente hidratadas pero la piel no está hinchada, ya que es flácida y además insoluble en agua. Los haces de fibras sueltas, procedentes de la piel vacuna, absorben 20 veces más su peso en agua en el hinchamiento máximo, mientras que la piel entera sólo absorbe tres o cuatro veces su peso de agua. La piel nativa, que está próxima a su punto isoeléctrico contiene una cantidad importante de agua, la cual se encuentra unida a la proteína, principalmente por puentes de hidrógeno y por fuerzas electrostáticas, pero sin llegar a estar hinchadas.

Hidalgo, L. (2004), menciona que el hinchamiento del colágeno es mínimo en el punto isoeléctrico. El colágeno nativo presenta su punto isoeléctrico a un valor de pH 8,0-9,0 y el colágeno encalado tiene su punto isoeléctrico alrededor de 5,0-6,0. Como decimos, el hinchamiento es prácticamente nulo aunque no su hidratación que es aproximadamente del 67% de agua. En el punto isoeléctrico, la molécula de colágeno tiene una carga neta nula. En este caso, en el punto isoeléctrico, la

mayoría de los grupos amino y carboxilo están sin ionizar y los pocos ionizados están igualados en número; por esto, el hinchamiento es mínimo ya que este se debe a la hidratación de los iones amino y carboxílico. Para empezar a entender el fenómeno del hinchamiento hay un dato que se nos antoja fundamental dentro de la explicación química que le estamos buscando y es el concepto de “radio atómico” ya el volumen de los átomos que participan en este fenómeno va a ser muy importante. En el cuadro 2, se indica el volumen de los átomos que actúan en el hinchamiento de la piel.

Cuadro 2. VOLUMEN DE LOS ÁTOMOS QUE ACTÚAN EN EL HINCHAMIENTO DE LA PIEL.

Elemento	Nº atómico	Configuración electrónica	Radio en mm.	
			Covalente	Iónico
H	1	1s ¹	3,2	9,5
C	6	1s ² 2s ² p ²	7,7	18,1
N	7	1s ² 2s ² p ³	7,5	
O	8	1s ² 2s ² p ⁴	7,3	
Na	11	1s ² 2s ² p ⁶ 3s ¹	15,4	
Cl	17	1s ² 2s ² p ⁶ 3s ² p ⁵	9,9	

Fuente: <http://www.indigoquimica.net>.(2014).

Adzet, J. (2005), manifiesta que el átomo de hidrógeno tiene en su núcleo un solo protón, estando ocupada su órbita por un solo electrón. En forma iónica le queda solo el núcleo del átomo, lo que representa una concentración de carga muy elevada y un volumen muy pequeño. Los átomos de C, N y O son de mayor tamaño pero de volumen parecido entre sí. El ión (Na⁺) cargado positivamente ha perdido un electrón y su volumen es algo mayor que los anteriores átomos. El ión amonio (-NH₃⁺) formado por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno, tiene una carga positiva y su volumen es relativamente reducido, por lo cual presentará una densidad de carga superficial elevada. El ión carboxilo (-COO⁻)

con carga negativa está formada por un átomo de carbono combinado con dos átomos de oxígeno y su volumen será mayor que el del ión amonio por lo que tendrá una densidad de carga superficial menor. El ión cloruro corresponde al átomo de cloro que ha adquirido un electrón y, por consiguiente tendrá carga negativa. Tiene un radio iónico mayor que el del ión sodio positivo, por lo que su densidad superficial de carga será menor. Esta densidad superficial de carga que se menciona en cada caso es directamente proporcional a la carga del ión (en este caso iones monovalentes) e inversamente proporcional a la superficie de la esfera orbital que, a su vez, es proporcional al cuadrado del radio.

Bacardit, A. (2004), señala que otra de las partes a considerar en este planteamiento es la molécula de agua. Ésta está formada por un átomo de oxígeno, que podemos representar por una esfera orbital con un radio covalente de 7,3 mm., a la cual se han acoplado dos átomos de hidrógeno mucho más pequeños que se localizan formando un ángulo de $104^{\circ} 27'$ entre sí. Debido a la distribución de sus cargas, la molécula no está compensada eléctricamente existiendo una zona de la molécula en la que predomina la carga positiva y en otra la carga negativa, formando lo que se conoce como un dipolo. El momento bipolar de la molécula de agua es de $1,55 \times 10^{-18}$ uec. En el agua líquida las moléculas bipolares del agua se hallan en forma de moléculas sueltas o bien formando agregados de diverso tamaño llamados "Clusters". Estas asociaciones son debidas a las fuerzas electrostáticas que se crean entre los dipolos.

b. Hidratación de iones

Graves, R. (2008), informa que, las moléculas son dipolos y pueden solvatar iones, que se encuentran en solución o grupos iónicos de las moléculas de colágeno. Según sea la densidad de carga superficial de cada ión, se podrán formar una o dos capas de hidratación. Al disolver un cristal de cloruro sódico en agua, se obtienen cationes sodio pequeños y aniones cloruro. El ión sodio (Na^+) tiene un radio pequeño y por ello, una densidad de carga superficial elevada que le permite formar dos capas de hidratación; la primera con las moléculas de agua fuertemente ligadas al ion y la segunda capa con las moléculas de agua que

están sujetas aún a un cierto ordenamiento. En total, alrededor del ión sodio pueden encontrarse asociadas alrededor de un centenar de moléculas de agua que se desplazan en solución conjuntamente con el ión sodio. El ión cloruro (Cl⁻) tiene un radio mayor y, por ello, una densidad de carga superficial más reducida que la del ion sodio. Solo es capaz de mantener una cierta ordenación de las moléculas de agua que están situadas en la primera capa de hidratación. Aun así, la fuerza de atracción de las moléculas bipolares de la primera capa de hidratación es muy inferior a la correspondiente al ión sodio (Na⁺).

Grozza, G. (2007), menciona que la segunda capa de hidratación no se puede formar ya que la débil densidad de carga superficial lo inhabilita para ordenar las moléculas de agua de la posible segunda capa de hidratación. En la molécula de colágeno hidratado, los iones amónicos positivos y los iones carboxílicos negativos, que son insolubles, se hidratan de forma parecida a lo indicado para los iones sodio y cloruro en solución. Las moléculas de agua de hidratación en este caso quedan adheridas a la molécula de colágeno, insoluble, pudiendo llegar a producir su hinchamiento.

- Como influye el estado de acidez o de basicidad en el hinchamiento de la piel. Dependiendo del estado en el que se encuentre el colágeno hidratado tendrá, lógicamente, un comportamiento distinto. En medio ácido, los grupos amino absorben iones hidrógeno:
- Formando el ión amonio que tiene carga positiva. Por el contrario, el grupo carboxilo al acidificarlo se desioniza: Quedando la piel cargada positivamente sufriendo una hidratación ya que los dipolos del agua se unen al grupo cargado positivamente por fuerzas electrostáticas. En medio básico, cuando el colágeno hidratado se basicifica, los grupos carboxilo neutralizan su acidez:
- Formándose el ion carboxilo con carga negativa mientras que el ión amonio se neutraliza su acidez formando agua y un ión amino neutro: La piel queda cargada negativamente. En ambos casos los dipolos del agua hidratan a los iones cargados, aunque sean insolubles, provocando el hinchamiento de la piel. El hinchamiento ácido se debe a la hidratación de los grupos amonio y el

hinchamiento básico se debe a la hidratación de los grupos carboxilo. Lo que explicaría que el hinchamiento ácido actúe de forma distinta al hinchamiento básico de la piel.

- Refiriéndonos al grupo amino, El tamaño del grupo amino es inferior al del ión sodio, por lo que tiene una carga superficial elevada, lo que le permite formar una primera capa de hidratación con moléculas de agua fuertemente ligadas y una segunda capa sujeta a un cierto ordenamiento. Con respecto al grupo carboxilo, El tamaño del grupo carboxilo es superior al del grupo amonio por lo que su densidad de carga superficial será menor. Ello permitirá formar una primera capa de hidratación con moléculas de agua ligadas al grupo carboxilo. No siendo posible formar una segunda capa de hidratación, debido a la menor densidad de carga superficial.

Para <http://www.bdigital.unal.edu.co>.(2014), en una solución ácida de colágeno prevalecen los grupos amino cargados positivamente y de tamaño pequeño con una densidad de carga superficial elevada sobre los grupos carboxilos más grandes y con una densidad de carga superficial inferior. No hay que olvidar que estos grupos no están en solución. Al disolver el cloruro de sodio se forman los iones Na^+ y Cl^- , el primero se hidrata fuertemente y el segundo menos. Cuando existe una cierta concentración de sal común en disolución se produce un deshinchamiento de la piel. En disolución, los iones cloruro con carga negativa se fijan sobre los grupos amino de carga positiva insolubles y con una densidad de carga superficial elevada. Las cargas electrostáticas se compensan entre sí y el grupo amonio pierde su capacidad de hidratación produciéndose el deshinchamiento de la piel. En una solución básica prevalecen los grupos carboxilo cargados negativamente y de tamaño grande con carga superficial reducida y los grupos amino que se encuentran descargados, recordaremos que la molécula de colágeno es insoluble en agua.

Thorstensen, E. (2002), señala que, al añadir el cloruro sódico, el sodio se hidrata fuertemente y el cloruro bastante menos. El cloruro negativo y el carboxilo negativo se repelen por tener la misma carga. El sodio y el carboxilo podrían

atraerse entre sí pero la densidad de carga del carboxilo es reducida y el sodio fuertemente hidratado por dipolos de agua permanece en disolución, con lo cual no se compensan las cargas y no existe la deshidratación tal y como ocurre en el caso anterior. El hinchamiento ácido de la piel se debe a la hidratación por acción electrostática de los grupos amonio, que poseen una fuerte densidad de carga superficial, debido a su tamaño reducido sobre los dipolos del agua. En medio ácido, la sal común deshincha la piel debido a que el ion cloruro neutraliza la carga de los iones amonio del colágeno. Puesto que el ion amonio insoluble atrae fuertemente al ion cloruro de la solución que queda retenido sobre la estructura del colágeno, a pesar de que sea una reacción reversible, dependiendo de la concentración de la sal. Mientras que el hinchamiento básico se debe a la hidratación de los grupos carboxilo que, debido a su mayor tamaño, poseen una densidad de carga superficial menor y se hidratan menos. En medio básico, la sal común no deshincha la piel, debido a que el grupo carboxilo posee una densidad de carga superficial menor, la cual no es capaz de atraer el ion sodio de la solución donde se encuentra fuertemente hidratado y, por consiguiente, no se llega a anular las cargas para obtener su deshidratación.

c. Tipos de hinchamiento en la piel

Para http://www.cueronet.com/tecnica/div_superficie.htm.(2014), existen dos tipos de hinchamiento

- **Hinchamiento Osmótico** Ocurre sin tener lugar la rotura de puentes de hidrógeno. La piel hinchada osmóticamente es translúcida, Turgente y elástica. Este tipo de hinchamiento es reversible; aún con tiempos relativamente largos de acción del agente hinchante y una vez neutralizada la piel y lavada, recupera prácticamente su estado primitivo.
- **Hinchamiento Liotrópico** Tiene lugar la rotura de puentes de hidrógeno y, por tanto, la piel puede hincharse más. Durante el hinchamiento liotrópico, a pesar de la gran cantidad de agua que absorbe la piel, esta permanece blanda. Si la acción de la sustancia liotrópica actúa durante el tiempo necesario, una vez eliminada, la piel permanece algo hinchada. El hinchamiento liotrópico deja,

pues, un cierto hinchamiento irreversible que depende del tipo de sustancia, de su concentración y del tiempo que actúe; ocurre, además, una cierta solubilización de la piel cuya importancia depende de la intensidad del fenómeno.

d. Desnaturalización

Soler, J. (2004), afirma que la desnaturalización consiste en la pérdida parcial o total de la conformación nativa que tienen las células. Esta modificación de la estructura molecular produce cambios en las propiedades de la proteína nativa, por ejemplo, pérdida de solubilidad. Estas alteraciones pueden ser más o menos intensas y reversibles o irreversibles. En el caso de la proteína colágeno, la desnaturalización, puede ser térmica o química; en ambos casos se desmorona la estructura rígida de la protofibrilla y se transforma en una mezcla compleja de cadenas polipeptídicas flexibles en forma de ovillo. Cuando la piel se sumerge en agua pura y se somete a una temperatura creciente, se llega a un punto, llamado temperatura de contracción en el cual se produce el fenómeno de desnaturalización térmica de las fibras dérmicas. Se manifiesta por una contracción de las fibras de hasta un 35% de su longitud original. El valor del Tc, determinado en agua pura, representa una medida de la estabilidad hidrotérmica de la piel. La contracción hidrotérmica de la piel se produce porque hay una ruptura de los enlaces internos que mantienen entre sí unidas a las tres alfa-hélices de las protofibrillas; principalmente de los puentes de hidrógeno.

E. PIEL BOVINA

Jones, C. (2002), infiere que las pieles que más interesan por su volumen de faena son las vacunas, tanto en verde como conservadas. El curtidor, a medida que va recibiendo las pieles en su establecimiento, selecciona las bien conformadas y con espesor lo más uniforme posible en toda su superficie, buscando que las diferencias de grosor en las distintas partes sean mínimas. Las pieles mal conformadas, o mal proporcionadas con diferencias de espesor apreciable, ocasionan problemas en la absorción del curtiente; por este defecto

las operaciones de curtido serán arduas y el cuero es de regular calidad. Los cueros tanto de vacas como de vaquillonas, están constituidos por un tejido fibroso y elástico y una vez industrializados, dan un corte y grano finos, de buenas características como para destinarlos a confecciones finas. En cambio, los cueros de novillos, novillitos y torunos jóvenes son de más espesor que el de las hembras y el tejido constitutivo es menos elástico, con un corte y grano menos fino pero también de buena calidad. Los vacunos jóvenes, en general, siempre dan cueros superiores que los animales más viejos. Los bovinos cuya explotación es a campo, siempre tienen mejores pieles que aquellos criados en establo.

Morera, J. (2007), manifiesta que en nuestra región, por sus buenas praderas y clima apropiado, los vacunos se crían en libertad, y solamente se mantienen en establos los reproductores, tanto machos como hembras. Sin embargo en los países europeos, la cría es intensiva y los animales pasan varios meses en galpones, alimentados con raciones balanceadas. La alimentación es importante en la calidad del cuero ya que los animales cuyas dietas está destinadas a crear mayor masa muscular y abundante grasa, producen pieles desfavorables y los cueros nunca son los mejores. En cambio, los bovinos que no reciben una alimentación racional, que se los somete a excesos de trabajo, dan pieles mal conformadas y de poco valor. Las distintas partes de la piel presentan grandes diferencias en cuanto a espesor, estructura fibrosa y densidad de fibras. La parte más homogénea y valiosa es el crupón. Las faldas tienen una estructura fibrosa mucho más fofo e irregular y un espesor bastante desigual.

Ollé, LI. (2003), señala que la estructura del cuello es más fofo que la del crupón, tiene un espesor parecido en todas las pieles vacunas, mientras que las de toro pueden tener un espesor tres veces mayor. Las pieles de espesor y estructura fibrosa relativamente homogénea reciben la denominación de "uniformes" mientras que las "no uniformes" o "flojas" tienen una estructura fibrilar menos compacta, más irregular y presentan mayores diferencias de espesor entre crupón y faldas. Según el tipo de cuero a fabricar, las pieles se trabajan en su totalidad, en mitades u "hojas", por crupones, por cuellos, por faldas, etc. Las pieles vacunas o de animales grandes se suelen dividir en tripa o después de la

curtición al cromo en sentido horizontal con el fin de obtener de ellas dos o más capas. La capa dividida que lleva la flor se destina a la fabricación de cuero empeine, confección, tapicería o marroquinería. La capa dividida sin flor correspondiente al lado carne (serraje) se transforma en serraje velour, palmilla, cuero para carteras y otros.

1. Secciones de la piel bovina

Grozza, G. (2007), manifiesta que la piel de la parte superior de la cabeza se la conoce como testuz y a las partes laterales se les llama carrillo. El cuello corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y capacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta numerosas y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuanto más viejo sea el animal y cuanto más joven su piel es más uniforme. La piel del cuello viene a presentar un 26% del peso total de la piel. Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y patas del animal. Presentan grandes irregularidades en cuanto a espesor y capacidad, encontrándose en la zona de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. El peso de las faldas corresponde al 28 % del total.

Hidalgo. L. (2004), reporta que en una piel además se distingue: el lado extremo de la piel que contiene el pelaje del animal y una vez eliminado este se llama "lado flor". El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama "lado de carne". Las pieles se pueden trabajar enteras y en otros casos se cortan en diferentes partes según su uniformidad: así tenemos que: Cuando se corta en dos mitades siguiendo la línea de la espina dorsal a cada una de las mitades se le llama "hoja", cuando la piel se corta se obtiene cuatro trozos que son un cuello un crupon entero y dos faldas, cuando se separa solamente las faldas entonces queda una pieza formada por el crupon entero y el cuello que se llama "Dosset". En el gráfico 4, se aprecia la ilustración de las secciones de la piel bovina.

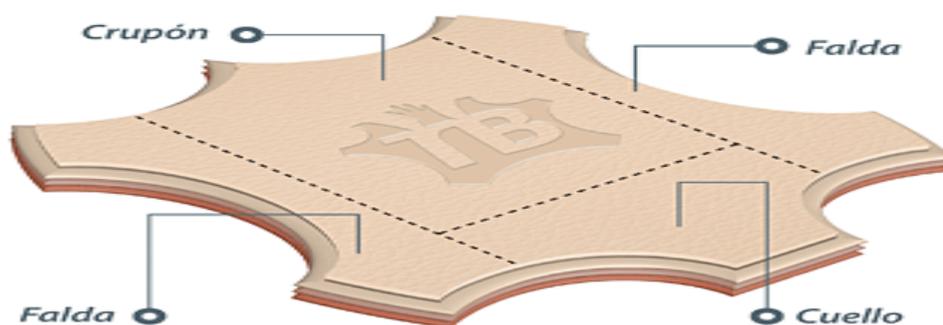


Gráfico 4. Secciones de la piel bovina.

F. CURTICIÓN DE LAS PIELS BOVINAS

Cotance, A. (2004), ratifica que la curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. Las pieles que se usan en un calzado o que son procesadas en la curtición son generalmente de vacuno o caprino. También se usa para forros ganado caballar o porcino. La curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista. La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser a causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas. Los procesos básicos de la curtición de la piel, se describe en el (gráfico 5).

