



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

**“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON LA UTILIZACIÓN DE UN TANINO
CATIÓNICO *Castanea sativa* Y TRES NIVELES DE CROMO (3 %, 4 % Y 5 %)”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO EXPERIMENTAL
Previo a la obtención del título de
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:
EVELYN PAOLA SIGUENCIA YUPA**

**RIOBAMBA– ECUADOR
2018**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal:

Ing. Tatiana Sanchez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. MC. Manuel Enrique Almeida Guzman.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 5 Junio del 2018.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Evelyn Paola Siguencia Yupa declaro que el presente Trabajo de Titulación **“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON LA UTILIZACIÓN DE UN TANINO CATIONICO *Castanea sativa* Y TRES NIVELES DE CROMO (3%, 4% Y 5%)”** es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Trabajo de Titulación.

Evelyn Paola Siguencia Yupa

0606047850

Riobamba, 5 de Julio del 2018.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por acogerme durante mi vida estudiantil en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias, carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias por la educación brindada en mi formación profesional y humana con docentes de calidad.

A mi Madre María Siguencia por permitirme volar alto y lograr mis objetivos y por ser esa mujer valiente y guerrera que ha luchado incansablemente por el bienestar de sus hijos, Gracias Madrecita.

A mis hermanos Juan y Joselyn muchas gracias por estar ahí siempre a mi lado y ser ese sostén que me impulso a seguir siempre adelante, Los quiero mucho.es

Al Sr. Joaquín Lara y Sra. Betty Gamboa por abrirme las puertas de su casa y brindarme su apoyo y consejos, Gracias.

Paola Siguencia.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme llenado de sabiduría, paciencia y constancia a lo largo de toda mi vida estudiantil y permitirme llegar a este momento tan especial superando los obstáculos y dificultades.

A los dos grandes amores de mi vida *Enrique Gabriel* y *Enrique Fidel*. LOS AMO
MUCHO.

Paola Sigüencia.

CONTENIDO

N°	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	vii
Lista de fotografías	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL	3
1. <u>Anatomía de la piel</u>	3
2. <u>Partes de la piel en bruto</u>	5
3. <u>Tipos de pieles</u>	7
B. PIELES OVINAS	7
1. <u>Aspectos estructurales de la piel ovina</u>	8
2. <u>Composición química de la piel ovina</u>	8
C. PUNTO ISOELÉCTRICO	9
D. DEFECTOS DE LAS PIELES OVINAS	10
1. <u>Defectos críticos</u>	10
2. <u>Defectos mayores</u>	10
3. <u>Defectos menores</u>	11
E. CURTICIÓN	11
F. TIPOS DE CURTIDO	12
1. <u>Curtido al cromo</u>	12
2. <u>Curtido a un solo baño</u>	13
3. <u>Curtición al aluminio</u>	13
4. <u>Curtición vegetal</u>	13
5. <u>Diagrama del proceso de curtido</u>	14
G. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	15
1. <u>Ribera</u>	15
a. Remojo y lavado	16

b.	Encalado y apelmbrado	16
c.	Descarnado	<u>17</u>
d.	Depilado y dividido	18
2.	<u>Curtido</u>	18
a.	Desencalado	19
b.	Rendido o Purgado	19
c.	Piquelado y desengrasado	20
d.	Curtido	21
e.	Dividido y Raspado	21
f.	Recurtido	22
g.	<u>Tinturado y acabado</u>	23
H.	CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS CURTIEMBRES	25
I.	DESCRIPCIÓN DE LA NOCIVIDAD DEL CROMO	25
1.	<u>Cromo</u>	26
2.	<u>Toxicología del cromo</u>	27
3.	<u>Impacto del cromo en la salud</u>	27
4.	<u>Cromo sin fijar</u>	28
J.	TANINOS VEGETALES	28
K.	TANINO CATIONICO	29
1.	<u>Estructura de un tanino catiónico</u>	30
L.	CASTANEA SATIVA (CASTAÑO)	31
1.	<u>Características de los taninos de la <i>Castanea sativa</i>, (Castaño)</u>	31
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	34
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	34
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	34
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	35
1.	<u>Materiales</u>	35
2.	<u>Equipos</u>	35
3.	<u>Insumos</u>	35
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	37
1.	<u>Resistencia física</u>	37
2.	<u>Comportamiento sensorial</u>	38

3.	<u>Análisis económico</u>	38
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	38
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1.	<u>Para los procesos de ribera</u>	39
2.	<u>Pelambre por embadurnado y en bombo</u>	39
3.	<u>Procesos para el curtido</u>	40
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	40
1.	<u>Resistencia física</u>	40
a.	Resistencia a la tensión	40
b.	Porcentaje de elongación	41
c.	Temperatura de encogimiento del cuero	42
2.	<u>Comportamiento sensorial del cuero</u>	43
a.	Tacto	43
b.	Llenura	43
c.	Lisura	44
3.	<u>Análisis económico</u>	44
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	45
A.	EVALUACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO CURTIDOS CON 3,5 % DE TANINO CATIÓNICO CASTANEA SATIVA Y TRES NIVELES DE CROMO	45
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	45
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	48
3.	<u>Temperatura de contracción</u>	49
B.	EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS SENSORIALES DEL CUERO OVINO CURTIDO CON 3,5 % DE TANINO CATIÓNICO CASTANEA SATIVA Y TRES NIVELES DE CROMO	51
1.	<u>Tacto</u>	51
2.	<u>Llenura</u>	54
3.	<u>Lisura</u>	55
C.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	56
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	58

VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	59
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	60
	ANEXOS	