Rieche, A. (2006), manifiesta que los curtientes de cromo "enmascarados orgánicamente" se conocen desde hace casi tanto tiempo como la propia curtición al cromo, tan sólo en época reciente se ha llamado la atención sobre el hecho de que, si han sido obtenidos en forma de polvo, los curtientes de cromo enmascarados parcialmente con formiato o con acetato acusan otra propiedad muy peculiar: las soluciones recién preparadas con estos curtientes y, tal como se describió para los curtientes de sulfato de cromo bloqueados inorgánicamente, pueden ser mezcladas con una cantidad considerablemente mayor que la teórica de carbonato sódico hasta que empieza a producirse enturbamientos o precipitados. Este fenómeno podría explicarse, al fin y al cabo, todavía en virtud del enmascaramiento orgánico. Más sorprendente aún, sin embargo, es la

circunstancia de que este enmascaramiento desaparece también en el transcurso de unas horas.

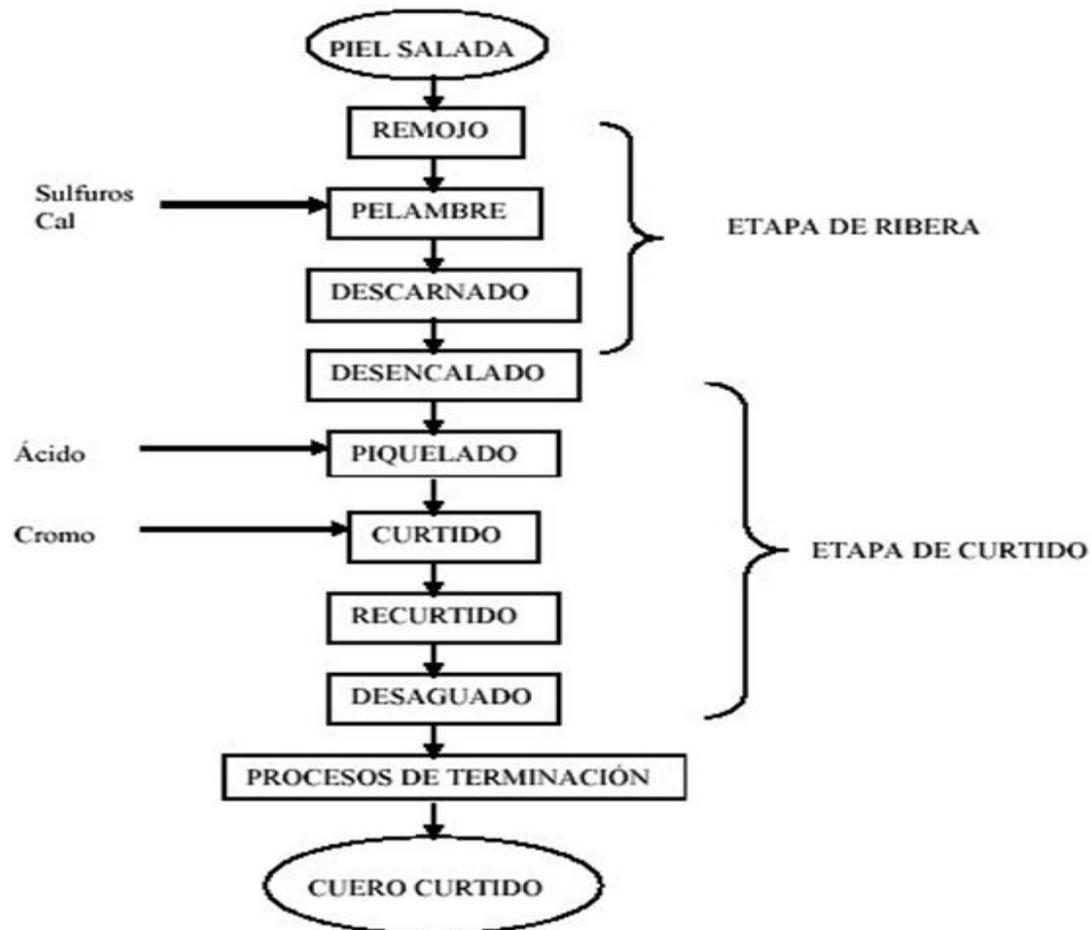


Gráfico 5. Procesos de curtición de la piel bovina.

1. Remojo

Dellmann, H. (2009), señala que el remojo es uno de los denominados trabajos de ribera, los trabajos de ribera se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre. Los objetivos del remojo son fundamentalmente dos: rehidratar la piel y eliminar las suciedades, grasas, etc. que acompañan a la piel y deben eliminarse lo antes posible. Estos objetivos se consiguen mediante empleo de agua como producto principal, de tensoactivos, bactericidas, y opcionalmente de enzimas, y alguna pequeña cantidad de álcali. Y de efectos mecánicos. El remojo tiene como finalidad devolver a la piel su estado

de hinchamiento natural y eliminar la suciedad (barro, sangre, estiércol, microorganismos), así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación. Los remojos de las pieles en bruto (frescas o recién desolladas, saladas y secas), dependen del tipo de conservación y el tiempo en que haya sido sometida después del sacrificio y antes de llegar a la curtiembre para su transformación en cuero. En el caso de una piel fresca que procede directamente del matadero, sin tratamiento previo de conservación, no hay mayores dificultades, pues un remojo simple (de limpieza), y remojo alcalino controlado hace posible pasar a las siguientes etapas de fabricación.

2. Pelambre

Según <http://www.lapiel.com>.(2014), los cueros se echan al bombo en pelo para proceder a su depilación. Esta depilación es tratada con cal y sulfuro. Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelado, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido. En general, la concentración de los productos químicos involucrados, así como el tiempo y tipo de proceso serán determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales, entre los objetivos del pelambre podemos destacar los siguientes parámetros:

- Quitar o eliminar de las pieles remojadas la lana o el pelo, y la epidermis, además de favorecer un hinchamiento de la piel que promueva un aflojamiento de la estructura reticular
- Promover la acción química hidrolizante del colágeno que aumenta los puntos de reactividad en la piel, al mismo tiempo que la estructura sufre desmoronamiento en sus enlaces (trabaciones), químicas.
- Conversión en jabones y alcoholes (por saponificación de las grasas de la piel), más fácilmente solubles en agua y por ello más eliminables.

- Aumentar el espesor de la piel para poder ser descarnada y si es necesario para la definición del artículo final, también poder ser dividida.
- Extracción y eliminación de las pieles de un grupo de proteínas y otros productos interfibrilares solubles en medio alcalino, o degradables por el efecto de la alcalinidad.

3. Calero

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

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

Según <http://www.meigaweb.com>.(2014), los factores que determinan de modo general los resultados del calero son entre otros los siguientes:

- Cuanto mayor es el tiempo en que permanecen en contacto las soluciones alcalinas del calero con la piel, mayor será el aflojamiento estructural alcanzado.

- Cuanta más alta es la temperatura más rápido es el efecto producido por el calero, y variaciones de 2 o 3 grados alrededor de los 20°C, producen cambios muy perceptibles en el resultado del artículo final. Temperaturas muy superiores a los 20°C, son peligrosas sin control, sobre todo en tiempos largos (1 o más días).
- Cuanto mayor es la temperatura menos turgente se verán las pieles y viceversa. Por lo anterior la temperatura vemos que afecta tanto física como químicamente al desmoronamiento de la piel. A mayor temperatura en general corresponden pieles más blandas, algo fofas y quizás menos arrugadas, dando en general el aspecto final de un mejor cuero sino se exagera en los tiempos de este proceso.

Gansser, A. (2006), señala que el objetivo es lograr con un buen efecto mecánico, favorecer la penetración en la piel y homogeneizar las concentraciones de producto entre las zonas de líquido en contacto con la piel. Si el efecto mecánico es excesivo se puede dañar la estructura de la piel por forzar a moverse fibras muy tensas, pudiendo llegar en casos extremos a la rotura de fibras y de la piel incluso (baños muy cortos y varias horas de movimiento). También deben cuidarse las paredes, palas, pivotes, etc., que tocan la piel ya que en este estado de hinchamiento la flor es muy sensible a los arañazos y al desgaste o erosión. Por ello se recomienda el uso de auxiliares de deslizamiento (deslizantes), y mover alternativamente los aparatos y no efectuar un efecto mecánico muy acusado. En el caso de utilizar fulón (bombo), la velocidad de rotación deberá ser baja, un movimiento excesivo tiene un efecto perjudicial sobre la flor.

Grozza, G. (2007), señala que como sucede en cualquier reacción química, la velocidad de reacción aumenta con la concentración, o sea que a mayor concentración, más rápidos serán los efectos del calero desde el punto de vista químico. A su vez al tener los baños mayor densidad, el hinchamiento osmótico será ligeramente reprimido, y los productos podrán actuar más en profundidad, al no hincharse en demasía las capas externas de la piel. Por este motivo, se procura empezar con baños concentrados, y diluir luego el baño cuando la piel

está ya penetrada de productos. Esto asegura un hinchamiento progresivo, evitando malos efectos.

4. Descarnar

Stryer, L. (2005), indica que el descarne se efectúa por efecto mecánico, la finalidad que se persigue es desprender de la piel todos los sebos y grasas (carnaza), el descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal), quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar (entre otras consecuencias), el desarrollo de bacterias sobre la piel. La piel apelmbrada se descarna a mano con la "cuchilla de descarnar" o bien a máquina. Con ello se elimina el tejido subcutáneo. El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de la fabricación con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor la más regular posible para la adecuada realización de las operaciones posteriores. el proceso de descarnado consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas. La piel circula en sentido contrario a este último cilindro, el cual está ajustado de tal forma que presiona a la piel, lo suficiente, como asegurar el corte o eliminar definitivamente, sólo del tejido subcutáneo (grasa y/o carne), adherido a ella. Esta operación, en según qué casos, no se realiza en este punto sino después del remojo. Consiste en limpiar el lado carne de la piel de restos de carne y grasa que puedan haber quedado en ella. Esto se hace con la ayuda de una máquina que lleva un cilindro con cuchillas incorporadas en forma de "V". Luego, si es necesario, se pasa al dividido.

5. Dividir

Adzet, J. (2005), explica que se efectúa por efecto mecánico; es donde se produce la separación de la piel propiamente dicha y el serraje. La finalidad que se persigue es darle a la piel el grueso solicitado. Esta operación es una

operación absolutamente mecánica. Se puede dividir después del pelambre (división en tripa), o después de curtir (en cromo o en azul). El estado de la piel para ser dividida es tradicionalmente en estado de tripa descarnada, pero también empleando máquinas más modernas después de curtir al cromo y aunque menos frecuentemente en pieles piqueladas, pieles en bruto y pieles secas. El cuero curtido se divide en dos capas napa y descarnado. El descarnado es la parte inferior del cuero y se puede dividir una o más veces. En el dividido en tripa se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. Hay un menor riesgo de formación de H_2S en el piquelado si queda sulfuro ocluido.

Según <http://www.biblioteca.org.ar>. (2014), se logra una mejor calidad del cuero terminado y mayor superficie al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición, para poder dividir los cueros perfectamente es muy importante tener la colaboración de los productores de las máquinas para dividir, del productor de las cuchillas y de las personas que se ocupan de la división. La acción de la máquina de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sinfín, que se mueve en un plano paralelo al lado de la flor y al lado de la carne.

6. Desencalado

Grunfeld, A. (2008), aduce que el desencalado consiste en eliminar la cal de la piel, a base de cloruro y sulfato amónico. El desencalado sirve para eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente), contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles, La cal que se ha agregado al proceso durante la operación de pelambre, se encuentra en la piel combinada con la misma piel disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositada en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de pelambre. Parte de la cal es eliminada por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o por medio de sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio), o de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los

agentes químicos de desencalado dan sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno. El objeto del desencalado es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar la cal que se hubiera combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar el pH de la piel para el proceso de purga.

Lultcs, W. (2003), expone que Si no se verifica una eliminación de cal suficiente pueden observarse entre otros posibles problemas: un aumento de basicidad en la curtición al cromo, crispación de la flor, toque duro o acartonado, soltura de flor, generar quiebre de flor. Por otra parte si no logramos un deshinchamiento suficiente esto puede generar una sobre curtición de flor, un curtido muy turgente, un cuero inelástico y quebradizo.

7. Rendido

Portavella, M. (2005), explica que tratamiento de enzimas pancreáticas para ablandar la piel. El rendido tiene como objetivo el aflojamiento de la estructura del colágeno mediante la adición de enzimas proteolíticas. Este efecto se puede explicar químicamente por el hecho de que las enzimas utilizadas peptidizan ligeramente las fibras de colágeno. Este efecto se ha de controlar ya que un exceso de rendido comporta una piel demasiado vacía. En el rendido también se eliminan los restos de epidermis y pelo que puedan quedar en la piel, así como una parte de la grasa natural del animal. El rendido se realiza en molineta o bombo y en el mismo baño de desencalado o en baño nuevo. La temperatura y el pH de trabajo han de favorecer la buena acción de los rindentes. La temperatura adecuada acostumbra a estar alrededor de los 35°C y se trabaja a pH básico (8-9), en la mayoría de los casos. Las variables tiempo, efecto mecánico, cantidad y concentración del rindente, temperatura y pH permiten controlar el grado de

intensidad de un rindente. Cuanto más blando sea el producto final deseado, más intenso tendrá que ser el rindido. Si el desengrase no se lleva a cabo en el baño del rindido, éste se tira y se lavan las pieles con agua fría para así interrumpir la acción de las enzimas.

8. Piquel

Schorlemer, P. (2002), informa que el piquel tiene la función de acidificar la piel, a base de ácidos sulfúrico y fórmico. El piquel se puede considerar como un complemento del desengrase e interrupción definitiva del efecto enzimático del rindido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral. Si se curte al vegetal, normalmente la operación de piquel no se hace tan necesaria. En las operaciones de desengrase y rindido no se elimina toda la cal que la piel absorbe en el pelambre y calero. Al pH final del desengrase 8,3 se ha eliminado la cal no combinada que se encuentra en los líquidos interfibrilares de la piel, pero no todo el álcali que está combinado con el colágeno. En el proceso de piquel se trata la piel desengrasada y rindida con productos ácidos que incorporan a la piel una importante cantidad de ácido y al mismo tiempo al bajar el pH hasta un valor de 3-3,5 se logra eliminar totalmente el álcali de la piel.

Para <http://www.monografias.com>.(2014), la operación de piquel es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirían una elevada basicidad, reaccionando rápidamente con las fibras de colágeno, lo que produciría una sobre curtición en las capas más exteriores, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción de la capa de flor y una precipitación sobre la flor del agente mineral hidrolizado. En el piquelado también se produce también el ataque químico de las membranas de las células grasas, especialmente en piel muy grasienta, tipo lanar. Una forma de bajar el pH para la posterior curtición es añadir ácido, pero con el ácido la piel se hidroliza y se hincha, para evitar este hinchamiento se añaden antes sales neutras. La sal neutra, la más utilizada es el cloruro sódico (es la más barata), no se combina prácticamente con las fibras de

la piel, de manera que su concentración permanece casi inalterable en el baño residual. Esta sal neutra puede tener posteriormente una influencia sobre la curtición mineral, reduciéndose el índice de floculación de las soluciones de curticiones minerales, o sea disminuyendo su astringencia, y coadyuvando con ello a una suave iniciación de la curtición.

G. EFECTOS NEGATIVOS DE LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN EL LOS EFLUENTES DE LAS CURTIEMBRES

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que los desechos de curtiembre contienen un número de constituyentes en cantidades variables y significativas, de acuerdo a la materia prima, proceso y producto final. Los materiales que pueden aparecer en los desechos de curtiembre, incluyen entre otros: pelo, pedazos de piel y carne, sangre, estiércol, sales, sal común, sales de cromo y sulfuros entre otros. Los residuos, cuando se presentan, pueden descargarse en estado gaseoso, líquido, o sólido. Sin embargo, los materiales gaseosos y sólidos son importantes en ciertas operaciones individuales y se deben considerar para su disposición. Después del proceso de curtido, se generan lodos si es que la curtiembre cuenta con planta de tratamiento. Cuando se depuran los efluentes líquidos se produce una gran cantidad de lodo residual, vale decir, aparece un nuevo residuo sólido, que anteriormente no existía por cuanto todos sus componentes eran evacuados en conjunto con el total del agua residual.

1. Cromo

Para <http://www.gea.com.uy>.(2014), el cromo es un metal pesado que se acumula en el suelo. Los seres humanos y los animales están expuestos al cromo vía inhalación (en el aire o en el humo de tabaco), a través de la piel (exposición ocupacional) o por ingestión (generalmente de productos agrícolas o en el agua). La toxicidad sistemática del cromo se debe especialmente a los derivados hexavalentes que, contrariamente a los trivalentes, pueden penetrar en el organismo por cualquier vía con mucha mayor facilidad. No obstante, también se

han documentado riesgos importantes asociados al cromo trivalente. El principal problema del cromo reside en la posibilidad de transformación de cromo trivalente en cromo hexavalente por oxidación. El Cr -6 es mucho más móvil y más tóxico. El cromo trivalente, que es utilizado en curtiembres, se convierte en hidróxidos insolubles en el agua y estas sales envejecen y se vuelven cada vez menos solubles, permaneciendo sólo una pequeñísima parte en solución. Los diversos compuestos de cromo (Cr) representan una gran amenaza al ambiente y al hombre debido a sus efectos nocivos. Las intoxicaciones se manifiestan en lesiones renales, gastrointestinales, del hígado, del riñón, de la glándula tiroides y la médula ósea, y la velocidad corporal de eliminación es muy lenta. Las industrias de curtiduría de pieles utilizan sales de Cr en sus procesos, que generan cantidades de efluentes líquidos con alto contenido de este metal, el cual, debe ser removido a fin de cumplir con la legislación ambiental, los efectos de los productos utilizados en una curtiembre sobre el ambiente son:

- Efectos del cromo en el ambiente: En el caso de los peces de agua dulce y los crustáceos, la absorción de metales a través de los alimentos puede ser muy significativa, y los metales absorbidos por las plantas pueden construir una vía importante para que los metales presentes en sedimentos se encuentren biodisponibles para las especies herbívoras. Si bien el cromo en algunas de sus variables es un nutriente necesario en bajas concentraciones, cuando estas aumentan, pueden tener efectos tóxicos. El cromo en otras variantes como el cromo VI no es esencial y es tóxico.
- Efectos del cromo en el Hombre: Según el informe presentado por una, Agencia Internacional para la investigación del cáncer clasifica los compuestos del cromo VI como cancerígenos, para los humanos el consumo de agua, pescado y otros alimentos contaminados con Cr III podrían aumentar los niveles de absorción diaria mucho más allá de lo recomendado. La ingesta de niveles superiores a los recomendados durante lapsos prolongados puede provocar efectos perjudiciales para la salud, incluidos irritación gastrointestinal, úlcera estomacal y daños renales y hepáticos. En el caso de los obreros que se encuentran en contacto permanente con estas sustancias, la exposición dérmica al cromo puede provocar hinchazón y enrojecimiento agudo de la piel;

mientras que inhalar niveles altos de cromo puede provocar irritación en las membranas respiratorias y nasales.

2. Plomo

Según <https://www.inspiration.org>.(2015), el plomo resulta tóxico para la totalidad de la fauna y flora acuáticas, y los organismos superiores de la cadena alimentaria pueden sufrir saturnismo como resultado de la ingesta de alimentos contaminados con plomo. En las curtiembres se realiza el curtido, proceso por el cual se convierte las pieles de los animales, provenientes de los frigoríficos, en cuero, que luego es comercializado, tanto en el mercado interno como externo, donde se termina de dar valor al producto final, ya sea el caso de la industria automotriz, calzado y marroquinería, etc. Se denomina saturnismo o plumbosis al envenenamiento que produce el plomo. El saturnismo genera anemia, debido a que el plomo en la sangre bloquea la síntesis de hemoglobina y altera el transporte de oxígeno a la sangre y hacia los demás órganos del cuerpo. Se cree que estas reacciones son provocadas tras la sustitución de los metales como el calcio, el hierro y el zinc por plomo dentro de las enzimas, al no ser de misma química, provoca que no cumplan debidamente las funciones enzimáticas. Es también una causa menos frecuente de hipertensión arterial secundaria. El plomo es un metal pesado neurotóxico que, cuando está presente en la sangre, circula por todo el organismo ocasionando daños neurológicos irreversibles al llegar al cerebro.

Para <http://www.pagina.com.ar>.(2014), en el proceso del curtido son necesarios alrededor de 500 kilos de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo; se estima que un 85% no se incorporan en el cuero acabado. La producción también requiere la eliminación de la mayoría de los componentes de la piel cruda, de la cual se termina aprovechando únicamente el 20% del peso; el otro 80% se descarta como residuo. Como consecuencia directa, se generan importantes volúmenes de residuos, sólidos o como efluentes líquidos con una combinación extremadamente compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos que hace que el sector sea altamente contaminante. Luego del

curtido, dependiendo del artículo final deseado, serán teñidos y/o recurtidos. En cuanto a metales pesados, en muestras de sedimentos se detectó una altísima presencia de cromo (693 mg/Kg) al igual que plomo (3,67 mg/Kg) y sulfuros (89,7 mg/Kg), que evidencia la acumulación de descargas en el tiempo de sustancias tóxicas. La variedad de calidades, brillo, textura, flexibilidad y color es muy amplia y para cada una existe un tratamiento distinto.

Según <http://wwwes.scribd.com>.(2014), La etapa de terminación involucra una cantidad de sustancias químicas, como por ejemplo ciertos pigmentos que contienen metales pesados (plomo, cadmio, cromo, etc.); productos químicos fluorados y polímeros que le dan repelencia al agua y la suciedad; ésteres de ftalato, algunos de los cuales pueden ser descriptores endocrinos, utilizados como plastificantes en el acabado de las películas; compuestos orgánicos de estaño como catalizadores para las películas de poliuretano y desengrasantes como el percloroetileno y tricloroetileno, ambos altamente tóxicos. En cuanto a la salud humana, los efectos del Pb son los mismos, así se ingiera o se inhale. En dosis extremadamente bajas, el Pb puede provocar lesiones irreversibles en el sistema nervioso central y reducir la inteligencia. Si los niveles de exposición son mayores, puede provocar anemia, así como también lesiones renales graves. Los niños tienen una susceptibilidad especial con respecto a la intoxicación por plomo debido a que absorben y retienen más Pb en relación a su peso que los adultos.

3. Zinc

Para <http://www.chem.unep.ch/mercury>.(2014), los efectos del zinc en el ambiente se fundamentan en la concentración natural en sedimentos debe ser de 211.6 mg/kg. Si bien el zinc no se considera especialmente tóxico, en ocasiones es vertido al medio ambiente en cantidades apreciables y puede tener efectos perjudiciales sobre ciertas especies en concentraciones específicas. La mayoría de los estudios de los efectos del Zn sobre la salud humana se concentran en la exposición por inhalación (que puede provocar una enfermedad específica de corto plazo denominada “fiebre de las emanaciones metálicas”), y se sabe menos sobre los efectos que tiene a largo plazo la ingesta de altas concentraciones de

zinc a través de alimentos o agua. La ingesta de niveles superiores a los recomendados puede tener efectos nocivos sobre la salud. Si se ingieren oralmente cantidades entre 10 y 15 veces mayores que las recomendadas, aunque sea durante un lapso corto, pueden aparecer vómitos, náuseas y retorcijones. Ingerir altos niveles durante varios meses puede provocar anemia, lesiones pancreáticas y disminución de los niveles de colesterol de lipoproteína de alta densidad (HDL).

4. Contaminantes orgánicos

Según <http://www.ambiental.net>.(2015), los Contaminantes Orgánicos (1,2 Diclorobenceno, nonilfenol, hexaclorobutadieno, hidroxitolueno, butilado, hexacloroetano), los contaminantes orgánicos encontrados en los sedimentos analizados pueden provocar: Alteraciones en el sistema endócrino de animales, incluidos peces y mamíferos. Tóxicos para organismos de agua dulce, Cancerígenos animales, Daños en hígados y riñones de animales. Los Efectos en humanos de los contaminantes orgánicos encontrados en los sedimentos analizados pueden provocar: Reacciones alérgicas, promotores de cáncer de hígado en combinación con otras sustancias, irritación de la piel y las membranas mucosas. Interfieren con procesos fundamentales de respiración celular y puede provocar desarrollos de tumores, muerte celular. Las curtiembres suelen utilizar solventes (Compuestos Orgánicos Volátiles - VOCs) en operaciones de acabado, terminación de los cueros, limpieza en seco y desengrasado. Algunos de los compuestos químicos utilizados son: acetato de butilo, etilacetato, acetona, ciclohexanona, alcohol isopropílico, metiletilcetona. (2-butanona). En general, el uso de estas sustancias está restringido en diversa normativa internacional en virtud de sus efectos perjudiciales al ambiente y la salud.

H. CURTICIÓN ECOLÓGICA

Para <http://www.tilz.tearfund.com>. (2014), en las curticiones al cromo normales, casi un tercio del curtiente de cromo aplicado permanece intacto y pasa como

residuo a los desagües de las tenerías. Por otra parte, la importancia cada vez mayor que se concede a las cuestiones ecológicas ha conducido a la imposición de medidas más estrictas para la depuración de dichos desagües, con especial consideración de las sales de cromo trivalente que quedan sin utilizar. En todos los esfuerzos tendentes a dicho fin se debe tener presente que para la industria del cuero únicamente son aceptables aquellos procedimientos que le garantizan la obtención en calidad irreprochable de los cueros que fabrica y de sus artículos derivados. Las alternativas para reducir las cantidades de cromo en las aguas residuales de una tenería pueden dividirse en los tres grupos siguientes:

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

Portavella, M. (2005), establece que existe una cuarta posibilidad: reuniendo en uno solo los desagües alcalinos y ácidos de una misma fábrica, el líquido resultante da reacción alcalina. Lo que significa que han floculado todas las sales de cromo en ellos contenidas y que de esta forma pasan a los lados. Separando ahora por completo todos los lodos de estos desagües mixtos, desaparece con ellos la totalidad del cromo, si bien por otra parte, los lodos quedan contaminados de cromo, es decir, que el problema ecológico tan sólo ha sido desplazado de la fase líquida a la sólida.

Lacerca, M. (2003), informa que La ventaja de esta cuarta posibilidad para el fabricante estriba en que no necesita modificar los usuales métodos de curtición al cromo. En cambio, tiene el inconveniente de ser una solución demasiado costosa para una sola fábrica de curtidos. Los problemas implícitos en este procedimiento radican exclusivamente en el aspecto técnico de los desagües.

1. Curtición al cromo de alto agotamiento

Adzet J. (2005), manifiesta que este tipo de curtición se realiza aplicando ácidos dicarbónicos para disminuir el cromo residual en los baños de curtición usados. Este método se ha implantado en la práctica con éxito desde hace años. Pero cada vez se constatan más sus límites porque, con este procedimiento, no se puede llegar por debajo de las cantidades residuales de cromo que legalmente están prescritas para el vertido de las aguas residuales en los cauces públicos. Es decir, hay que proceder adicionalmente a una precipitación del cromo residual. Pero en todo caso la mejor fijación del cromo en los procesos de recurtición, Untura y engrase es una gran ventaja. Una mejora del agotamiento también se consigue con ácido glicólico, así como con ácidos poliacrílicos. La aplicación se va extendiendo cada vez más. Pero también ocurre que estos métodos por si solos no son suficientes para complementar los valores legalmente establecidos, en el cuadro 3, se describe la concentración de cromo en diferentes etapas del proceso de curtido de pieles bovinas:

Cuadro 3. CONCENTRACIÓN DE CROMO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO.

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

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

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

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

Para <http://www.tilz.tearfund.com>.(2014), la otra alternativa consiste en precipitar el cromo contenido en los baños residuales, y regenerar la sal de cromo curtiende a partir del precipitado obtenido. Esta solución es la más efectiva para eliminar el cromo de los efluentes, ya que además del baño de curtido, es posible recuperar también el cromo proveniente del escurrido y aun el del primer baño de lavado luego del rebajado. Desde el punto de vista de la curtiembre, presenta la ventaja de que no es necesario casi modificar los procesos de producción, ya que el cromo recuperado ingresa al ciclo en la misma forma que el cromo "fresco". La única modificación consiste en que la curtiembre debe adaptarse a manejar la sal de cromo en forma líquida, lo cual no presenta a priori mayores dificultades. Los inconvenientes fundamentales que ofrece este sistema son tres:

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

Para <http://www.worldlingo.com>.(2014), para realizar La recirculación de los baños de cromo se está haciendo desde hace tiempo, fueron fijados los siguientes objetivos en vistas a implantar un sistema de recuperación adaptado a la situación de las pequeñas y medianas empresas:

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

3. Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución

Según <http://www.worldlingo.com>.(2014), la aplicación de la técnica de recirculación del cromo después de precipitación y redisolución hay experiencia de decenios, por ejemplo, en la firma Freudenberg y recientemente también en otros sitios. El procedimiento exige ciertos costes, es practicable, pero tiene sus límites pudiéndose trabajar de este modo solamente soluciones de cromo puro, los engrasantes en la curtición al cromo o las adiciones de, por ejemplo, curtientes polímeros impiden el proceso de redisolución. Para un curtido tradicional se puede estimar el agotamiento de los baños de curtido en un 60% de la oferta de

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

Según <http://www.p2pays.chrom.org>.(2014), en el caso de las curtiembres que procesan cueros ovinos, la situación es diferente, dado que el proceso de curtido se hace habitualmente en equipos diferentes a los utilizados en el caso de los cueros bovinos, empleando relaciones de baño (agua/kg de cuero) mucho mayores, y agotamiento de los baños muy inferiores. Dadas estas características, los baños curtientes son normalmente reutilizados durante una semana, reponiendo en cada ciclo la cantidad de chromo consumida y las pérdidas del proceso, que suelen ser importantes. Teniendo en cuenta todos estos factores, sobre la base de la producción actual estimada en 3 millones de pieles ovinas, la cantidad de óxido de chromo desechada por las curtiembres lanares es de 30-50 toneladas anuales. Por lo tanto, entre 250 y 270 toneladas de óxido de chromo son volcadas anualmente a los colectores urbanos y los cursos de agua lo cual representa además de una importante contaminación, una pérdida considerable de dinero la cual se puede estimar en casi 1 millón de dólares

4. Una sustitución parcial de chromo parece ser la salida

Soler, J. (2004), manifiesta que al aplicar esta técnica se ha visto que casi siempre se pierde la resistencia al agua hirviente. Una parcial sustitución del chromo conservando la resistencia al agua hirviente sólo parece posible con unas muy pocas combinaciones seleccionadas del chromo como por ejemplo, productos de la reacción de Mannich del ácido pirúvico o de la resorcina o por medio de ácido glicólico, pero en ningún caso mediante la aplicación de otras sales metálicas. Con ello no se modifica el carácter del cuero, a pesar de la reducción de la cantidad de chromo en el cuero a la mitad de la que hasta ahora era indispensable, o sea, a un 1,5% de óxido de chromo. Por consiguiente, con ello se consigue reducir drásticamente la carga de metales pesados de todos los productos de cuero.

I. CURTIENTES DE CROMO AUTOBASIFICANTES

Para <http://www.p2pays.org>.(2014), otro importante avance técnico lo constituyeron los curtientes de cromo en forma de polvo desarrollados por vez primera en Bayer a base de sulfatos de cromo que contienen componentes neutralizantes con efecto retardado. Estos productos dan lugar a un paulatino incremento de la astringencia del curtiente. También aquí se aprovecha el enmascaramiento temporal del sulfato, ya que los productos se aplican siempre en polvo. Condición previa para obtener productos adecuados a las necesidades de la práctica es, asimismo disponer de curtientes de sulfato de cromo que se disuelvan con suficiente rapidez, así como de un sistema basificante, idóneo para la técnica del cuero). Merece destacarse a este respecto al hecho de que con esta clase de curtientes autobasificantes sea posible lograr en la práctica, a base de inferiores cantidades de óxido de cromo, contenidos en dicho compuesto químico en el cuero tan elevados como los usuales curtientes de sulfato de cromo y basificación aparte.

Según <http://www.casaquimica.com>.(2014), para una oferta de óxido de cromo casi un 20% inferior, se obtienen en el cuero, con curtiente autobasificante, contenidos en Cr_2O_3 aproximadamente iguales, en el baño residual se hallan concentraciones de cromo correspondientemente inferiores cuando se trabaja con curtientes autobasificantes. Este tipo de curticiones ellas contienen, la mayoría de las veces óxido de magnesio o Dolomit, que se disuelven lentamente en el desarrollo de la curtición y por ello hacen una proporcionada subida de la basicidad. Para evitar reacciones posteriores, se debe mantener un tiempo de duración de mínimo 6 horas y una temperatura final de 35 °C.

Hidalgo, L, (2004), manifiesta que con esta clase de curtientes autobasificantes, es posible lograr en la práctica, a base de inferiores cantidades de óxido de cromo, contenidos en dicho compuesto químico en el cuero tan elevados como los usuales curtientes de sulfato de cromo y basificación aparte Clariant dispone hoy en día en el mercado de su producto que cumple con dichas propiedades como es el Granofín F 90.

1. Granofín F 90

Para <http://www.coselsa.com>. (2014), el Granofín F 90, es un Sulfato básico de cromo autobasificable, de alto poder de agotamiento.

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

a. Principales características y propiedades

Para <http://wwwforos.hispavista.com>.(2014), el Granofín F 90, es un curtiente de cromo que contiene productos que durante el proceso de curtido basifican automáticamente las sales de cromo. El proceso de basificación es una etapa del curtido muy importante y complejo, porque puede perjudicar la calidad final del cuero. El uso del Granofín F 90, simplifica el proceso del curtido, ahorra tiempo, controles y trabajo. Permite curtir también en horas de la tarde o la noche por la sencillez de su aplicación. El menor aporte de Cr_2O_3 , es compensado por la mayor fijación en el cuero, lo que posibilita trabajar con cantidades similares a las de un curtido convencional, con la ventaja de obtener baños residuales con niveles más bajos de óxido de cromo. Los basificantes utilizados en este producto permiten un aumento gradual de la basicidad evitando de esta forma los picos de pH. Además, el Granofín F 90 puede ser adicionado de una sola vez minimizando los errores que puedan ser ocasionados por el funcionario que lo aplica, lo que asegura un proceso de curtido más estable y seguro.

b. Aplicaciones y recomendaciones

Según <http://wwwcueronet.com>.(2014), el Granofín F 90, es aplicable al curtido en fulón de todo tipo de cueros sin necesidad de adiciones parciales del producto ni de otros basificantes. No es recomendable para el recurtido. La practicidad y seguridad en los envases empleados permiten un más fácil manejo, dosificado y almacenado. Almacenar el producto en lugar seco.

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 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02". La presente investigación tuvo una duración de 126 días. En el cuadro 4, se describen las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2013
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s)	2,50
Heliofania (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2014).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo de investigación fue de 24 pieles bovinas de animales adultos, las que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 24 pieles bovinas.
- Overol.
- Percheros.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Candado.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Cuchillos.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Palos.
- Fundas.
- Cilindro de gas.
- Ollas.

2. Equipos

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

- Máquina escurridora.
- Máquina raspadora.
- Bombos de teñido.
- Toggling.
- Equipo de flexometria.
- Cocina.
- Soplete.
- Compresor.
- Balanzas.
- Calefón.

3. **Productos químicos**

- Ácido fórmico.
- Ácido oxálico.
- Anilinas.
- Bicarbonato de amonio.
- Cal.
- Cromo.
- Curtiente Granofín F 90.
- Derminol LSG,y N 11.
- Dispersante.
- Enzimas.
- Grasa Animal sulfatada.
- Laca.
- Lanolina.
- Purga.
- Recurtientes.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Sulfato de amonio.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de una curtición ecológica utilizando diferentes niveles de Granofín F 90, para cuero destinado a la confección de vestimenta, se utilizaron 24 pieles bovinas 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:

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

Donde

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación
 μ = Efecto de la media por observación
 α_i = Efecto de los niveles de Granofín F 90.
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

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

$$H = \frac{18}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

- 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 describe el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	REPETICIÓN	T.U.E.	OBS./NIVEL
8% de Granofín F 90	T1	8	1	8
9% de Granofín F 90	T2	8	1	8
10% de Granofín F 90	T3	8	1	8
TOTAL				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, N/ cm².

- Temperatura de encogimiento, °C.

2. Sensoriales

- Llenura, puntos.
- Blandura, puntos.
- Redondez, 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 simple, los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, 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 y se lo trabajo en el programa infostat versión 1 (2012).
- Análisis de Regresión y Correlación.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se utilizaron 24 pieles bovinas de animales adultos, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

1. Remojo

- Se pesó las pieles bovinas frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 100% a temperatura ambiente por 20 minutos. Se repite este proceso dos veces.
- Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0,2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

2. Pelambre en bombo

- De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó el baño con el 100% de agua, 0,8% de enzimas, más el 0,2% de humectante y rodó el bombo por 40 minutos.
- En el mismo baño añadimos 0,5 % de cal, y 0,1 % de Koramin y de nuevo se puso a rodar el bombo por 40 minutos. Colocamos el 1 % de sulfuro de sodio, el 1% de cloruro de sodio y seguimos rodando el bombo.
- Se adicionó el 0,6 % de sulfuro, dejando rodar el bombo por 60 minutos. Posteriormente se puso el 2,5 % de cal y 0,15 % de Koramin, rodando el bombo por 240 minutos.
- Por último se programa el bombo para que repose 120 minutos y ruede por 5 minutos durante toda la noche, luego de este proceso se elimina el baño.