RESUMEN

En el Taller de curtiembre de Pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtición con diferentes niveles de cromo (3%, 4% y 5%) en combinación con un tanino catiónico *Castanea sativa* (3.5%) en la obtención de cuero para vestimenta, utilizando 24 pieles ovinas que fueron distribuidas en 4 tratamientos y 6 repeticiones. Moldeadas con un diseño completamente al azar. Los resultados de análisis de las resistencias físicas determinaron que la mejor resistencia a la tensión (1287.77 N/ cm²) se obtuvo en el tratamiento control que se curtió con el 7% de cromo (T0). Mientras tanto que el mayor porcentaje de elongación (55,42 %) fue con 5% de cromo y 3.5% de tanino catiónico (T3) , cumpliendo con las normas técnicas establecidas, en cuanto que la mayor temperatura de contracción (91.67°C) se obtuvo con el 3 % de cromo más 3.5% de tanino catiónico (T1) . La mejor ponderación de tacto (5 puntos) y llenura (5 puntos), se consigue al curtir con 5% de cromo más el 3.5% de tanino catiónico (T3), mientras que la mejor lisura (5 puntos) es alcanzada por el tratamiento control (T0) .La mayor rentabilidad se consigue al trabajar con 3% de cromo y 3.5% de tanino catiónico (T1) ya que la relación beneficio costo fue de 1,25; es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 25 centavos que resulta satisfactoria para los actuales momentos de la economía, a más del valor agregado en el cuidado ambiental.

Palabras clave: Curtición; cromo; tanino catiónico; tensión; elongación; contracción; tacto; llenura; lisura

ABSTRACT

In the tannery atelier of the FC, of the ESPOCH, the tanning was evaluated with different levels of chromium (3 %, 4 %, 5 %) in agreement with a cationic tannin *Castanea sativa* (3.5 %) in obtaining leather for clothing, using 24 sheepskins that were distributed in 4 treatments and 6 repetitions. Molded with a completely random design. The results of the analysis of the physical resistances determined that the best resistance is the tension (1287.77 N/cm²) was obtained in the control treatment that was tanned with 7 % chromium (T0). Meanwhile, the highest elongation percentage (55.42 %) was with 5 % chromium and 3.5 % cationic tannin (T3), complying with the established technical norms, in that the highest contraction temperature (91.67 °C) it was obtained with 3 % chromium plus 3.5 % cationic tannin (T1). The best ponderation of touch (5 points) and fullness (5 points) is achieved by tanning with 5% chromium plus 3.5 % cationic tannin (T3), while the best smoothness (5 points) is achieved by the treatment control (T0). The highest profitability is achieved by working with 3 % chromium and 3.5 % cationic tannin (T1) since the cost benefit ratio was 1.25; that is, for each dollar invested, a 25 cents profit is expected, which is satisfactory for the current moments of the economy, plus the value added in environmental care.

Key words:

Tanning; chromium; Cationic tannin; tension; elongation; contraction; tact; Fullness; smoothness.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	TIPOS DE PIELES.	6
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	34
3.	ESQUEMA DE EXPERIMENTO.	37
4.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).	38
5.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO CURTIDOS CON 3,5 % DE TANINO CATIONICO CASTANEA SATIVA Y TRES NIVELES DE CROMO (3 %, 4 % Y 5 %).	46
6.	EVALUACION DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO OVINO CURTIDO CON 3,5 % DE TANINO CATIONICO CASTANEA SATIVA Y TRES NIVELES DE CROMO.	52
7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	57

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Esquema de las zonas de una piel fresca.	5
2.	Corte de la piel de un ovino de raza Ideal de 1 año de edad, región dorsal anterior, mostrando los folículos pilosos.	8
3.	Diagrama del proceso de curtido.	14
4.	Estructura de un tanino catiónico.	30
		51

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

N°		Pág.
1.	Esquema de las zonas de una piel fresca.	5
2.	Corte de la piel de un ovino de raza Ideal de 1 año de edad, región dorsal anterior, mostrando los folículos pilosos.	7
3.	Diagrama del proceso de curtido.	13
4.	Estructura de un tanino catiónico.	29

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Remojo y embardurnado de pieles ovinas para la confección de vestimenta.
2. Pelambre de pieles ovinas para confección de vestimenta.
3. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta.
4. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta.
5. 5. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta.
6. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta.
7. Rehumectación, recurtido, tinturado y engrase de las pieles ovinas para vestimenta.
8. Resistencia a la tensión de los cueros ovinos curtidos con 3,5 % de tanino catiónico y diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5 %).
9. Porcentaje de Elongación de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)
10. Temperatura de Ebullición de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)
11. Tacto de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)
12. Llenura de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)
13. Lisura de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)
14. Kruskall Wallis de las variables sensoriales del cuero ovino utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%).

I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza pródiga en encantos y belleza ha dotado al reino vegetal y animal de una variedad tan infinita y múltiple que el hombre al contemplarla no puede mas que expresar su admiración y respeto, el estudio de todas estas especies y principalmente los animales reporta grandes beneficios y utilidades a la humanidad pero no siendo posible en todos los casos consérvalos en el estado vivo , la necesidad, madre de todos los inventos, hizo que el hombre descubriese el medio de dar a esas especies apariencias de vida en sus formas y aptitudes habituales.

El proceso de curtido es responsable de alterar parcialmente la composición, estructura y las propiedades del cuero, es necesario distinguir este material de la simple piel animal, que curada fue también un recurso utilizado en la Prehistoria, se le considera una técnica adquirida en una etapa muy posterior. Es un hecho demostrado que, de no ser por este material, el ser humano habría sido incapaz de sobrevivir a las distintas glaciaciones que han assolado el planeta. Pero para su buena conservación no basta solo con ponérsela por encima: es necesario tratarla. Lo cual no quita que esta “industria” tuviera unos orígenes profundamente simples. Es el proceso mediante el cual se convierten las pieles en un material que se conserva a través del tiempo y posee características de flexibilidad, resistencia y belleza que le da gran valor comercial y estético.