3. Desencalado y purgado

- Luego se lavó las pieles con 200% de agua limpia a 35°C, más el 0,2% de formiato de sodio y el 0,05% de humectante por 20 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 30% de agua a 35°C más el 2% de formiato de sodio y 0,1% de humectante y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenoftaleina para lo cual se colocaron 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8,5, y se botó el baño.
- Luego se añadió el 20% de agua a 35 °C más el 0,15% de purga, dejando rodar el bombo por 60 minutos.
- Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a 40 °C, durante 10 minutos y se eliminó el baño, se repite este proceso 2 veces.

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 5 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH.

5. Curtido

- Se prepara un baño con el 20% de agua a 35 °C, el 8% de granofín F 90 para las primeras 8 pieles del tratamiento T1, así como también el 9% de granofín F 90, para las 8 siguientes pieles del tratamiento T2 y finalmente se adicionó el 10% para las 8 pieles del tratamiento T3, más un 0,5% de grasa resistente y de rueda el bombo por 3 horas. Luego se deja reposar durante toda la noche.

- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos, se añadió el 10% de agua a 45^oC rodando el bombo por 20 minutos; repitiendo este proceso por dos veces más.
- Luego se añadió el 10% de agua a 45^oC y rodó durante 4 horas, luego de este tiempo se adicionó otro 40% de agua a la misma temperatura por una hora; se procedió a escurrir y lavar bien teniendo como resultado el cuero easy White. Por último se percha y se raspa el cuero al calibre de 0,5 a 0,6.

6. Neutralizado y recurtido

- Una vez rebajado a un grosor de 0,6 mm, se pesaron los cueros y se lavaron con el 200% de agua, a 35^oC más el 0,2% de humectante y 0,2 de ácido oxálico, se rodó el bombo durante 20 minutos y luego se eliminó el baño.
- Luego se añadió el 100% de agua a 35^oC rodando por 20 minutos, para adicionar el 0,3% de anilina rodando por otros 5 minutos; Posteriormente se colocó el 3% de cromo, 1% de formiato y 3% de derminol LSG, rodando el bombo por 30 minutos; por último se añade el 1,5% de bicarbonato de sodio y se deja rodando por 50 minutos.
- Luego de escurrir y lavar los cueros se coloca el 100% de agua a temperatura ambiente, más el 2% de coralon OT, tergotan RE-50, tanicor re-34 y anilina y sueda el bombo por 1 hora, luego se añade el 0,6% de ácido fórmico durante 20 minutos.

7. Engrase

- Al mismo baño se añadió 50% de agua a 65^oC por 5 minutos, luego añadimos 3% de lanolina, 6% de derminol N11, 7% de derminol LSG, 3% de sulfitado, 2% de PMB más 100% de agua a 65^oC y rodamos el bombo por 1 hora, finalmente se adicionó el 1% de ácido fórmico por 30 minutos.

- Terminado el proceso anterior se dejó los cueros bovinos y reposaron durante 2 días, en sombra (apilados), en donde se escurrieron, y se procedió a secar al sol por unas horas.

8. Estacado, ablandado y acabados

Los cueros bovinos obtenidos fueron llevados al toggling donde son estirados y secados, luego se procedió a pintar los cueros utilizando soplete y sometidos nuevamente al toggling, después de este proceso se preno los cueros estilo ramita y poro fino. Se volvió a dar una mano de pintura, dejó secar y se procedió a pasar laca dejando que seque por tres horas, para posteriormente ser abatanados por cuatro horas.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indican que características debieron presentar cada uno de los cueros bovinos. Según Hidalgo la escala calificación de 5 correspondiente a excelente; 4 muy buena; 3 buena; 2 buena y menos de 1 mala; en lo que se refiere a, suavidad, blandura y llenura.
- Para calificar la blandura se sometió a repetidos dobleces el cuero para determinar la flexibilidad que presenta el cuero al doblarse bajo la acción de su propio peso infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, la cual se la determinó a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observaron la deformación y se realizó la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento que fue liza en el armado y en el uso diario.
- Para juzgar la llenura, se realizaron repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron, ser

los precisos de acuerdo al artículo confeccionado ya que si es para calzado estos 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 presentaron la mejor llenura.

- El parámetro sensorial de redondez del cuero bovino fue evaluado a través del órgano del tacto mediante el cual se palpó la superficie del cuero y se realizaron diversos quiebres para determinar el grado de arqueado, calificando con las calificaciones más altas a los cueros que presenten una curvatura naturalidad y que regrese prontamente a la estado inicial para evitar deformaciones y ruptura del cuero.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Control de Calidad del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y se los hizo basándose en la Normas IUP, que regenta la Asociación Española en la Industria del Cuero y cuya metodología se describe a continuación:

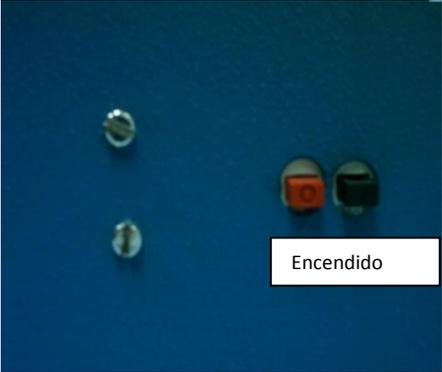
a. Porcentaje de elongación

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

por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Todas las pruebas que se ejecuta deben cumplir los requisitos de las normas. (Figura 1 y 2).



Figura 1. Equipo para el ensayo físico e inspección del producto en proceso y terminado.

1	2
	
Prender el equipo (oprimir el botón negro ubicado en la parte lateral derecha).	Encender el display (presionando el botón on), anotar este dato como medidor inicia.

3	4
	
<p>Colocar la probeta (molde de cuero) en el tensó metro, misma que se sujeta con las abrazaderas.</p>	<p>Oprimir el botón verde superior (con flecha hacia arriba) para empezar a estirar la probeta hasta que se rompa.</p>
5	6
	
<p>Una vez rota la probeta, anotamos el dato superior, como medidor final en el registro.</p>	<p>Retirla muestra y apagar el equipo del botón rojo ubicado al lado izquierdo del tablero.</p>

Figura 2. Funcionamiento del equipo para medir la resistencia física del cuero.

- Se procedió a calcular el porcentaje a la elongación a la ruptura según la fórmula detallada a continuación

Fórmulas:

$$\% Er = (\text{Def.me} / \text{Mip.}) * 10$$

% Er = Porcentaje de elongación a la ruptura

Def.me = Deformación del medidor

Mip = Medida inicial probeta

$$\text{Def,me} = (\text{Me.f} - \text{Me.i})$$

Donde:

Def.me = Deformación del medidor

Me.f = Medidor final

Me.i = Medidor inicial

Se realizaron las pruebas en forma detallada según las formulas establecidas y se registró los datos en las hojas de cálculo para la respectiva Tabulación de los mismos y se resumen los resultados en el Informe de Control de Calidad, establecido por el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

b. Resistencia a la tensión

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

- Se debió receptar las muestras de acuerdo a las especificaciones requeridas en laboratorio. Sacar las probetas, según el troquel de 1 cm. de ancho por 10 cm. de largo según se observa en la (figura 3).

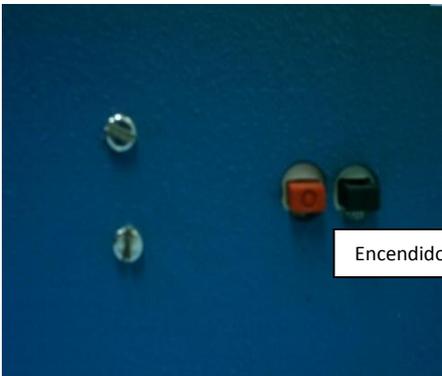
1	2
	
<p>Tomar las medidas de las probetas (espesor) con el calibrador en tres posiciones, tomar medida promedio y anotar en la hoja de registro.</p>	<p>Tomar las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey y anotar en la hoja de registro.</p>
3	4
	
<p>Prender el equipo (oprimir el botón negro ubicado en la parte lateral derecha).</p>	<p>Encender el display (del botón on)</p>

Figura 3. Pasos preliminares para realizar la prueba de la resistencia a la tensión del cuero.

<p>5</p> 	<p>6</p> 
<p>Colocar la probeta en el tensó metro y encender el Display, para dar comienzo a la prueba</p>	<p>Oprimir el botón verde superior (con flecha hacia arriba) para empezar a estirar la probeta hasta que se rompa.</p>
<p>7</p> 	<p>8</p> 
<p>Una vez rota la probeta, anotamos el dato observado en la pantalla del display en nuestro registro.</p>	<p>Retirar la muestra y apagar el equipo.</p>

Figura 4. Pasos de la prueba de la resistencia a la tensión o tracción del cuero.

- Se procedió a calcular la resistencia a la tensión o tracción según la fórmula detallada a continuación:

Fórmulas:

$$R_t = C / A$$

Donde:

R_t = Resistencia a la tensión o tracción.

C = Carga de la ruptura (fuerza)

A = Área de la probeta

$$A = a * c$$

Donde:

A = Área de la probeta

a = ancho de la probeta

c = calibre de la probeta

Se realizaron las pruebas en forma detallada según las formulas establecidas y se registró los datos en las hojas de cálculo para la respectiva Tabulación de los mismos y se resumen los resultados en el Informe de Control de Calidad, establecido por el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

c. Temperatura de encogimiento

La Temperatura de encogimiento, es el valor de temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso. El ensayo tiene la finalidad de determinar la temperatura a la cual empieza el encogimiento de una probeta o muestra de cuero, colocada 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, es sumergida en, un medio acuoso (agua, o mezcla glicerina-agua, para ensayos a temperaturas superiores a 100°C). Observar la variación de su longitud al

calentarla en el medio líquido, a un gradiente uniforme de temperatura, y determinar la temperatura a la cual inicia su encogimiento. Para la preparación de la muestra Se extraen las muestras o probetas una vez que hayan sido acondicionadas en la atmósfera normal de acondicionamiento, de acuerdo a la Norma INEN 553. La prueba de temperatura de encogimiento se la llevó a cabo de manera artesanal, de la siguiente manera:

- Se cortó las muestras o probetas rectangulares de 10 cm x 3 cm, las y que no deben tener fallas, por causas mecánicas.
- Para la realización del ensayo debemos encender el reverbero o calentador (C) sobre el cual colocaremos un vaso de precipitación (V) con agua, donde se debió introducir el termómetro (T), mismo que debe marcar 85 C^o para introducir la probeta.
- Cuando la probeta comience a deformarse, vemos la temperatura que marca el termómetro y anotamos este dato en nuestro registro.
- Se realiza una probeta por cada piel tratada, lo que significa ocho por cada tratamiento, dando un total de 24.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES BOVINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90

1. Resistencia a la tensión

En el análisis de la resistencia a la tensión de las pieles bobinas, no se presentó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias, por efecto de la curtición ecológica utilizando diferentes niveles de Granofín F 90, por lo cual en el análisis numérico la mejor respuesta se obtuvo al curtir las pieles con 10% de Granofín F 90 (T3), cuyas medias fueron de $1395,22 \text{ N/cm}^2$, y que descienden a $1237,35 \text{ N/cm}^2$ las cuales se reportaron al curtir con 9% de Granofín F 90 (T2); en tanto que las respuestas más bajas se reportaron al curtir las pieles con 8% de Granofín F 90, cuyas medias presentaron valores de $1142,70 \text{ N/cm}^2$, como se reporta en el cuadro 7, con las respuestas expuestas se afirma que para obtener pieles bovinas más resistentes se deberá utilizar una curtición ecológica con 10% de Granofín f 90, esta prueba se emplea para conocer la calidad de las pieles y es una de las más importantes según las normas internacionales, por cuanto para conocer la calidad del cuero y del agente curtiente es de vital importancia que las pieles logren alcanzar los estándares impuestos según las normas técnicas.

Lo que es corroborado según Hidalgo, L. (2004), quien indica que el uso de curtiente autobasificante, tiene como principal compuesto activo el óxido crómico, y que tiene la característica de actuar en medio ácido y medio básico por los electrones libres que poseen ambos átomos como son el cromo y el oxígeno por lo cual tiene característica acida y básica así logrando receptar electrones o donar electrones según el medio en el que se dispongan, para la fijación del agente curtiente que en este caso sería el cromo trivalente que logra formar un complejo activo con el colágeno de la piel que presenta un lado amino y un extremo carboxilo, el cromo se viene a fijar en este segundo extremo aceptando los electrones en exceso que posee este y con lo cual se logra curtir la piel, pero en

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES BOVINAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90.

VARIABLE	NIVELES DE GRANOFÍN F 90, %.			EE	Prob.	Sign.
	T1	T2	T3			
	8%	9%	10%			
Resistencia a la tensión, N/cm ² .	1142,70 a	1237,35 a	1395,22 a	94,27	0,18	Ns
Porcentaje de elongación, %.	66,87 b	63,75 b	71,25 a	2,02	0,05	*
Temperatura de encogimiento, °C	85,25 b	86,00 ab	86,38 a	0,18	0,001	**

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

la mayoría de las curticiones de cromo se desperdicia grandes cantidades de este producto ya que este es un agente toxico para el medio ambiente por lo tanto se requiere que sea consumido en su totalidad o que en el caso sea menor su uso, por lo cual es reemplazo por el óxido crómico es un compuesto que se utiliza en mayor cantidad ya que el Granofín F 90, solo tiene un 20% de óxido crómico que va a penetrar al proceso de curtición, y por ello va a ser muy útil su uso.

En el caso de la resistencia a la tensión, que se ilustra en el gráfico 6, el fenómeno que debe presentarse para que los valores de las medias aumenten a medida que se incremente el curtiente granofín, es que el cromo logre una mayor fijación e interacción con el colágeno por lo cual va a formar un complejo más estable que resistirá a las fuerzas que se las aplique, al tener mayores niveles de granofín F 90, se tendrá un mayor porcentaje de cromo que va a curtir al colágeno y a va hacer más estable, pero también habría que analizar el efecto del coste y la ganancia para evaluar si es viable esta vía de curtición ecológica.

Al comparar los resultados de la presente investigación con los reportes de Pilamunga, E. (2015), quien al curtir pieles obtuvo valores de $3140,69 \text{ N/cm}^2$ utilizando una curtición combinada con Tara más 7% de Granofín F 90, se observa que son superiores a los de la investigación actual, lo que puede deberse a que en la investigación de la menciona autora combina dos tipos de curtientes el uno de origen vegetal y el otro mineral, el principal efecto que causara el de origen vegetal es que lograra una mayor fijación del cromo en las cadenas amínicas del colágeno, esto puede explicar mejor, el porqué de las mejores respuestas, pero son muy elevadas dichas respuestas basándose en ello se recomienda que el uso de granofín F 90, tenga una curtición combinada para tener mejores respuestas, pero esto elevará el costo de la curtición lo cual no será rentable para el curtidor, en cuanto a la calidad del cuero al curtir solo con granofín F 90, como agente curtiente se obtienen cueros de una buena calidad y que cumplen con las normas del mercado (Gráfico 6).

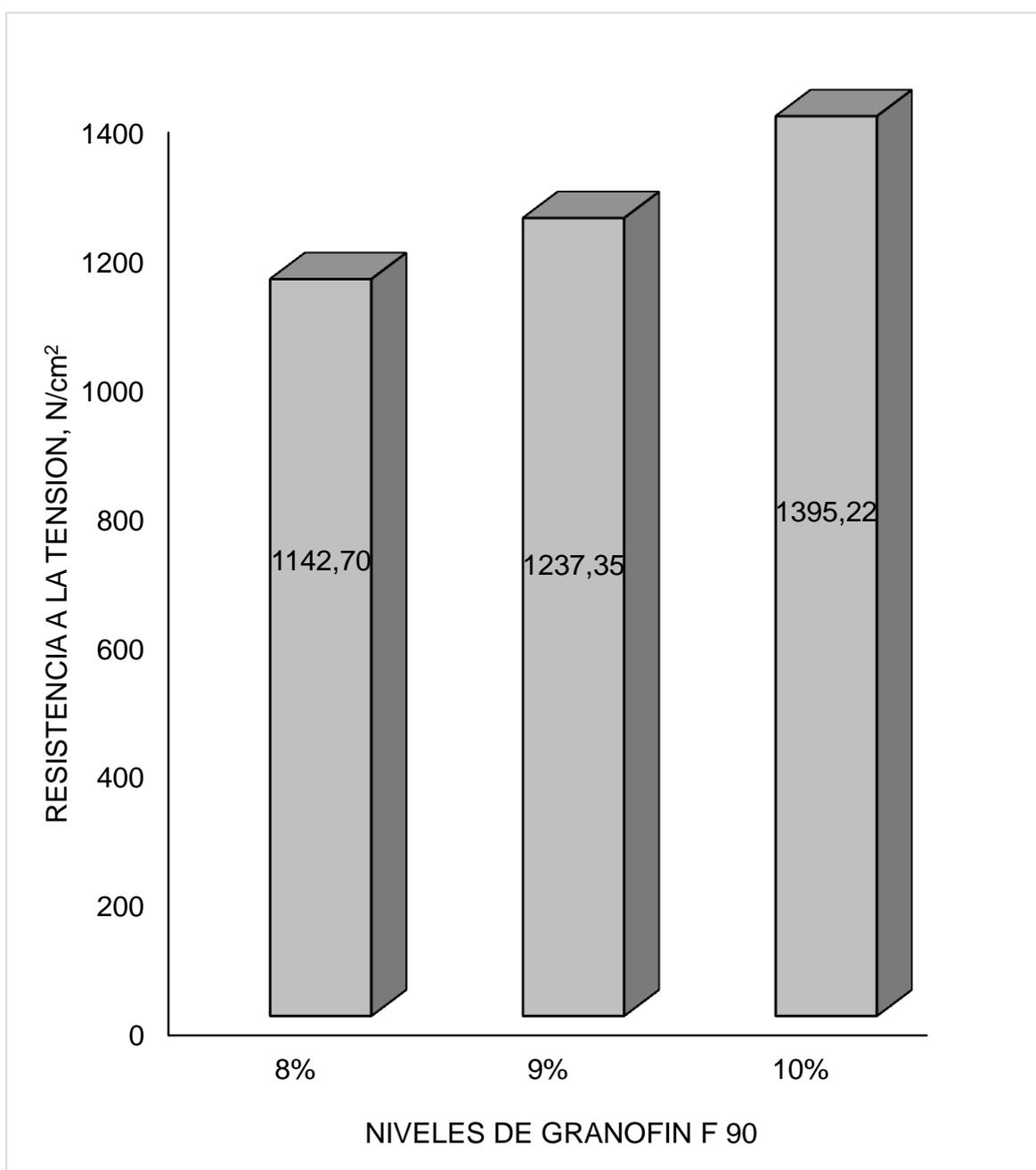


Gráfico 6. Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

2. Porcentaje de elongación, %

La evaluación del porcentaje de elongación de las pieles bovinas presento diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) por efecto de la aplicación de

diferentes niveles de Granofín F 90, estableciéndose las mejores respuestas al curtir las pieles con 10% de Granofín F 90 (T3), cuyas medias registraron valores de 71,25%, y que disminuyeron a 66,87%, al curtir con 8% de Granofín F 90 (T1), en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron al curtir las pieles con 9% de granofín F 90 (T2), cuyas medias fueron de 63,75%, como se ilustra en el gráfico 7, en la interpretación de los resultados se puede afirmar que al curtir las pieles con mayores niveles de granofín F 90 cuyo principal agente curtiente es el cromo en forma de óxido crómico y que tiene como principio ser autobasificante, se logra una mayor fijación de la curtición y por lo tanto un mayor porcentaje de elongación, especialmente cuando el artículo final será destinado a la confección de prendas de vestir, que deben resistir de manera significativa a estirarse por las fuerzas externas, aplicadas sobre la superficie del cuero. Los reportes mencionados se encuentran enmarcados dentro de las exigencias de calidad de la Asociación Española de la Industria del Cuero que determina según la norma IUP 8, límites de 40 a 80% para cueros bovinos.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Adzet, J. (2005), quien manifiesta que al disolverse el granofín F90, en el agua de curtición se disocia en cromo y en oxígeno que son los átomos que conforman el óxido crómico que es la base del granofín F 90, el cromo rompe el enlace peptídicos del colágeno y logra la transformación con la complejidad de los aminoácidos con cromo, por lo cual se forma una partícula más estable que el colágeno en su forma natural, con estas nuevas propiedades que adquiere el presente compuesto logran estirarse mejor, esto se debe a que el contacto con el cromo logra hacer una partícula más grande en la cual hay un mayor espacio entre molécula y molécula de colágeno, este fenómeno logra un mejor porcentaje de estiramiento ya que se le puede someter a diversas fuerzas a este compuesto y logran deformarse, al existir mayor contacto entre el colágeno esto evita que logre deformarse ya que es un enlace más débil que el de cromo con colágeno, este fenómeno baja su poder de estiramiento, esto se puede observar en las pieles naturales que cuando se sufre algún tipo de estiramiento no logra deformarse de manera adecuada con lo cual sufre un proceso en donde quedan cicatrices o en algunos casos se rompen las moléculas y esto es irremediable.

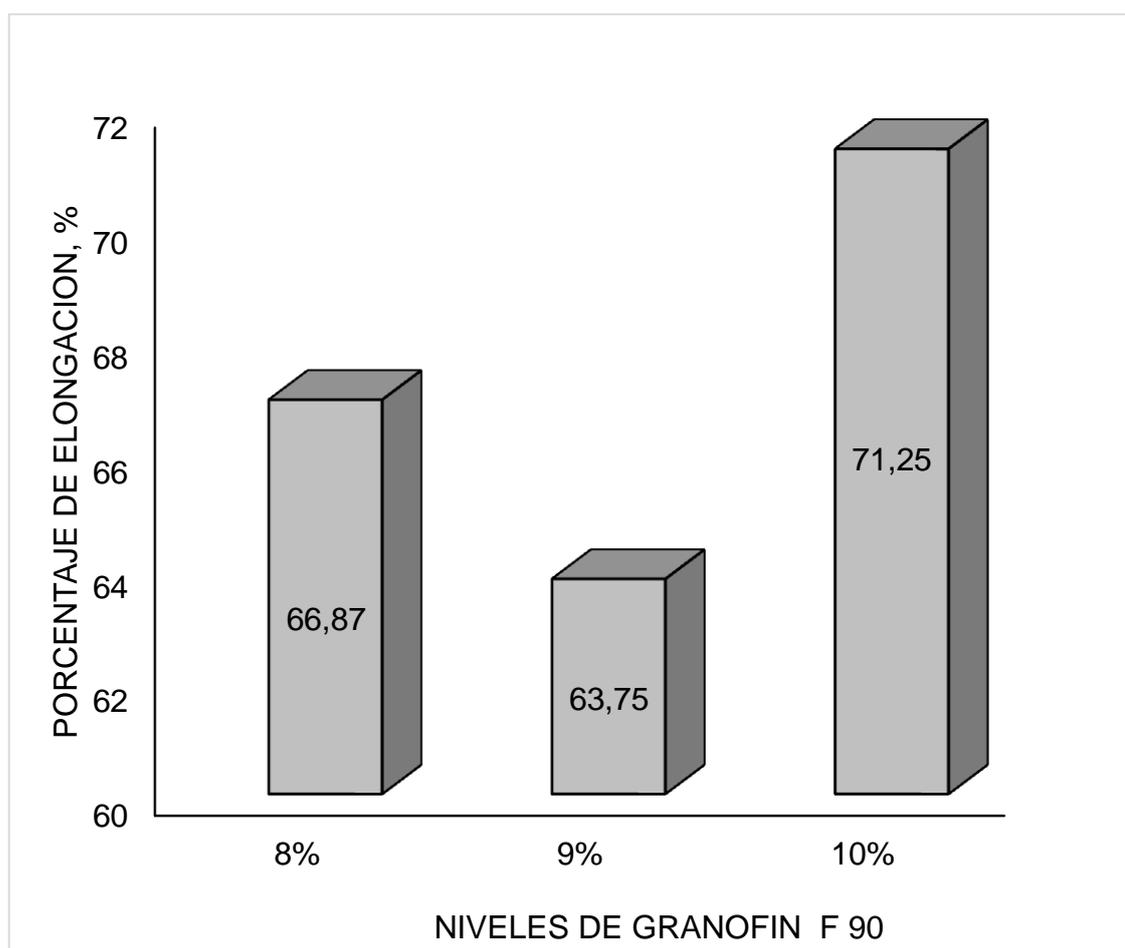


Gráfico 7. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

Al comparar las respuestas de la presente investigación con los reportes de Martínez, L. (2014), cuyas medias para el porcentaje de elongación fueron iguales a 55,08% que se obtuvieron al curtir con 4% de Granofín F 90, y que fueron inferiores para la investigación actual, esto se debe que en la investigación mencionada se utilizaron menores niveles de agente curtiente granofín F 90 ya que se utilizó en combinación con aluminio esta combinación se utiliza para pieles de especies menores como lo son cuyes o conejos, que no necesitan una curtición muy intensa debido a que se debe conservar la naturalidad de las pieles esa será una característica que se deberá tener en cuenta, pero se evidencia que para mejores resultados a la presente prueba es fundamental el uso de mayores niveles de Granofín F 90.

El análisis de regresión, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia cuadrática positiva altamente significativa $P < (0,00003^{**})$, donde se desprende que partiendo de un intercepto de 474.38%, el porcentaje de elongación inicialmente decrece en 93,44% al utilizarse 9% de granofín para posteriormente elevarse en 5,313% al incluir mayores niveles de granofín F90. El coeficiente de determinación (R^2), del porcentaje de elongación fue del 24,91%, mientras tanto que el 76,09% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la calidad de la materia prima, y de los productos químicos que forman parte de la formulación del curtido de las pieles bovinas, (gráfico 8).

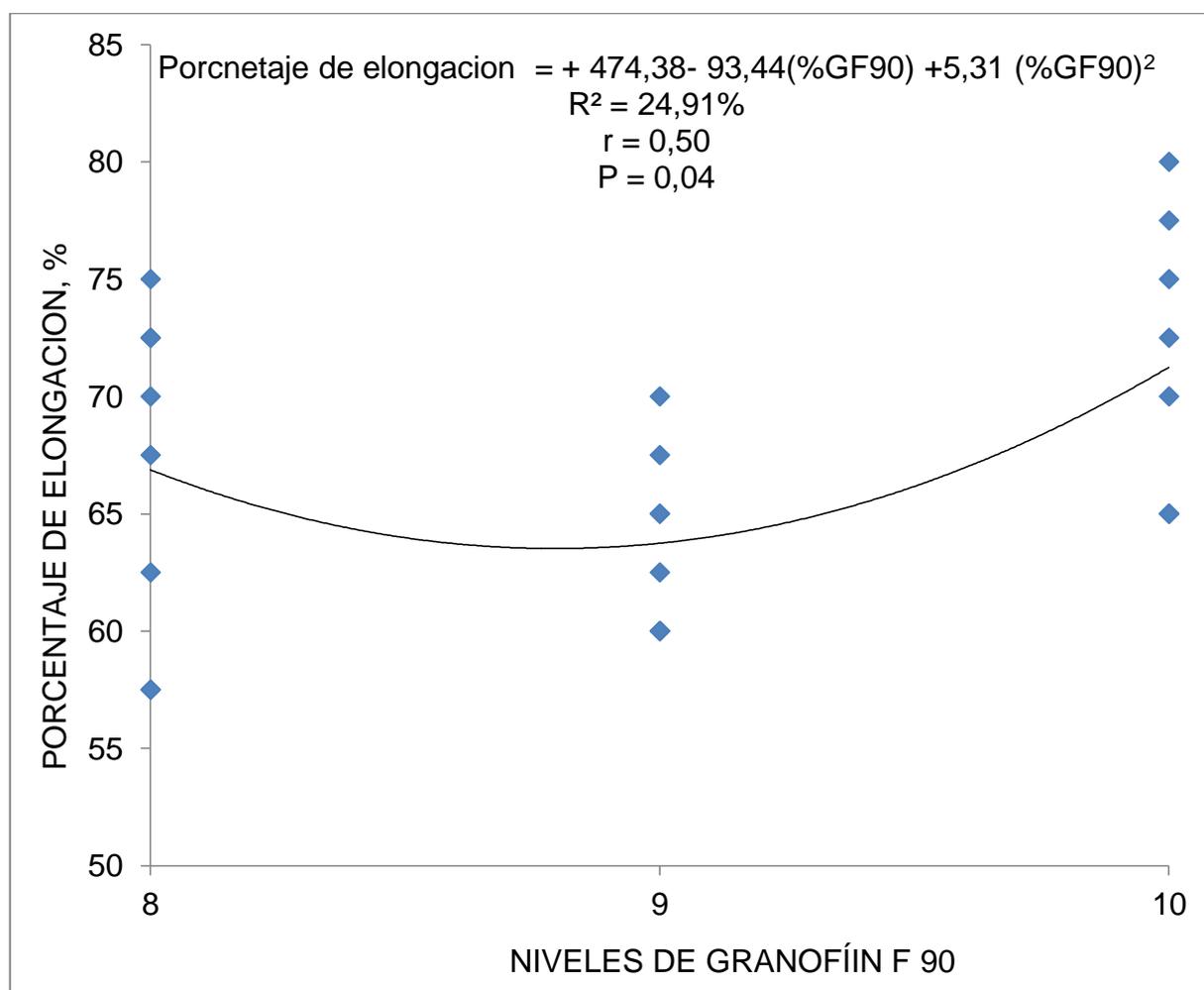


Gráfico 8. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de Granofín F 90.

3. Temperatura de encogimiento

Los valores medios reportados de la temperatura de encogimiento de las pieles bovinas, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$), por efecto de los diferentes niveles de Granofín F 90, estableciéndose las respuestas más altas al curtir las pieles bovinas del tratamiento T3 (10%), con valores de 86,38°C, y que descendieron a 86,00°C que se reportaron al curtir las pieles bovinas del tratamiento T2 (9%), en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron al curtir las pieles del tratamiento T1(8%), con 85,25°C, como se ilustra en el gráfico 9, es decir que para obtener mejores respuestas de temperatura de encogimiento de las pieles bovinas curtidas ecológicamente se debe emplear mayores niveles de agente curtiente granofín F 90; para que cumplen con las normas para lograr su comercialización y sobre todo entre más alta es la temperatura de encogimiento existe un mayor enlace de los grupos carboxílicos de colágeno con el producto curtiente. Según la norma INEN 562, indica que la temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso, para considerar un cuero de calidad adecuada no debe ser menor a 60 – 65 °C.

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

estabilidad (medido como rigidez a la flexión) a una humedad elevada. Si la temperatura se eleva y/o la humedad disminuye, el agua se evapora de la estructura de cuero. Si el agua también se elimina de los mesoporos, las fuerzas capilares evolucionan hasta causar una contracción de la estructura de la fibra que conduce al encogimiento de la piel o al desarrollo de tensiones si el cuero se ha fijado isométricamente. Este primer paso es parcialmente reversible: si la disminución de la temperatura y/o humedad aumenta de nuevo, el agua se reabsorbe y la longitud original se restablece hasta un resto remanente de contracción irreversible si la temperatura durante la resorción es alta. Los valores antes mencionados son superiores a los reportes de Pilamunga, E. (2015), que registró una temperatura de encogimiento de 82,2 a 84,2, al utilizar *Caesalpinia Spinosa* (Tara), mas granofín F 90 en proporciones de 7% y 9%.

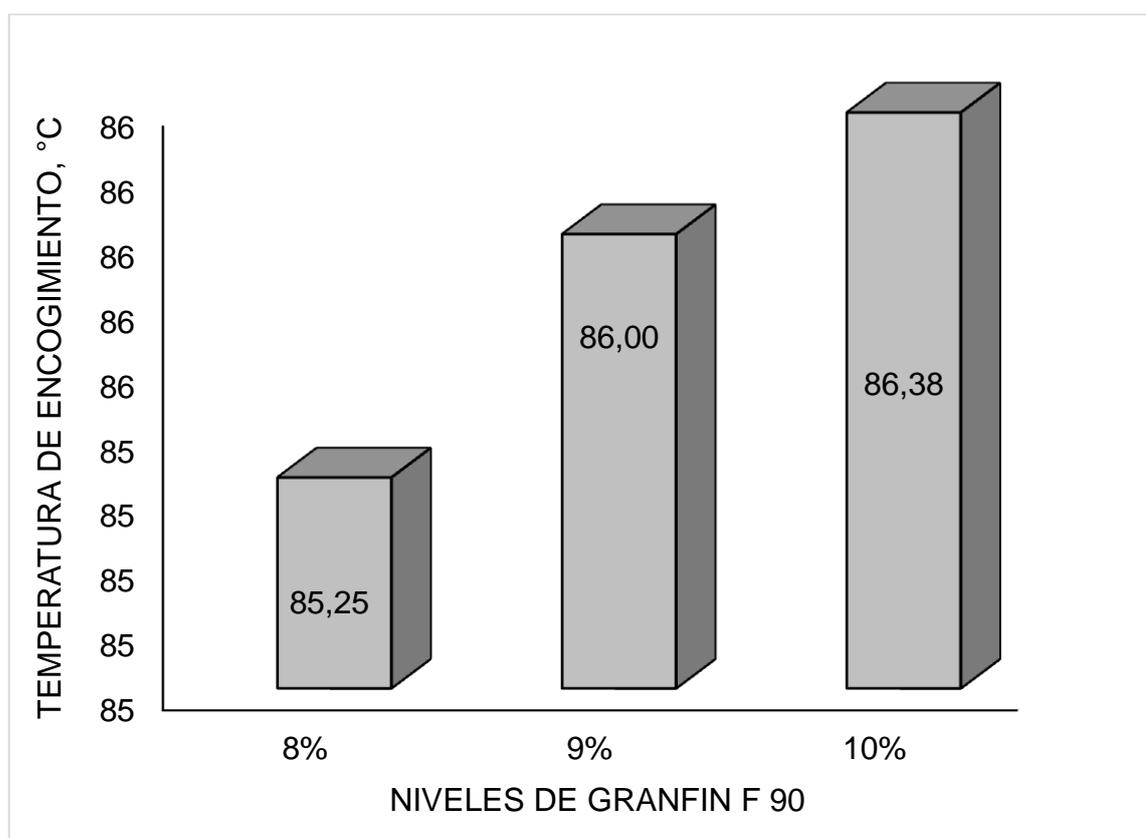


Gráfico 9. Evaluación de la temperatura de encogimiento de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 10, determinó que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 80,813°C puntos la temperatura de encogimiento fluctúa de manera positiva en 0,56°C por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente Granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros bovinos que serán empleados en la confección de prendas de vestir, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 47,65%; mientras, tanto que el 52,35% , restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que no están relacionados con el curtiente ecológico si no, más bien con la precisión en el pesaje y dosificación de los diferentes productos que intervienen en todo el proceso de la curtición. La fórmula para la regresión lineal aplicada fue:

$$\text{Temperatura de Encogimiento} = 80,81 + 0,56 (\%GF90)$$

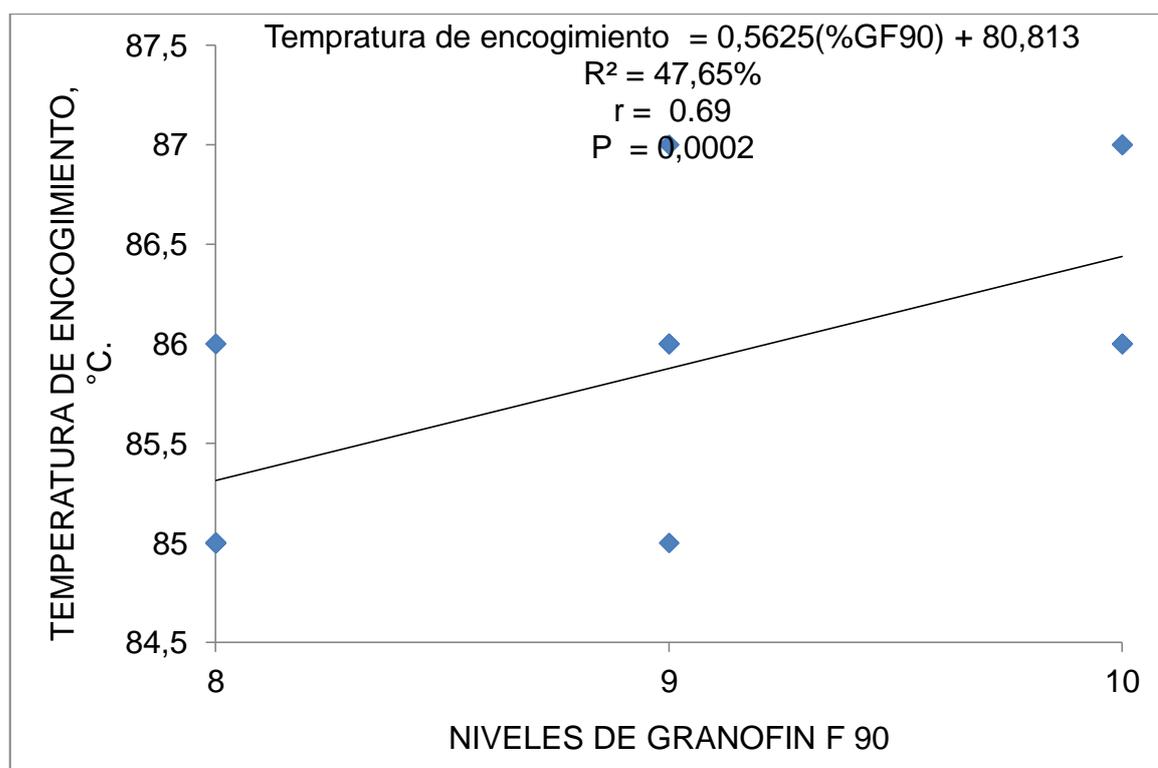


Gráfico 10. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES BOVINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90

1. Llenura

En la evaluación estadística de la variable sensorial llenura de las pieles bovinas se presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de granofín F 90, estableciéndose la mejor respuesta al curtir las pieles con 10% de granofín F 90 con medias de 4,88 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), y que descendieron a 4,13 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, al curtir las pieles con 9% de granofín F 90 (T2) mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron al curtir las pieles con 8% de granofín F 90 (T1), cuyas medias presentaron valores de 3,63 puntos y calificación buena, como se reporta en el cuadro 8. De acuerdo a los resultados expuestos se afirma que para alcanzar mayores calificaciones de llenura se recomienda emplear 10% de este curtiente ecológico, las pruebas sensoriales del cuero son realizadas por un especialista, en las cuales se usan solo los sentidos para el tratamiento de resultados.