En el proceso de transformación de pie a cuero se estabiliza el colágeno utilizando un agente tanino adecuado, algún mineral o una sustancia vegetal y un aldehído. La dificultad que presenta el uso de sales de cromo en el curtido es la cantidad de curtiente que no se fija, y que permanece principalmente en el agua residual del proceso. En las aguas de desecho de los procesos de curtición, existe principalmente en su estado trivalente, sin embargo, es fácilmente oxidado a forma hexavalente, que cromo es elevadamente tóxica, por lo que es necesario implementar en el proceso nuevas tecnologías que permitan mayor fijación de este metal. Por todo lo anterior es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar el control ambiental de los efluentes de curtiembres, capaces de extraer los metales contaminantes presentes y poder reutilizarlos en los procesos

industriales. En este trabajo se presenta un método alternativo de remoción, donde se utiliza un tanino catiónico. Las aguas residuales son una de las preocupaciones principales de la industria de curtidos, tanto desde un punto de vista medioambiental, como por las exigencias, cada vez más restrictivas, de las administraciones gubernamentales. A nivel mundial, la industria del curtido es una de las más contaminantes y año a año debe invertir considerables sumas de dinero para tratar sus efluentes para así cumplir con los parámetros ambientales y evitar sanciones de tipo económico o jurídico bien establecidas. En el Ecuador, la situación de las empresas de curtiembre no es la excepción del escenario internacional.

Es por todo lo mencionado que actualmente se buscan alternativas de curtido limpio y lo que la presente investigación propone es la utilización de productos de origen vegetal como son los taninos y en este caso se empleara un tanino catiónico que tiene como propiedad el ser floculante y permite un mayor porcentaje de fijación del cromo en el cuero y una reducción del cromo sin fijar en aguas residuales. En la actualidad se está incursionando en escenarios de aprovechamiento legal y de utilización de reactivos naturales, no contaminantes para la producción de artesanías de cuero. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron

- Curtir pieles ovinas con la utilización del tanino catiónico "*Castanea sativa*" (castaño), y tres niveles de cromo (3 %, 4 % y 5 %).
- Analizar las características sensoriales del cuero ovino destinado a la confección de calzado femenino que fue curtido con 3,5 % de tanino catiónico "*Castanea sativa*" (Castaño), y tres niveles de cromo (3 %, 4 % y 5 %).
- Determinar el nivel adecuado de cromo que en combinación con un nivel (3,5 %) de Tanino Catiónico "*Castanea sativa*" tiene mayor porcentaje de fijación en el cuero, y conocer su influencia sobre las resistencias físicas del cuero ovino.
- Evaluar la rentabilidad de la curtición de pieles ovinas a través del indicador económico beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PIEL

Hidalgo, L. (2004), indica que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales, es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con 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 y eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas y proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

Lancera, A. (1993), menciona que el grosor y color de la piel depende de la edad y especie de los animales y se encuentra unida a la parte subyacente por las capas del tejido subcutáneo.

1. Anatomía de la piel

Feldhamer, G. (2003), manifiesta que la piel tiene 3 tejidos o capas, la primera es la capa externa o llamada epidermis, la segunda es la capa interna o llamada dermis y la tercera es el estrato subcutáneo que es una capa de grasa que sirve de protección y para evitar las pérdidas de calor, es un complejo sistema de tejidos superpuestos en estratos que sirve a todos los animales para protegerlos de las condiciones medioambientales.

- **Epidermis:** La epidermis es una capa delgada y estratificada. Aproximadamente representa el 1 % del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre o embadurnado. La epidermis es la capa exterior de la piel, o membrana epitelial que cubre el cuerpo de los animales (los pelos, plumas, cuernos, uñas, garras y pezuñas son producciones de la epidermis). Está formada por 4 capas y en ella podemos encontrar 4 tipos celulares: queratinocitos, melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel.
- **Dermis:** la dermis es la capa intermedia de la piel, ubicada entre la más superficial o epidermis y la más profunda o hipodermis. Es flexible fibrosa, retráctil, muy resistente y constituye el grueso principal de la piel y representa aproximadamente el 84 % del espesor total de la piel en bruto. En la dermis podemos encontrar fibras (colágeno, elásticas y reticular), células (fibroblastos, mastocitos y macrófagos), elementos vasculares, neurales y anexos (pelos, glándulas ecrinas, apocrinas y sebáceas). La dermis presenta 2 regiones, funcional y metabólicamente distintas que son: dermis papilar y dermis. Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágenos finales y orientados preferentemente según un eje perpendicular. Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.
- **Estrato subcutáneo:** La endodermis constituye aproximadamente el 15 % del espesor total de la piel en bruta y se elimina mecánicamente durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas. Es la parte correspondiente al tejido adiposo y se encuentra bajo la dermis.