La explicación que se puede obtener de los resultados más altos de llenura al utilizar niveles más bajos de granofín tienen su fundamento según Hidalgo, L. (2004), El cuero en su estado natural es un material extremadamente duro lo que lo hace blando es el curtido, un tratamiento con curtientes ecológicos se realiza para que quede flexible. Cuando el exceso de las sales de cromo lo desgastan, el cuero puede perder el lustre y la suavidad. Los propietarios de los productos de cuero eventualmente deberán tratarlo. En caso contrario, quedará seco, duro, sin caída, se agrietará y se desmoronará. También es importante tener una capa protectora, impermeable sobre el cuero para prolongar su vida., a que la piel al ser curtida con extractos vegetales, tiene la propiedad de llenarse más entre fibras, porque existe la tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES BOVINAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE CURTICIÓN ECOLÓGICA CON DIFERENTES NIVELES DE GRANOFÍN F 90.

VARIABLE	NIVELES DE GRANOFÍN F 90, %.			EE	Prob.	Sign.
	8%	9%	10%			
	T1	T2	T3			
Llenura, puntos	3,63 c	4,13 b	4,88 a	0,21	0,002	**
Blandura, puntos	3,75 c	4,13 b	4,63 a	0,19	0,01	*
Redondez, puntos	3,38 c	4,25 b	4,75 a	0,2	0,0004	**

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

curtiente empleado, y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles, pueden recobrar su área inicial es decir recuperar fácilmente las dimensiones utilizando las máquinas de repasar, estirar, clavar o similares, para que conserven fácilmente, el pietaje que en muchos caso disminuya respecto a una curtición al cromo, sino que aumente, esto debido al fenómeno de estabilidad que le confiere la curtición al vegetal ya que como es un compuesto orgánico y sus cadenas son de polifenoles no son solubles al agua y esto hace que no se cree una estabilidad con el agua y al momento de entrar a la epidermis de la piel que está compuesto por fibras se encuentre un buen ambiente para que el curtiente pueda unirse a las fibras de la piel generando así puentes de peptidoglicano , que son los que permite transformar a la piel cruda en una piel curtida imputrescible y generando así pieles adecuadamente llenas sin la presencia de espacios vacíos que producirán soltura de flor muy desagradable para la confección del artículo deseado como se ilustra en el (gráfico 11).

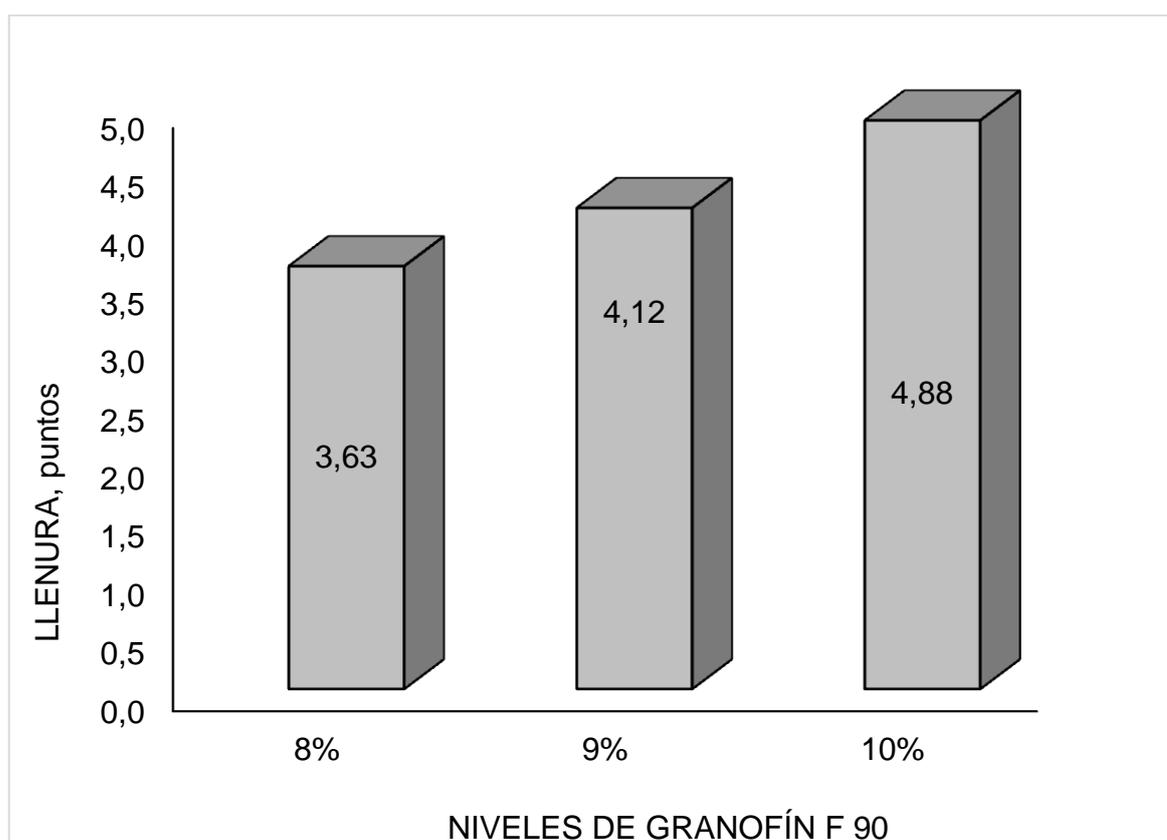


Gráfico 11. Evaluación de la llenura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

Las respuestas de la llenura de la presente investigación son superiores a los resultados obtenidos por Yaguache, A. (2013), quien reportó 4,58 puntos al curtir las pieles con 9% de granofín F 90, esto se debe que al ser un animal más pequeño el que se curtió en la investigación de comparación su área de curtición es menor por lo cual emplea menor el uso de curtiente por ello al usar los mismos niveles se va a obtener mejores respuestas.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 12, determino una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 1,42 puntos la llenura fluctúa de manera positiva en 0.63 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente Granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros bovinos que serán empleados en la confección de prendas de vestir, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 44,68%, mientras tanto que el 55,32%, restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación.

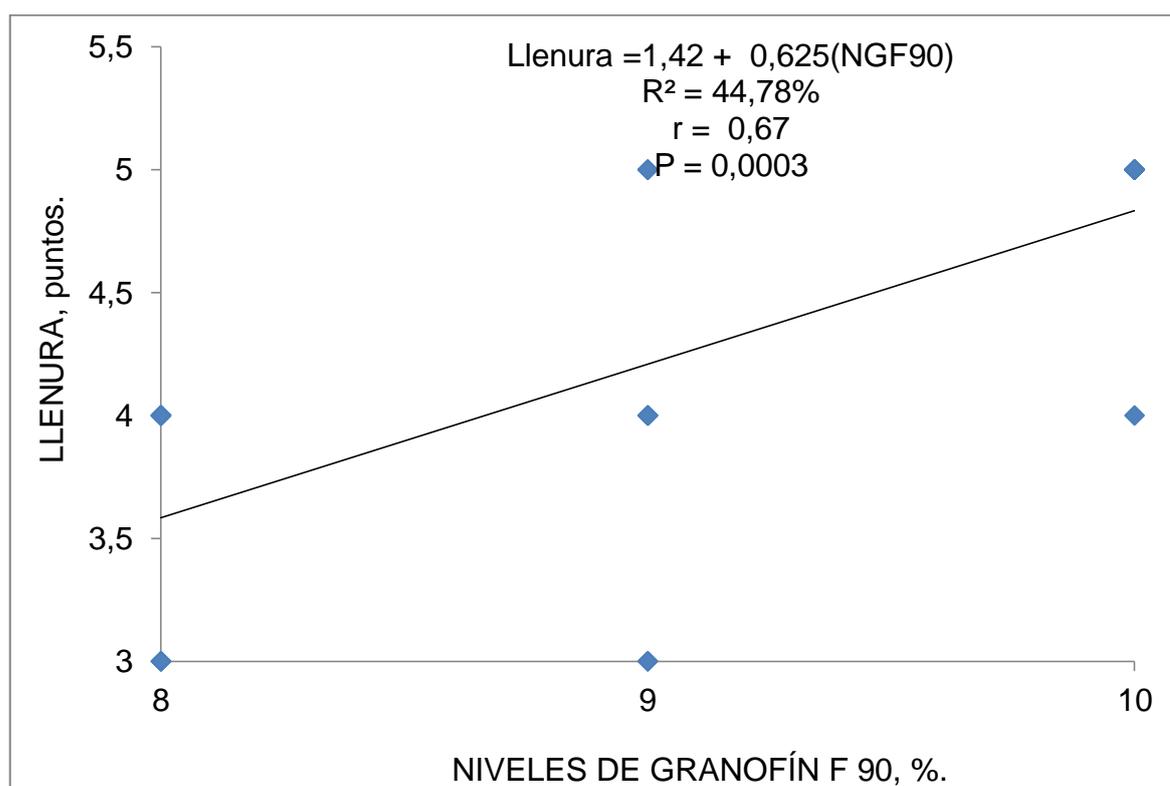


Gráfico 12. Regresión de la llenura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

2. Blandura

La blandura de las pieles bovinas según el criterio Kruskal Wallis presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los diferentes niveles de granofín F90, estableciéndose las mejores respuestas al curtir las pieles con 10% de granofín F 90 (T3) con 4,63 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), y que descendieron a 4,13 puntos al utilizar una curtición ecológica con 9% de granofín F 90 (T2), y calificación muy buena, mientras tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron al curtir las pieles con 8% de granofín F 90, y que reportaron medias de 3,75 puntos y calificación de buena, (grafico 13), es decir que al utilizar mayores niveles de agente curtiente granofín F 90 (T3), en una curtición ecológica se obtienen mejores calificaciones sensoriales de blandura de las pieles bovinas.

Las aseveraciones antes enunciadas tienen su fundamento en lo expuesto por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que al tener un agente curtiente muy activo como es el cromo la piel logra bajar su pH hasta poder llegar a su punto isoeléctrico que es en el cual las fibras de colágeno pierden su estructura nativa y se procede a dar un fenómeno que es conocido como desnaturalación proteica en donde pierde su función biológica, que es la de proteger al animal de rasguños, temperaturas adversas, malas condiciones ambientales, entre otros fenómenos para cumplir con estos requerimientos la piel tiene que tener características de fortaleza, de resistencia elevada y de otras prestaciones que logren cumplir esta condición de protección, ya que la proteína que está formando parte del colágeno es de tipo fibrosa que es una proteína indigerible por esta razón tiene funciones no vitales y también es insoluble en agua estas son las características principales de este tipo de proteína, al cumplir con todos estos aspectos se va a tener una proteína muy dura con poca flexibilidad, pero al curtir las pieles estas cambian su comportamiento en su totalidad con lo cual todas estas funciones dejan de ser y se tiene nuevos aspectos, es por eso que en vez de ser una estructura rígida alcanza un porcentaje de blandura elevada la cual le permite al cuero obtener características de belleza y que ayuda en otros aspectos fundamentales los cuales van a aumentar el precio del cuero su aceptación en el mercado es mayor.

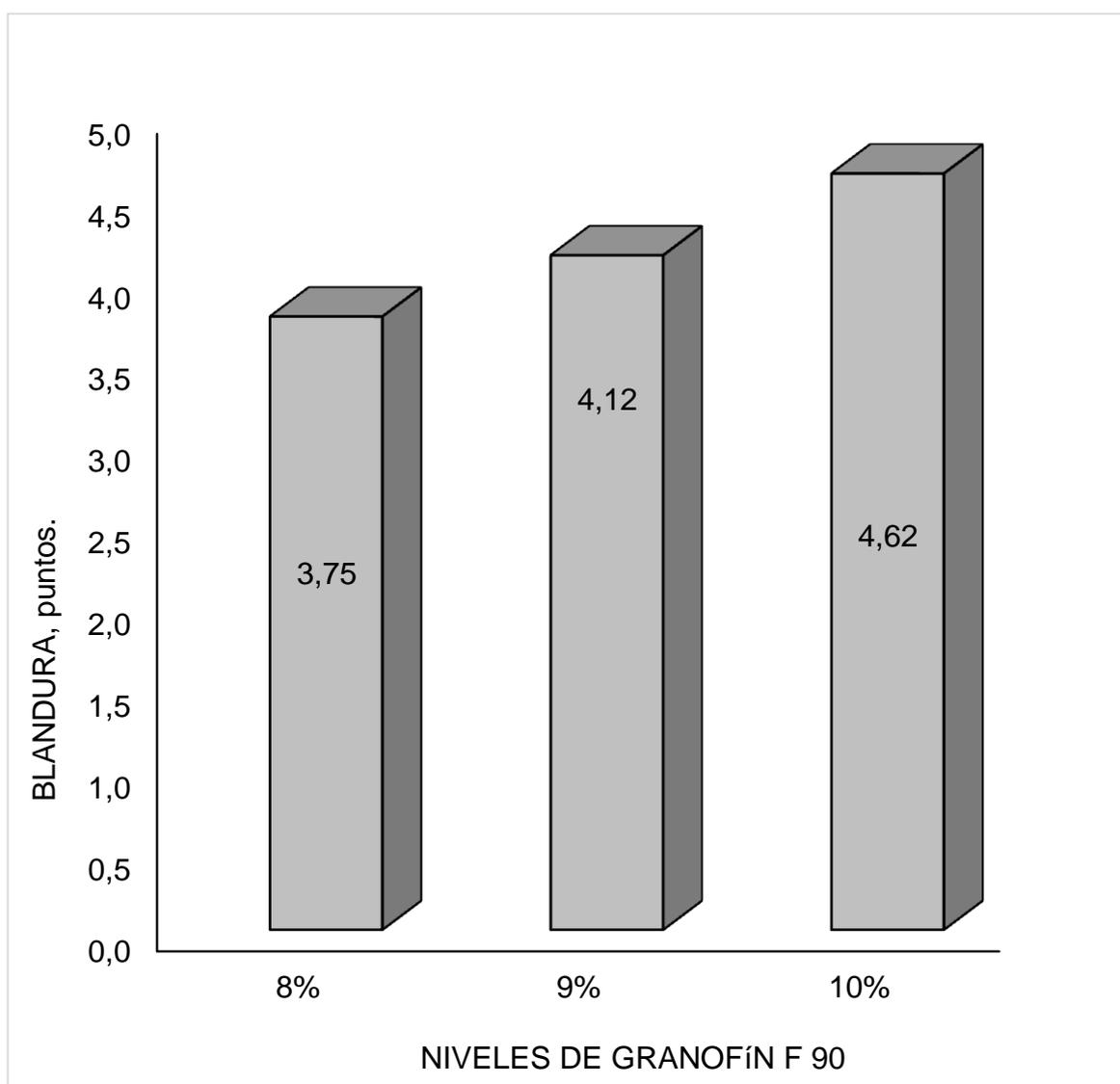


Gráfico 13. Comportamiento de la blandura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

Al comparar los resultados de la presente investigación con los que nos indica Yaguache, A. (2013), quien reporta valores iguales a 4,75 puntos y calificación excelente, al curtir las pieles ovinas con 9% de granofín F 90, y que fueron superiores a las que se reportaron en esta investigación pero hay que tener en cuenta todos los procesos de curtición que sufrió, y además toca evaluar las condiciones a las cuales se curtió las pieles, para decir que los resultados han sido los óptimos para el uso de granofín F 90, como parte de una curtición ecológica.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 14, determinó que los datos se ajustan a una tendencia lineal positiva altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,23 puntos la blandura se eleva en 0,44 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente granofín F 90, aplicado a la formulación del curtido de los cueros bovinos que serán empleados en la confección de prendas de vestir, además el coeficiente de determinación R^2 , fue de 32,81% mientras tanto que el 67,19% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que no están relacionados con el curtiente ecológico si no, más bien con la precisión en el pesaje y dosificación de los diferentes productos de la curtición. La fórmula para la regresión lineal aplicada fue: $Blandura = 0,23 + 0,44(\%GF90)$