2. Partes de la piel en bruto

Duga, L. (2000), manifiesta que en una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la capacidad. En el gráfico 1, se ilustran las tres 3 zonas de la piel que son:

- Crupón
- Cuello
- Faldas

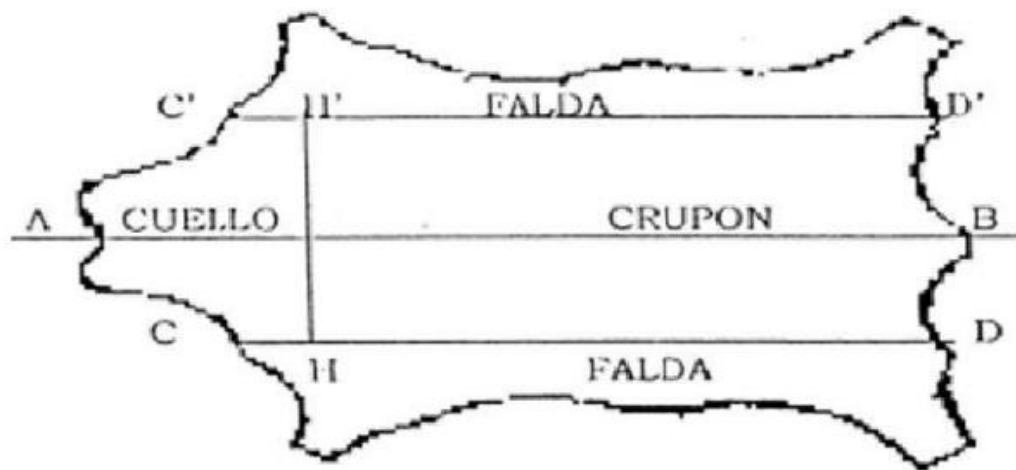


Gráfico 1. Esquema de las zonas de una piel fresca.

Hidalgo, L. (2004).

- Crupón: el crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor como en estructura dérmica. Es además es la más compacta y por lo tanto la más valiosa. Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca.
- Cuello: el cuello es la parte delantera donde se ubica la cabeza. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura bofa. la superficie presenta profundas arrugas que fueron tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal, la piel del cuello representa un 26 % del peso total de la piel.

- Faldas: las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor y compacidad. El peso de las faldas corresponde un 28 % del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado este se llama lado de la flor. El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama lado de la carne.

3. Tipo de pieles

Cabezoli, M. (2016), indica que la estructura de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo de la parte que se haya tomado como muestra tal y como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. TIPOS DE PIELES.

TIPO	ESPECIE DE ORIGEN	TAMAÑO	MASA Kg
I	Pieles saladas * de ovino, caprino porcino	Pequeños, Medianos, Grande	menor a 4,0 4,1 al 1,9 mayor a 12,0
II	Pieles saladas * de bovino y equino	Ligeros, Pequeños Medianos Grande	menor a 8,0 8,1 a 14,9 15 a 23,9 mayor a 24,0

* La masa fundamental de las pieles frescas debe ser mayor en un 20 % a la masa de las pieles saladas.

Fuente: Gansser, A. (2003).

B. PIELES OVINAS

Hidalgo, L (2004), menciona que a diferencia de lo que sucede con el ganado bovino, la mayoría de las razas ovinas se crían principalmente por su lana o para la obtención de carne como de lana, las pieles ovinas de más calidad las proporcionan aquellas razas cuya lana es de escaso valor

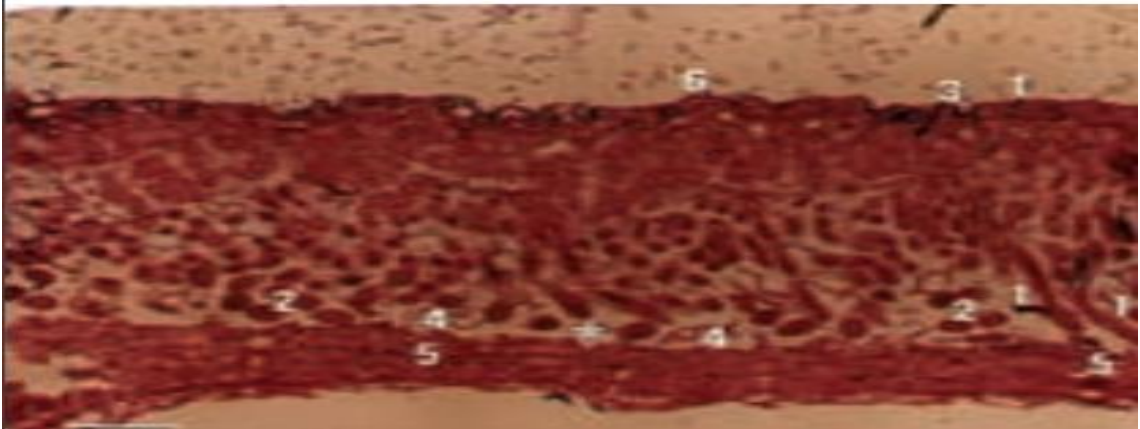
Sin embargo, Gansser, A. (2003), indica que entre los principales obstáculos que han frenado el desarrollo de la industria del cuero se basan en que la piel de ganado ovino, que procesa la curtiembre, presenta cualidades deficientes por la crianza y cuidado del ganado, transporte, camales, preservación, entre otros factores que no tienen ningún control estricto de calidad y por el contrario son actividades que se realizan de una forma arcaica y obsoleta. Esto afecta al proceso de curtido y al producto final, el cuero. Los ovinos poseen en la piel una estructura compuesta por folículos pilosos productores de fibras de lana y pelo.

1. Aspectos estructurales de la piel ovina

Soler, J. (2004), manifiesta que la piel estructuralmente está constituida de las siguientes partes, que se ilustran en el gráfico 2.

- **Epidermis:** Costa: el grosor de la epidermis en los ovinos varía según las regiones del cuerpo, siendo más gruesa donde se localizan los pelos y más delgada en los lugares cubiertos por lana.
- **Dermis:** está formada por dos capas no muy delimitadas: la primera es la papilar o termostática, que incluye los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas y, la segunda el músculo erector del pelo y la capa subyacente, denominada reticular por estar formada de haces de fibras de colágeno en disposición tridimensional recordando a una red.