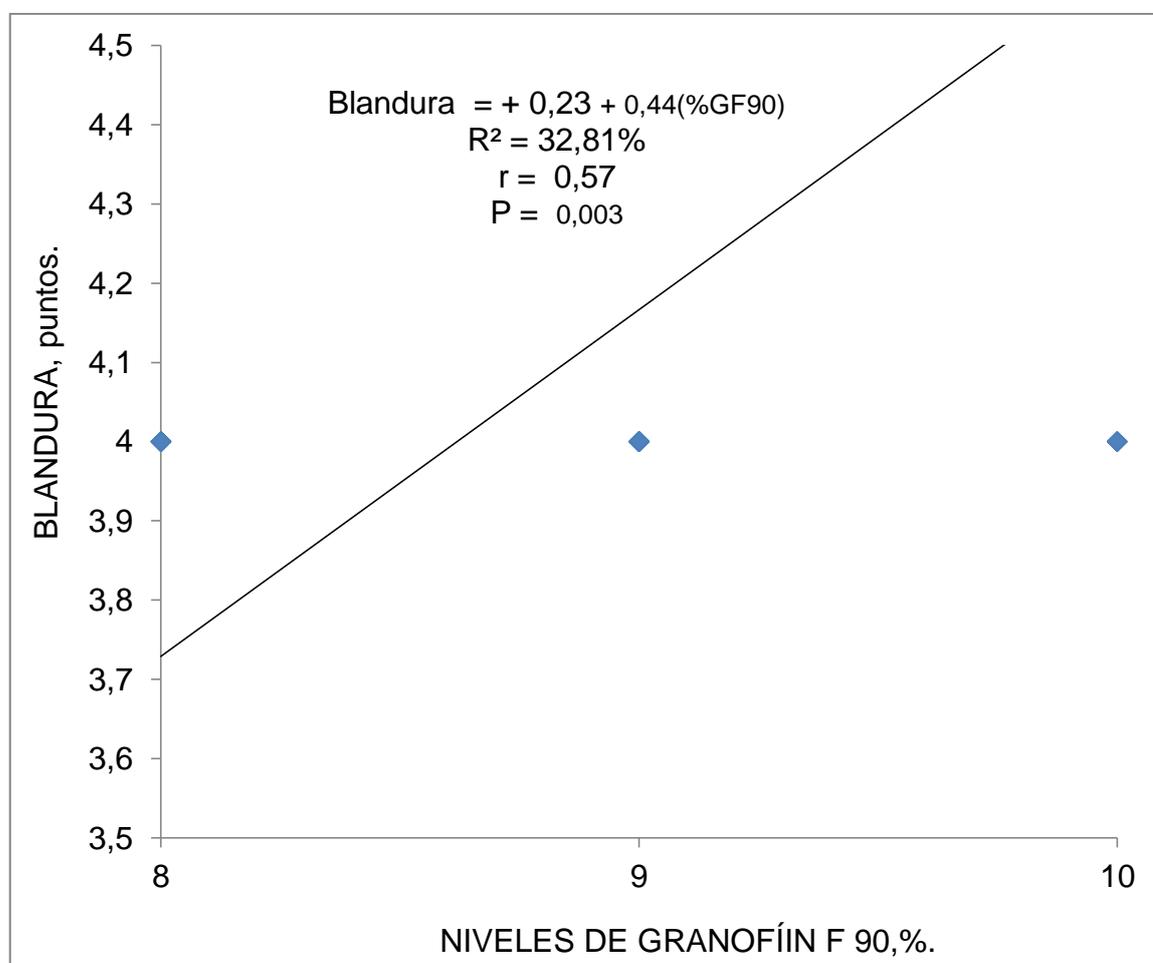


Gráfico 14. Regresión de la blandura de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

3. Redondez

Los valores medios reportados de la redondez de las pieles bovinas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la aplicación de diferentes niveles de granofín F 90, estableciéndose por lo tanto las respuestas más altas al utilizar mayores niveles de granofín F 90, ya que las calificaciones fueron de 4,75 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), posteriormente se ubican los resultados alcanzados al curtir las pieles bovinas con 9% de curtiente granofín F 90 con respuestas de 4,25 puntos y calificación muy buena, mientras tanto que las ponderaciones más bajas fueron registradas en las pieles del tratamiento T1 (8%), con respuestas de 3,38 puntos y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 15, es decir que a medida que se incrementan los niveles de curtiente ecológico, las calificaciones de redondez se mejoran, tomando en consideración que la ponderación de redondez debe estar condicionada con la finalidad del artículo final por lo tanto se requiere de cueros adecuadamente maleables para permitir que los artesanos dispongan una materia prima de óptima calidad, para que pueda amoldarse fácilmente a la forma que se requiere en cada una de las partes de la vestimenta especialmente en aquellas que requieren flexión .

Las apreciaciones descritas anteriormente guardan relación con lo mencionado por Stryer, L. (2005), quien reporta que los basificantes utilizados en este producto permiten un aumento gradual de la basicidad evitando de esta forma los picos de pH. Además, el granofín F 90 puede ser adicionado de una sola vez minimizando los errores que puedan ser ocasionados por el funcionario que lo aplica, lo que asegura un proceso de curtido más estable y seguro, que le brinde mayor deslizamiento a las fibras que conforman el colágeno para que puedan deslizarse suavemente entre ellas y proporcionar una curvatura o redondez muy superior. El menor aporte de óxido de cromo, es compensado por la mayor fijación en el cuero, lo que posibilita trabajar con cantidades similares a las de un curtido convencional, con la ventaja de obtener baños residuales con niveles más bajos de óxido de cromo, sin detrimento de la calidad final del cuero ideales para la confección de vestimenta que lleva muchos cortes y detalles que necesitan

ser moldeados sin embargo es necesario acotar que el cuero es un material muy noble y con performance propio cualquier variación en los procesos productivos sean estos ribera o curtido inciden sobre las sensaciones del juez el momento de la evaluación o por parte del artesano el momento de la confección del calzado, y que es muy importante pues mide la aptitud del cuero en el momento del uso diario ya que el usuario pasará periodo de tiempo largo y en continuo movimiento.

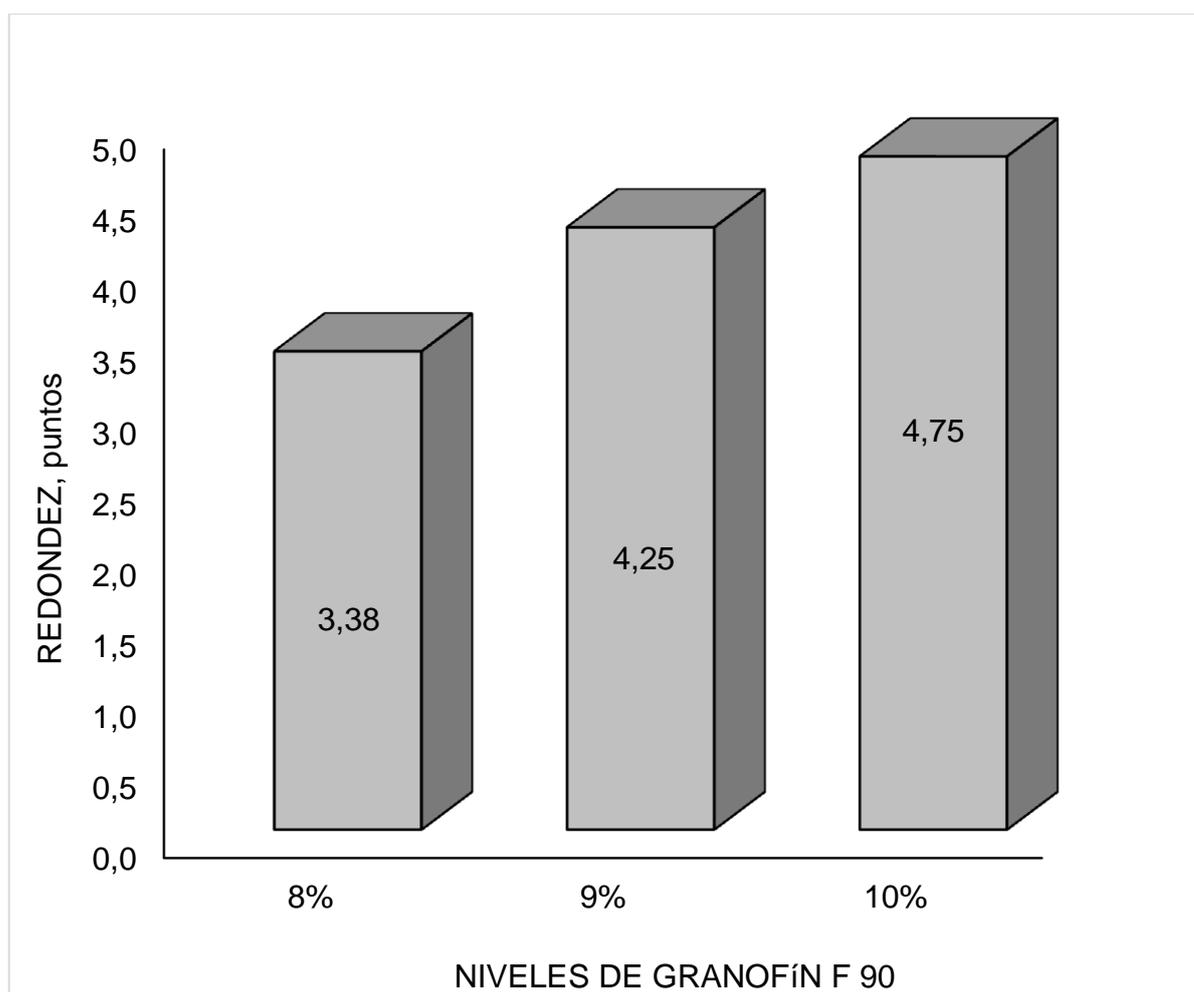


Gráfico 15. Comportamiento de la redondez de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90.

Los valores antes descritos son similares a los reportados por Pilamunga, E. (2015), quien registró las respuestas más altas de redondez al curtir las pieles con 9% de curtiente vegetal Tara más Granofín F 90 (T1), ya que el valor de sus medias fue de 4,70 puntos y calificación excelente.

El análisis de regresión que ilustra el gráfico 16, se aprecia que la dispersión de los datos para la variable redondez se ajustan a un modelo lineal positivo altamente significativo de ($P = 0,003$), donde se desprende que partiendo de un intercepto de 0,23 puntos la redondez se eleva en 0,44 puntos por cada unidad de cambio en el niveles de curtiente ecológico granofín F90 adicionado a la fórmula de curtido de las pieles bovinas con un coeficiente de determinación R^2 del 32,81%, mientras tanto que el 67,19% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como puede ser la calidad de la materia prima que es muy variable ya que depende de la genética del animal, manejo diario, faenamamiento, desangre entre otros. La fórmula que se aplicó para la regresión de la redondez de las pieles bovinas fue $0,23 + 0,44 (\%GF90)$.

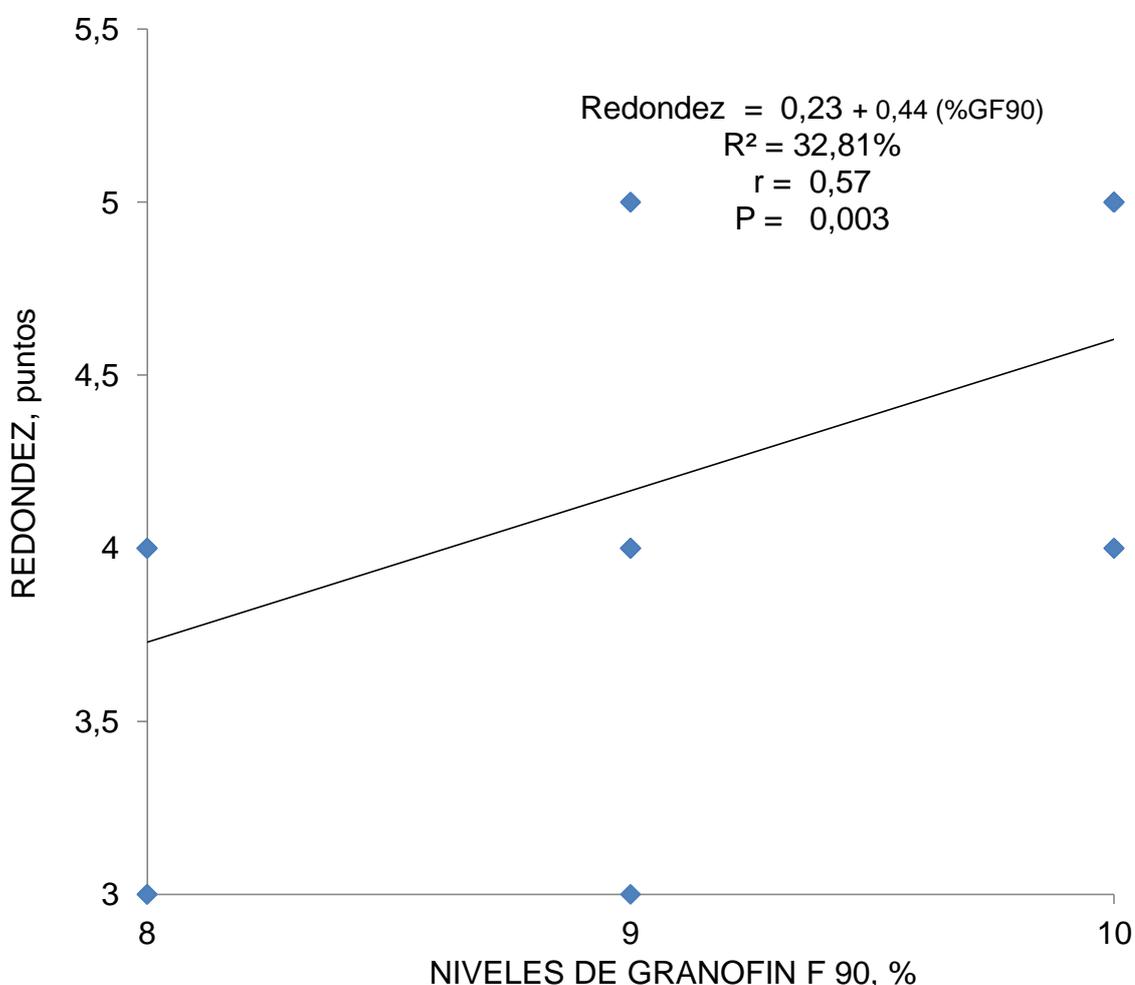


Gráfico 16. Regresión de la redondez de las pieles bovinas utilizando un sistema de curtición ecológica con diferentes niveles de granofín F 90

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

Para determinar la correlación que existe entre las variables físicas y sensoriales del cuero bovino en función de los diferentes niveles de granofín F90, se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se describe a continuación en el cuadro 9, y que infiere los siguientes resultados:

- La correlación que se registró entre la resistencia a la tensión del cuero bovino y los niveles de curtiente granofín F90, es positiva ($r = 0,38$), y altamente significativa ($P < 0,01$), es decir que a medida que se elevan los niveles de curtiente ecológico también la resistencia a la tensión se eleva.
- Se aprecia una correlación positiva alta entre los diferentes niveles de granofín F 90 y la variable física porcentaje de elongación, ($r = 0,29$), es decir que a medida que se incrementan los niveles de curtiente también se eleva el porcentaje de elongación en forma altamente significativa ($P < 0,01$).
- El grado de asociación que se registró entre la temperatura de encogimiento y los diferentes niveles de granofín F 90, indican una relación positiva altamente significativa ($r = 0,69$), de donde se desprende que a medida que se elevan los niveles de curtiente la temperatura de encogimiento se eleva.
- Al evaluar la correlación que se registró entre los diferentes niveles de granofín F 90 y la llenura se identificó una relación positiva alta ($r=0,67$), es decir que con el incremento de los niveles de curtiente también la llenura aumenta.
- La correlación que se registró de la blandura en función de los diferentes niveles de curtiente granofín F90, identificó una relación positiva alta, es decir que a medida que se elevan los niveles de curtiente también la calificación de blandura mejora.
- Finalmente la correlación entre los niveles de granofín F 90, y la redondez se ajusta a una relación positiva alta ($r=0,67$), es decir que a mayores niveles de curtiente ecológico mayor calificación de redondez de las pieles bovinas.

Cuadro 9. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO BOVINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE ECOLÓGICO GRANOFÍN F 90.

	Tratamientos	Tensión	Elongación	Encogimiento	Llenura	Blandura	Redondez
Tratamientos	1.00						
Tensión	0.38	1.00		*		**	
Elongación	0.29	0.39	1.00	**	*	**	
Encogimiento	0.69	0.24	-0.03	1.00			
Llenura	0.67	0.31	0.21	0.63	1.00		
Blandura	0.57	0.03	0.06	0.45	0.37	1.00	
Redondez	0.72	0.34	0.31	0.67	0.59	0.39	1.00

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

** Las diferencias entre variables son altamente significativas.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis económico de la producción de 12 pieles bovinas curtidas con diferentes niveles de curtiente ecológico granofín F 90 determinó como egresos producto de la compra de pieles, productos químicos para cada uno de los procesos, alquiler de maquinaria, y confección de artículos, valores totales de \$ 317,44; \$286,72 y \$320,02; al utilizar 8,9 y 10% de curtiente ecológico granofín F 90 respectivamente, como se indica en el (cuadro 10).

Además se determinó los ingresos producto de la venta tanto de artículos confeccionados como chompas y chalecos de hombre y de mujer dieron un total de \$393,00 \$381,70 \$450,20 para el caso del tratamiento T1 (8%); 9% (T2) y 10% (T3), en su orden. Una vez determinados tanto los ingresos como los egresos se procedió al cálculo de la relación beneficio costo que fue de 1,41 para el tratamiento T3 (10%), que fue la mejor opción económicamente más adecuada de curtición ya que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 41%, seguida de los resultados alcanzados al curtir las pieles con 9% de granofín F90 ya que se obtienen utilidades del 33% (1,33), mientras tanto que las utilidades más bajas fueron registradas en las pieles del tratamiento T1 (8%), con una relación beneficio costo de 1,24 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 24%.

Al establecer rentabilidades que van del 24 al 41% se consideran bastante apreciables ya que son altas en relación a los beneficios generados por otras actividades industriales similares con la diferencia que el capital de inicio es mucho más bajo y sobre todo la recuperación del mismo es un tiempo menos prolongado ya que está considerado desde la adquisición de la mano de obra hasta la comercialización de los productos terminados unos 3 meses aproximadamente, por lo tanto al año se obtendrá mayores ganancias inclusive que las que nos reportan los interés de la banca comercial que en la situación actual del país es muy inestable. Pero uno de los mayores beneficios está en el aspecto ambiental ya que se prescinde en una proporción elevada del curtiente

romo que resulta muy contaminante y sobre todo muy regulado por los entes gubernamentales.

Cuadro 10.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

CONCEPTO	NIVELES DE GRANOFÍN F 90 %		
	8% T1	9% T2	10% T3
Compra de pieles bovinas	8	8	8
Costo por piel bovina	17,50	16	18
Valor de pieles bovinas	140	128	144
Productos para pelambre	7,42	6,12	7,06
Productos para desencalado y curtido	22,34	18,3	25,29
Productos para recurtido y engrase	35,68	22,3	31,67
Productos para acabado	10	10	10
Alquiler de Maquinaria	42	42	42
Confección de artículos	60	60	60
TOTAL DE EGRESOS	317,44	286,72	320,02
INGRESOS			
Total de cuero producido	235	217	248
Costo cuero producido pie 2	0,74	0,76	0,77
Cuero utilizado en confección	80	66	84
Excedente de cuero	155	151	164
Venta de excedente de cuero	248	256,7	295,2
Venta de artículos confeccionados	145,00	125,00	155,00
Total de ingresos	393,00	381,70	450,20
Beneficio costo	1,24	1,33	1,41

V. CONCLUSIONES

- Al realizar la evaluación de las resistencias físicas del cuero bovino se determinó que al curtir con 10% de granofín F 90, se alcanzó la mayor resistencia a la tensión (1395,22 N/cm²), porcentaje de elongación (71,25%) y temperatura de encogimiento (86,38⁰C), que superan los estándares de calidad de los cueros destinados a la confección de vestimenta y a las normas internacionales del cuero considerándose un material de primera calidad.
- La evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros bovinos determinaron las calificaciones más altas al curtir con 10% de curtiembre ecológico granofín F 90, ya que se consigue la mayor llenura (4,88 puntos), blandura (4,63 puntos) y redondez (4,75 puntos); considerando a este tipo de cueros ideales para la confección de prendas de vestir muy delicadas y resistentes.
- La utilización de sulfato de cromo en los actuales momentos se ve muy restringida por la contaminación que produce al ambiente por lo tanto se ha buscado muchas alternativas que logren minimizar los impactos sin desmejorar las calificaciones físicas y sensoriales para ello se utilizó un curtiembre ecológico como es el granofín F 90, que tiene en su composición óxido de cromo, que es más estable lo que disminuye a probabilidad de transformarse en cromo VI.
- La utilización de 10% de granofín F 90 en la curtición de las pieles bovinas destinadas a la confección de vestimenta proporciona mayores rendimientos económicos ya que la relación beneficio costo fue de 1,41, es decir un 41% de ganancia lo que es atractivo sobre todo considerando la situación del país que requiere creación de fuentes de trabajo para permitir el crecimiento y estabilidad de la economía nacional.

VI. RECOMENDACIONES

De los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones:

- Para curtir pieles bovinas se recomienda utilizar 10% de granofín F 90, ya que se consigue fortalecer la estructura fibrilar del colágeno y de esta manera se mejora la calidad del cuero llegando a elevar su clasificación.
- Utilizar mayores niveles de granofín F 90, para mejorar las calificaciones en el examen sensorial del cuero de tal manera que el artesano y consumidor dispongan de un material muy natural, suave y con una buena caída ideal para la confección de vestimenta de primera calidad.
- Realizar la curtición ecológica de pieles de otras especies que no sean las bovinas que muchas veces son escasas en nuestro país y su precio puede ser sumamente elevado, por lo tanto al utilizar pieles ovinas, caprinas y de especies menores se resuelve este problema y sobre todo se cuida del ambiente, evitando la utilización del curtiente mayormente contaminante como es el cromo.
- Se recomienda utilizar 10% de curtiente granofín F 90, ya que los beneficios económicos son más elevados que el de otras actividades similares, al obtenerse márgenes del 24 al 41%, que son atractivos tanto en el aspecto económico como del cuidado del planeta.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
3. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2007. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
4. GANSSER, A. 2006. Manual del Curtidor, 4a.ed. Barcelona-España. Edit Gustavo Gili S.A. pp 12 – 15
5. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Gius. 1a ed. Barcelona, España. .Edit Sintes. S.A. pp 42 – 52.
6. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
7. CORDERO B. 2012. Tecnología de la Curtición. 1a ed. Cuenca, Ecuador. Sin editorial. Primer tomo. Pp 28-29, 30-42.
8. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
9. DELLMANN, H. 2009. Histología Veterinaria. Edit. Acribia, Zaragoza, España. pp 485-521.
10. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.

11. FONT, J. 2001. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12-18, 40-49, 52-58.
12. GANSSER, A. 2006. Manual del Curtidor, 4a.ed. Barcelona-España. Edit Gustavo Gili S.A. pp 12 – 15.
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. GRUNFELD, A. 2008. Remojo de pieles lanares para doble faz. T.C.Andrés Montevideo-Uruguay. Edit AUQTIC. Av.Italia. pp 62 - 71
16. <http://www.lapiel.com>..2014. Bartolini, P. Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución.
17. <http://www.meigaweb.com>. 2014. Borrás, D. Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida.
18. <http://www.biblioteca.org.ar>. 2014. Gähr, F. Contaminación producida por el zink en las curtiembres.
19. <http://www.monografias.com>. 2014. Armendariz, A. Contaminación por plomo en las curtiembres.
20. <http://www.gea.com.uy>. 2014. Tomasin, A. Contaminación por cromo en las curtiembres.
21. <https://www.inspiration.org>. 2015. Agraz, G. Como se realiza el desencalado y rendido de las pieles bovinas.

22. <http://www.pagina12.com.ar>. 2014. Alves, J. Efectos negativos de la presencia de contaminantes en el los efluentes de las curtiembres.
23. <http://wwwes.scribd.com>. 2014. Caleta, O. Como se realiza el piquel de las pieles bovinas.
24. <http://www.chem.unep.ch/mercury>. 2014. Bouchard, J. Como se realiza el remojo y pelambre de las pieles bovinas.
25. <http://www.ambiental.net>. 2015. Bartolini, P. Métodos de Curtición de las pieles bovinas.
26. <http://wwwtilz.tearfund.com>. 2014. Jiménez, L. Curtición al cromo de alto agotamiento.
27. <http://wwwtilz.tearfund.com>. 2014. Hermanutz, F. Hidratación de iones de la piel bovina.
28. <http://www.worldlingo.com>. 2014. Centro de Investigación y Tecnología del Cuero.
29. <http://www.p2pays.cromo.org>. 2014. Luneti, P. Diferentes Secciones de la piel bovina.
30. <http://www.casaquimica.com>. 2014. Oppermann, W. Como se realiza el remojo y pelambre de las pieles bovinas.
31. <http://www.coselsa.com>. 2014. Vandevivere, P. procesos de curtición de las pieles bovinas.
32. <http://wwwforos.hispavista.com>. 2014. Verstraete, W. Características de la dermis y el tejido subcutáneo de la piel.

33. <http://www.cueronet.com>. 2014. Eucerín, E. Características químicas de la piel bovina.
34. <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel>. 2014. Cartagena, A. Características de la piel bovina.
35. <http://www.milksci.unizar.es>. 2014. Rodríguez, P. Estudio de la estructura de la piel.
36. <http://www4.ujaen.es>. 2014. Saldarriaga, L. Características de la epidermis de la piel bovina.
37. <http://www.webs.uvigo.es> 2014. Verstraete, W. Definición de colágeno de la piel.
38. <http://www.indigoquimica.net>. 2014. Vulliermet, B. Tipos de hinchamiento en la piel bovina.
39. <http://www.bdigital.unal.edu.co>. 2014. Zachara, M. Composición del colágeno de la piel bovino.
40. http://www.cueronet.com/tecnica/div_superficie.htm. 2014. Torstent, A. Teoría química del hinchamiento de la piel.
41. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
42. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
43. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.

44. LULTCS, W. 2003. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp , 9, 11, 25, 26, 29,
45. MORERA, J. 2007. Química Técnica de Curtición. 2ª Edición. Igualada, España. Editorial Escuela Superior de Adobería. Editorial CETI. pp. 16-18.
46. OLLÉ, LL. (2003), Técnicas especiales de curtido. 1a ed. Igualada, España. Sn. Pp. 129-136.
47. PORTAVELLA, M. 2005. Tenería y medioambiente, aguas residuales. Vol 4. Barcelona, España. Edit CICERO. pp .91,234,263.
48. RIECHE, A. 2006. Química orgánica. 1a ed. Igualada. España. Edit. Dorssat, pp, 78-86.
49. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12, 45, 97,98.
50. STRYER, L. 2005. Bioquímica. 2 a. ed. Barcelona, España. Edit. Reverté S.A. pp 12 – 16

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos.

Nivel	Rep.	Tensión	Elongación	Encogimiento	Llenura	Blandura	Redondez
8	1	1372,86	67,50	85	3	4	3
8	2	1236,92	62,50	86	4	3	3
8	3	897,33	70,00	85	3	4	4
8	4	850,77	72,50	85	4	4	3
8	5	825,71	57,50	86	4	4	4
8	6	1334,67	75,00	85	4	3	4
8	7	1133,33	57,50	85	4	4	3
8	8	1490,00	72,50	85	3	4	3
9	1	949,23	60,00	86	4	4	4
9	2	1330,91	60,00	86	3	5	4
9	3	1028,33	60,00	85	4	4	3
9	4	1300,00	65,00	86	3	3	4
9	5	1069,09	67,50	86	5	4	5
9	6	1061,67	65,00	86	4	4	5
9	7	1592,31	70,00	86	5	4	4
9	8	1567,27	62,50	87	5	5	5
10	1	1130,77	65,00	87	5	5	4
10	2	1190,77	75,00	86	4	5	5
10	3	1568,33	80,00	86	5	5	5
10	4	1688,33	65,00	86	5	4	5
10	5	1126,67	65,00	87	5	5	5
10	6	1827,27	72,50	86	5	4	5
10	7	1096,92	70,00	86	5	5	4
10	8	1532,73	77,50	87	5	4	5

Anexo 2. Resistencia a la tensión de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	1372,86	1236,92	897,33	850,77	825,71	1334,67	1133,33	1490,00
9%	949,23	1330,91	1028,33	1300,00	1069,09	1061,67	1592,31	1567,27
10%	1130,77	1190,77	1568,33	1688,33	1126,67	1827,27	1096,92	1532,73

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	1752735,91	76205,91					
Tratamiento	2	260409,22	130204,61	1,83	3,47	5,78	0,185	ns
Error	21	1492326,68	71063,18					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de GRANOFÍN F 90	Media	Grupo
8%	1142,70	a
9%	1237,35	a
10%	1395,22	a

Anexo 3. Porcentaje de elongación de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	67,50	62,50	70,00	72,50	57,50	75,00	57,50	72,50
9%	60,00	60,00	60,00	65,00	67,50	65,00	70,00	62,50
10%	65,00	75,00	80,00	65,00	65,00	72,50	70,00	77,50

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	911,46	39,63					
Tratamiento	2	227,08	113,54	3,48	3,47	5,78	0,049	*
Error	21	684,38	32,59					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de Granofín F 90	Media	Grupo
8%	66,87	b
9%	63,75	b
10%	71,25	a

Anexo 4. Temperatura de encogimiento de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	85,00	86,00	85,00	85,00	86,00	85,00	85,00	85,00
9%	86,00	86,00	85,00	86,00	86,00	86,00	86,00	87,00
10%	87,00	86,00	86,00	86,00	87,00	86,00	86,00	87,00

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	10,63	0,46					
Tratamiento	2	5,25	2,63	10,26	3,47	5,78	0,001	**
Error	21	5,38	0,26					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de Granofín F 90	Media	Grupo
8%	85,25	b
9%	86,00	ab
10%	86,38	a

Anexo 5. Llenura de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00
9%	4,00	3,00	4,00	3,00	5,00	4,00	5,00	5,00
10%	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	13,96	0,61					
Tratamiento	2	6,33	3,17	8,72	3,47	5,78	0,002	**
Error	21	7,63	0,36					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de Granofín F 90	Media	Grupo
8%	3,63	c
9%	4,13	b
10%	4,88	a

Anexo 6. Blandura de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00
9%	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	5,00
10%	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	9,33	0,41					
Tratamiento	2	3,08	1,54	5,18	3,47	5,78	0,015	*
Error	21	6,25	0,30					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de Granofín F 90	Media	Grupo
8%	3,75	c
9%	4,13	b
10%	4,63	a

Anexo 7. Redondez de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de Granofín F 90.

Granofín F90	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00
9%	4,00	4,00	3,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00
10%	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	14,63	0,64					
Tratamiento	2	7,75	3,88	11,84	3,47	5,78	0,0004	*
Error	21	6,88	0,33					

Separación de medias según Tukey.

Niveles de Granofín F 90	Media	Grupo
8%	3,38	c
9%	4,25	b
10%	4,75	a

Anexo 8. Receta de pelambre del cuero vacuno.

Peso de las pieles kg 175

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	Tº	Tiempo/ Minutos	
REMOJO	BAÑO	Agua	100	175		20	
		Botar baño					
	BAÑO	Agua	100	175		20	
		Botar baño					
Pelambre	BAÑO	Agua	100	175		40	
		Igualam	0,6	1,05			
		Enzimar	0,2	0,35			
		Humectante	0,2	0,35			
		Cal	0,5	0,86		40	
		Koramín NF	0.1	0,18			
		Sulfuro	1	1,75		60	
		Recuperación de pelo				50	
		Sulfuro	0.6	1,05		60	
		Cal	2,5	4,38		240	
	Coramín NF	0,15	0,26				
	Programar el bombo para que repose 2 horas, y ruede 5 minutos por toda la noche.						
	Botar el baño						
DESCARNADO Y DIVIDIDO							

Anexo 9. Desencalado de pieles bovinas.

PESO DE LAS PIELES 99 kg

Proceso	Operación	Producto	%	Peso/ kg	T° / c°	Tiempo/minutos	
Desencalado	Baño	Agua	200	198	35	20	
		Decalón	0,2	0,198			
		Diamol Epn	0,05	0,050			
	Botar Baño y Escurrir						
	Baño	Agua	30	29,7	35	90	
		Decalón	2	1,980			
		Diamol Epn	0.1	0,099			
Escurrir							
Purgado	Baño	Agua	20	19,8	35	60	
		Neosyn 3p (purga)		0,149			
	Escurrir						
	Baño	Agua	200	198	40	10 minutos	
	Botar baño						
	Baño	Agua	200	198	40	10 minutos	
Botar el Baño							

Anexo 10. Curtido con 8% de granofín F 90.

Peso de las pieles 36 Kg

Proceso	Operación	Producto	%	Peso/ kg	T°	Tiempo minutos	
Curtido	Baño	Agua	20	7,2	35	180	
		Granofin F 90	8	2,88			
		Grasa resistente	0,5	0,180			
	Dejar toda la noche						
	Baño	Agua	10	3,6	45	20	
		Agua	10	3,6	45	20	
		Agua	10	3,6	45	20	
		Agua	10	3,6	45	240	
		Agua	40	14,4	45	60	
	Ecurrir y Lavar bien						
Cuero Easy White y Perchar y Raspar							
Peso de las pieles : 16 Kg							
Recurtido y tinturado atravesado	Baño	Agua	200	32	35	20	
		Humectante	0,2	0,032			
		Acido Oxálico	0,2	0,032			
	Botar el Baño						
	Baño	Agua	100	16	35	20	
		Anilina Negra	0,3	0,048		5	
	Baño	GTW	2	0,320		20	
	Baño	Granofin F 90	3	0,480		30	
		Formiato	1	0,160			
		Derminol LSG	3	0,480			
	Baño	Bicarbonato de amonio	1,5	0,240		50	
	Ecurrir y Lavar						
	Baño	Agua	100	16		60	
		Coralon OT	2	0,320			
		Tergotan RE 50-20	2	0,320			
		Tanicor RE 34	2	0,320			
		Anilina Negra	2	0,320			
		Ácido Fórmico	0,6	0,096			20
	Engrase	Baño	Agua	150	24	65	5
			Lanolina	3	0,480		60
Derminol N 11			6	0,960			
Derminol LSG			7	1,120			
Sulfitado			3	0,480			
PMB			2	0,320			
Ácido fórmico			1	0,160		30	
Perchar por dos días							

Anexo 11. Curtido con 9% de granofín F 90.

Peso de las pieles 28 kg

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	PESO/ Kg	T°	TIEMPO MINUTOS	
Curtido	Baño	Agua	20	5,6	35	180	
		Granofin F 90	8	2,52			
		Grasa resistente	0,5	0,140			
	Dejar toda la noche						
	Baño	Agua	10	2,8	45	20	
		Agua	10	2,8	45	20	
		Agua	10	2,8	45	20	
		Agua	10	2,8	45	240	
		Agua	40	11,2	45	60	
	Ecurrir y Lavar bien						
Cuero Easy White y Perchar y Raspar							
Peso de las pieles : 10 Kg							
Recurtido y tinturado atravesado	Baño	Agua	200	20	35	20	
		Humectante	0,2	0,020			
		Acido Oxálico	0,2	0,020			
	Botar el Baño						
	Baño	Agua	100	10	35	20	
		Anilina Negra	0,3	0,030		5	
	Baño	GTW	2	0,200		20	
	Baño	Granofin F 90	3	0,300		30	
		Formiato	1	0,100			
		Derminol LSG	3	0,300			
	Baño	Bicarbonato de amonio	1,5	0,150		50	
	Ecurrir y Lavar						
	Baño	Agua	100	10		60	
		Coralon OT	2	0,200			
		Tergotan RE 50-20	2	0,200			
		Tanicor RE 34	2	0,200			
		Anilina Negra	2	0,200			
		Ácido Fórmico	0,6	0,060			20
	Engrase	Baño	Agua	150	15	65	5
			Lanolina	3	0,300		60
Derminol N 11			6	0,600			
Derminol LSG			7	0,700			
Sulfitado			3	0,300			
PMB			2	0,200			
Ácido fórmico			1	0,100		30	

Anexo 12. Curtido con 10% de granofín F 90.

Peso de las pieles: 35 Kg

Proceso	Operación	Producto	%	Peso/ kg	T°	Tiempo minutos	
Curtido	Baño	Agua	20	7	35	180	
		Granofin F 90	8	3,5			
		Grasa resistente	0,5	0,175			
	Dejar toda la noche						
	Baño	Agua	10	3,5	45	20	
		Agua	10	3,5	45	20	
		Agua	10	3,5	45	20	
Agua		10	3,5	45	240		
Agua		40	14	45	60		
Ecurrir y Lavar bien se produjo Cuero Easy White y luego se Percho y Raspo							
Peso de las pieles : 14,2 Kg							
	Baño	Agua	200	28,4	35	20	
		Humectante	0,2	0,284			
		Acido Oxálico	0,2	0,284			
Botar el Baño							
Recurtido y tinturado atravesado	Baño	Agua	100	14,2	35	20	
		Anilina Negra	0,3	0,043		5	
	Baño	GTW	2	0,284		20	
	Baño	Granofin F 90	3	0,426		30	
		Formiato	1	0,142			
		Derminol LSG	3	0,426			
	Baño	Bicarbonato de amonio	1,5	0,213		50	
	Ecurrir y Lavar						
	Baño	Agua	100	14,2		60	
		Coralon OT	2	0,284			
Tergotan RE 50-20		2	0,284				
Tanicor RE 34		2	0,284				
Anilina Negra		2	0,284				
Ácido Fórmico		0,6	0,086		20		
Engrase	Baño	Agua	150	21,3	65	5	
		Lanolina	3	0,426		60	
		Derminol N 11	6	0,852			
		Derminol LSG	7	0,994			
		Sulfitado	3	0,426			
		PMB	2	0,284			
		Ácido fórmico	1	0,142		30	

Anexo 13. Aplicación del acabado.

Pintura

Producto	Cantidad	Tº
Agua	1350	Ambiente
Napa (Compacto)	1200	Ambiente
Pigmento Negro, Castaño oscuro, castaño dorado	450	

Acabado

Producto	
Solvente	2100
Laca semibrillo	900