- Tejido subcutáneo o endodermis (lado carne): Es la zona más interna que se une con el cuerpo del animal y constituye el 15 % del espesor de la piel en bruto. Se elimina en la operación de descarnado. Está formado por tejido conjuntivo laxo que está compuesto de grandes lóbulos de tejido graso, limitados por tabiques de fibras de colágeno delgadas y escasas fibras elásticas.



- (1). Bulbo piloso próximo a la dermis reticular (2), Glándulas sebáceas (3), Glándulas sudoríparas (4), Capa reticular (5), Capa epidérmica (6) Región de transición entre la capa termostática y reticular.

Gráfico 2. Corte de la piel de un ovino de raza Ideal de 1 año de edad, región dorsal anterior, mostrando los folículos pilosos.

Fuente: Soler, J. (2004).

2. Composición química de la piel ovina

Soler, J. (2004), manifiesta que la composición química de la piel ovina está formada por las siguientes partes:

- Agua: el porcentaje de agua de una piel ovina se puede estimar en un rango de 85 %- 88 %.
- Proteínas: las proteínas son el principal constituyente de la piel y se las puede clasificar en proteínas fibrosas escleroproteínas y proteínas globulares
- Las proteínas fibrosas son consideradas estructurales en la composición de la piel como es el colágeno, queratina y elastina.

- Las proteínas globulares son: albuminas; globulinas, prolaminas, histonas y protaminas.
- Grasas: el porcentaje de materia grasa depende esencialmente de las especies y su alimentación. En animales cuya alimentación se basa en concentrados, hay mayor proporción de grasa que en aquellos que se alimentan naturalmente. En general en caprinos y ovinos alcanza hasta el 2 % de grasa.

C. PUNTO ISOELÉCTRICO

Leach, M. (2005), menciona que como consecuencia del carácter anfótero que tiene la piel, su carga global varía con el pH del baño que se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxílicos se encuentran en su forma no disociada y la carga total es fuertemente positiva, por el contrario en baños muy básicos los grupos carboxílicos están disociados y su carga global es fuertemente negativa. Como estas variaciones de la carga global de la piel con relación al pH del baño la influencia del clima en particular de la temperatura es evidente en razón del protector que tiene la piel. La dieta influye sobre la salud del animal y por consiguiente sobre las características y calidad de la piel, cada raza proporciona unas pieles cuyas características son muy típicas, la influencia del sexo sobre la piel es importante, la piel es el reflejo del estado de salud del animal. El punto isoeléctrico de la proteína colágena es el punto donde ocurre el equilibrio entre las cargas de los grupos amino ($+H_3N$) y carboxílico (COO), y se sitúa en pH de aproximadamente 5.0. Con la disminución del pH, tenemos la disociación de los grupos amino, mientras que con el incremento del pH el grupo carboxílico sufre la disociación.

D. DEFECTOS DE LAS PIELES OVINAS

Calle, R. (2004), menciona que los defectos de las pieles son:

1. Defectos críticos

El mismo Calle, R. (2004), manifiesta que se consideran defectos críticos los que a continuación se indican:

- Endurecimiento
- Descomposición generalizada
- Calificación

2. Defectos mayores

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que se consideran defectos mayores los que a continuación se indican:

- Cicatrices
- Daños por hierro caliente
- Heridas o arañazos - perforaciones
- Sin trasquilar
- Afectación por ácaros
- Escoriaciones (arrastre)
- Marcas de sal
- Corrosiones químicas
- Piquetes y rayones
- Descomposiciones parciales
- Afectación por garrapatas
- Afectación por tumores o inflamaciones
- Manchas por falta de sal y caída parcial del pelo

Soler, J. (2004), señala que los defectos antes señalados se consideran como mayores, siempre que abarquen un área de 30 cm² o una longitud de 10 cm, para el Tipo I y, un área de 80 cm² o una longitud de 30 cm para el Tipo II.

3. Defectos menores

Cabezalí, M. (2004), manifiesta que se consideran defectos menores los que a continuación se indican:

- Afectaciones por enfermedades
- Afectación por piojos
- Afectación por insectos
- Desprendimientos
- Daños por orina o estiércol
- Mal desangre
- Partes secas
- Manchas de sal
- Manchas de herrumbre - manchas de sangre.

E. CURTICIÓN

Según González, J. y Flores, M. (2010), la curtición de las pieles tiene como objeto detener o evitar el proceso de putrefacción de estas. La curtición tiene lugar a través de taninos vegetales, sales minerales tales como cromo, aluminio, etc. y de curtientes sintéticos como por ejemplo los derivados fenólicos. Se denomina curtiembre al proceso de someter las pieles de animales a una serie de tratamientos con diversas sustancias llamadas curtientes y otras diversas operaciones, destinadas a producir en ellas modificaciones químicas y físicas, con el fin de convertirlas en material duradero, casi imputrescible, apenas permeable al agua y, a la vez, suave, elástico y flexible, o sea el cuero o la piel curtida

Soler, J. (2004), menciona que el proceso de curtido, en general, se puede dividir en tres etapas principales: ribera, curtido y terminación. Existen algunas variaciones según sea el tipo de piel, la tecnología disponible y las características finales a conseguir en el cuero. Las principales sub-etapas de ribera y curtido se realizan en grandes recipientes cilíndricos de madera llamados fulones. A estos recipientes se ingresan los cueros, el agua y los reactivos químicos necesarios, mientras que las sub-etapas de terminación ocupan equipos de acondicionamiento físico en seco.

F. TIPOS DE CURTIDO

1. Curtido al cromo

Merma, A. (2014), indica que el curtido de pieles con sales de cromo representa el 80% de la producción total de cueros en el mundo. Es muy difícil que este método pierda su liderazgo, debido a estas ventajas. Se le conoce también como wet blue (Cuero húmedo azul), en este punto se le puede guardar sin riesgo a que se pudra. Las ventajas que representa este método de curtición se puede enumerar como:

- Muy buen nivel de calidad constante y uniforme.
- Producción racional y acabado económicamente ventajoso.

2. Curtido a un solo baño

Lancera, A. (2003), reporta que la curtición a un solo baño consiste en curtir directamente, en una sola operación, con sales básicas de cromo trivalentes. Estas sales básicas de cromo trivalentes se pueden encontrar en forma de: combinaciones de cromo (es lo más utilizado) ya preparadas que se venden en forma líquida o atomizada, como el sulfato monobásico de cromo a partir de dicromato y un reductor a partir de alumbre de cromo y carbonato sódico como basificante

3. Curtición al aluminio

Amaya, A. (2004), manifiesta que la curtición con sales de aluminio es muy antigua. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es, en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo aldehydos, etc. La curtición mixta vegetal-aluminio se utiliza para la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación.

4. Curtición vegetal

Cruz, J. (2004), indica que el curtido vegetal es tan antiguo como la historia misma del hombre y es el que emplea sustancias curtientes vegetales, llamadas "taninos". El curtido vegetal surgió a partir de la observación que puso en evidencia que si una piel cruda se ponía en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas se manchaba y esas zonas que en principio se creían dañadas, finalmente resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están muy repartidos en la naturaleza (más de 400 variedades). Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales.

5. Diagrama del proceso de curtido

Hidalgo, L. (2004), indica que el flujograma del curtido se ilustra en el gráfico 3.

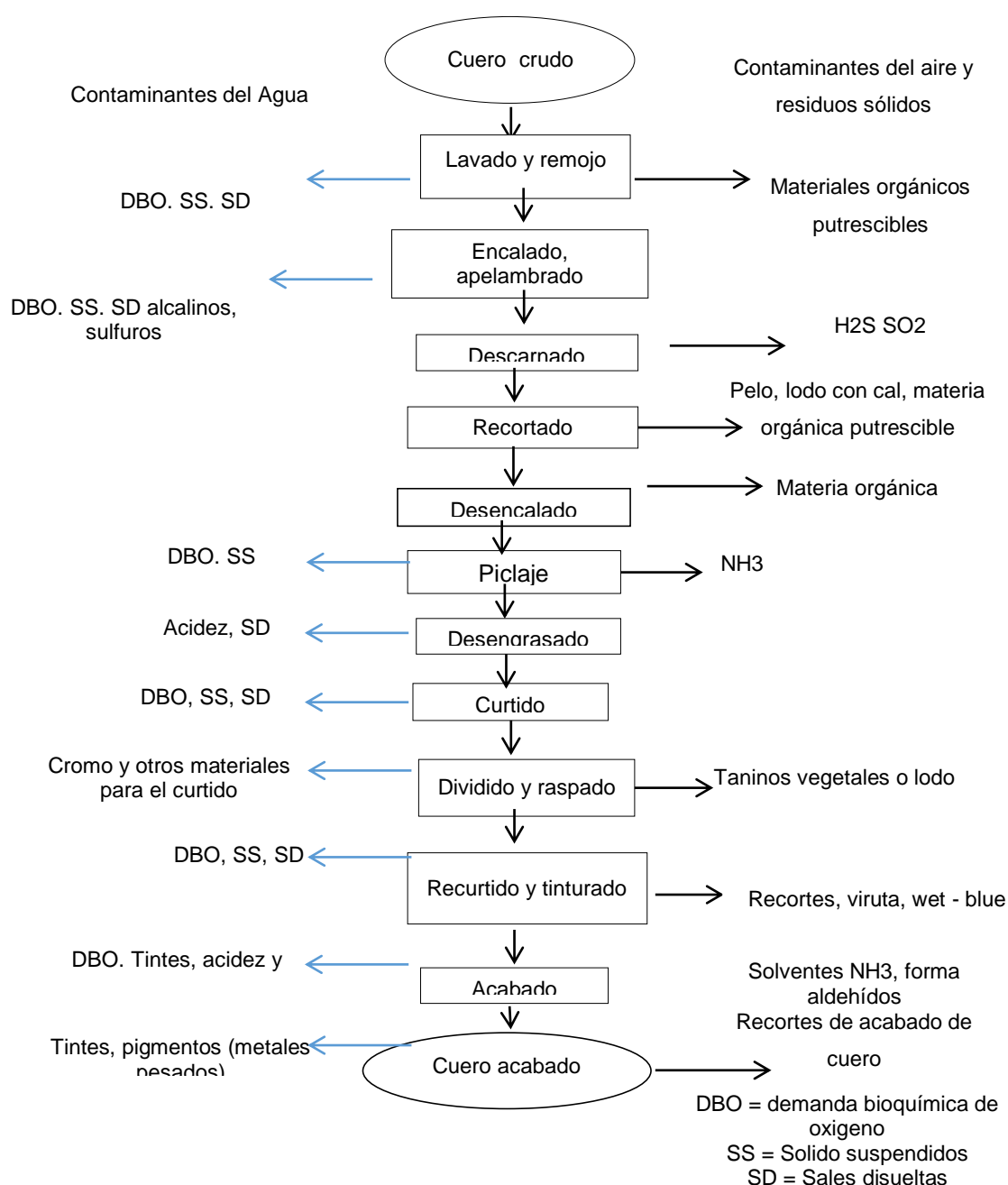


Gráfico 3. Diagrama del proceso de curtido.
Hidalgo, L. (2004).

G. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

1. Ribera

Cuberos, E. y Prieto, E. (2009), señala que en esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad, comprende las siguientes etapas:

- Almacenamiento y recorte de las pieles: Una vez separada la piel de la carne del animal, se procede a recortar la piel de las patas, cola, cabeza y genitales, según un procedimiento estándar. Luego la piel se somete a un procedimiento de conservación para evitar su degradación biológica. Los procedimientos más usados son el secado al aire y el salado con sal común. También se incluye el uso de productos químicos para evitar el ataque de insectos a la piel (NORMA ISO 14.000)

Isaza, J. (2007), reporta que existen tres sistemas principales de conservación que son el secado, el salado y el salmuerado.

- Secado: tiene la ventaja de constituir la forma más sencilla de conservación y es muy útil en zonas de clima tropical seco y zonas rurales de lugares poco desarrollados.
- Salado: se utiliza en climas templados. El tiempo de un salado correcto requiere de 21 días de estiba. Los cueros curados correctamente por salado se conservan hasta un año en lugares frescos.
- Salmuerado Los cueros descarnados se remojan en salmuera en tachos durante 48 horas a continuación se retiran los cueros y se escurren y después se agrega una pequeña cantidad de sal para protegerlos. El salmuerado permite la conservación por 6 meses aproximadamente.

a. Remojo y lavado

Játiva, S. (2009), menciona que los cueros que se reciben en el proceso llegan deshidratados ya sea por secado, salado o salmuerado por lo que resulta necesario remojarlos para ablandarlas, quitar sangre, tierra, estiércol, la sal además de facilitar la penetración de sustancias que provocan el esponjado de los cueros. En el remojo se realiza para devolverle a la piel su estado original, se hidratan las pieles secas se elimina la sal de la conservación, las proteínas globulares y otros elementos como la sangre, excretas y suciedad en general. En este proceso puede existir un cierto hinchamiento de la estructura fibrosa debido al hinchamiento osmótico. Se puede realizar solo con agua o añadiendo algún detergente, álcalis, enzimas y bactericidas para acelerar el proceso.

- Remojado de cueros y pieles verdes: se utiliza en cueros de animales recién faenados los cuales deben llegar a la curtiembre en unas pocas horas. Este material solo necesita un remojo breve que puede ser un simple lavado profundo antes de pasar al siguiente proceso.
- Reverdecimiento de cueros secos: Primero de debe desprender toda la sal suelta sacudiendo los cueros. En este momento debe evitarse la acción mecánica porque produciría la rotura por flexión de las fibras. El proceso de reverdecimiento debe extenderse por 72 horas cambiando el agua cada 24 horas. Deben efectuarse no menos de 3 o 4 cambios de agua, incluso cuando los cueros se noten blandos al tacto,

b. Encalado y apelmbrado

Hidalgo, L. (2004), menciona que la sustancia que se utiliza en este paso es la lechada de cal. El encalado se realiza a pH 12,5 y sirve para ablandar la epidermis mediante su accionar químico sobre las grasas, músculos, venas, nervios y glándulas produciendo el desprendimiento del pelo o lana. Al actuar sobre las fibras de colágeno, se produce el hinchamiento de las mismas y facilita la penetración de las materias curtientes. Los cueros sometidos a este proceso son sumergidos en bateas que contienen la lechada de cal por el término de 7 a 14 días hasta que el

pelo o lana se desprenda sin esfuerzo. Cuando se completa el encalado se observa una piel blanca, azulada, hinchada, gomosa y semi translúcida. La proporción utilizada para realizar la lechada es de 1kg de cal apagada cada 10 litros de agua. Soler, J. (2004), manifiesta que los métodos empleados para lograr el aflojamiento del pelo son de tipo químico o enzimático en la mayoría de ellos se aprovechan la escasa resistencia de las proteínas de la capa basal de la epidermis frente a las enzimas y a la capa basal de la epidermis frente a los sulfures. Por degradación hidrolítica estas proteínas protoplasmáticas como de las células del folículo piloso cornificados. El depilado químico en solución se efectúa principalmente con productos que suministran iones SH o por ejemplo Hidróxido de calcio y otros como el de amonio, bario o estroncio mediante sulfures, por ejemplo: Sulfuro Sódico, Calcio, Sulfhidrato cálcico, Sulfures alcalinos. Pues que al mismo tiempo se produce el depilado tiene lugar procesos de hinchamiento de aflojamiento en la estructura fibrosa de la piel, el técnico dispone con el apelmbrado valioso medio para determinar las características del cuero que desea obtener sin embargo una errónea conducción de los procesos de apelmbrado podrá llevarle a efectos que no siempre pueden compensarse en las frases de fabricación.

c. Descarnado

Lancera, A. (1993), menciona que en esta etapa se elimina de la piel, mediante cuchillas, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios), las grasas o cualquier otro elemento indeseado. El principal objeto de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo debiendo 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 de lo más regular posible para la adecuada realización de las operaciones que le siguen. El estado más apropiado para la realización del descarnado es con la piel en tripa debido a su constitución. La operación de descarnado la piel también puede efectuarse en la fase de remojo cuando se trata de pieles muy grasientas denominadas graminado. La piel para poder descarnar tiene que tener una consistencia análoga a la que una piel en tripa.

d. Depilado y dividido

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (2016), señala que el depilado no se realiza, cuando en el pelambre se trabaja con baños con alta concentración de sulfuro y buena agitación mecánica, pues con este procedimiento y un buen enjuague se elimina prácticamente todo el pelo de la piel. En el dividido se corta la piel depilada por la mitad de su espesor para producir dos capas. El dividido también se puede realizar después del curtido. El dividido tiene por objeto dividir en dos capas, que se denominan capa flor, la cual sirve para la fabricación de cuero flor, y la capa descarnada o raspa, la actual se utiliza para la fabricación de gamuzas, descarnes, etc.

2. Curtido

Lancera, A. (1993), explica que el curtido tiene la función de estabilizar de forma irreversible la piel e involucra diversas operaciones. Como el proceso de depilado se realiza en un medio alcalino y el curtido en un medio ácido, se debe llevar adelante una serie de procesos que lleven al cuero a un pH 7. Estos procesos son el desencalado, purgado y piclado. Al término de este proceso, la piel convertida en tripa es conocida como wet blue y posee ciertas características tales como:

- Estabilidad frente a la degradación enzimática y aumento de la resistencia frente a productos químicos.
- Aumento de la temperatura de encogimiento y de la estabilidad en agua caliente.
- Disminución o anulación de la capacidad de hinchamiento.
- Aumento de las propiedades de resistencia.
- Disminución de la densidad por el aislamiento de las fibras.
- Disminución de la deformabilidad.
- Disminución del encogimiento en volumen, superficie y grosor.
- Aumento de la porosidad de las fibras de colágeno.

a. Desencalado

Hidalgo, L. (2004), indica que en el desencalado se enjuaga varias veces los cueros en agua limpia y se los deja en remojo durante 1 día con el fin de eliminar la mayor cantidad de cal posible y productos alcalinos del interior del cuero y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. Es conveniente en esta operación una elevación de la temperatura para reducir la asistencia que las fibras hinchadas oponen a la tensión natural del tejido fibroso esto hace que disminuirá suficientemente la histéresis del hinchamiento. El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura y efecto mecánico.

- Productos usados: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fórmico
- Factores que influyen: agua, grosor de la piel, temperatura, efecto mecánico, tiempo, Tipo de pelambre y calero.

b. Rendido o Purgado

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (2016), menciona que el rendido es un proceso enzimático que permite un aflojamiento y ligera peptización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que limpia la piel de restos de proteínas, pelo y grasa que hayan quedado de los procesos anteriores. Se usan enzimas proteasas absorbidas sobre aserrín de madera y agentes desencalantes (cloruro de amonio). El rendido se puede realizar en los mismos recipientes de encalado o en uno distinto

Prado, M. y Contreras, F. (2010), reportan que la acción de las enzimas proteolíticas sobre el colágeno consiste en una degradación interna de las fibras colagénicas sin producirse productos de fibras colagénicas ni productos de solubilidad. Esta degradación debilita de tal forma el amoniaco del baño que lo transforma en una solución tampón de alcalinidad inferior a del amoniaco. Se puede utilizar los siguientes productos; Ácido bórico y sulfúrico, bisulfito, azúcar y melazas.

Los factores que dependen del rendimiento son:

- Cantidad de rindiente
- Tipo de rindiente
- pH de trabajo
- Agua
- Tipo de calero
- Tipo de piel
- Grosor de piel.
- Temperatura.

c. Piquelado y desengrasado

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el piquelado se utiliza en el curtido con cromo, con el fin de eliminar totalmente el álcali que queda en la piel. En este proceso se acidifica la piel lo suficiente, de manera que se evite la precipitación de sales de cromo insoluble en las fibras del cuero durante el curtido. Se usan sales como: cloruro y sulfato de sodio y ácidos como: sulfúrico y fórmico. Durante esta operación las pieles alcanzan el pH requerido para el curtido con cromo (pH 2.8 a 3.5). Al proceso del piquel como un elemento de interrupción definitiva del efecto enzimático del rendimiento; además se prepara la piel para posterior operación de curtición mineral. En el Piquelado se produce también el ataque químico de las membranas de las células grasas especialmente en pieles muy grasientas. Tipo lana hay que hacer un Piquel muy ácido y posteriormente desengrasar. Los productos químicos utilizados en la fase del piquelado son:

- Sales: cloruros sódicos, sulfuros sódicos cloruros o sulfato amónico. formiato sódico y cálcico.
- Ácidos: ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico. ácido fórmico. ácido láctico.

Sttófel, A. (2003), reporta que el desengrasado se realiza en el curtido de pieles lanares, ya que estas poseen un alto contenido de grasa. Se puede realizar con agentes tensoactivos (jabones sódicos, detergentes sintéticos) o con disolventes orgánicos (kerosene, percloroetileno).

d. Curtido

Echeverri, J. (2004), indica que el curtido exclusivamente con sales de cromo o con estas conjuntamente con pequeñas cantidades de otros curtientes, usado para coadyuvar al proceso y no en cantidad suficiente para alterar su carácter esencial. La utilización de sales de cromo para el proceso del curtido en pieles de conejo, por su bajo costo y que aporta características deseables de suavidad a la piel terminada. La velocidad a la cual el curtido se desarrolla puede seguirse por determinación de la temperatura de encogimiento de la piel. El curtido imparte al material incremento 29 en la resistencia del cuero al calor. Si un pedazo de cuero sin curtir se coloca en un recipiente con agua, al calentar esta, se encoge en forma muy notoria por no tener resistencia al calor al no estar curtido. La temperatura a la cual se encoge el material se va incrementando a medida que la piel se va curtiendo. Cuando el cuero está completamente curtido puede soportar temperaturas de 100°C sin encogerse

e. Dividido y Raspado

Bacardit, A. (2005), menciona que 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 (alfombras por ejemplo), pieles en bruto y pieles secas, mientras que el raspado es una operación mecánica que iguala el espesor del cuero

f. Recurtido

Buxadé, E. (2006), indica que en el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos con el objeto de obtener un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación de tintura que no se han podido obtener con la sola curtición convencional. Los agentes recurtientes son: sales de cromo, recurtientes naturales y/o artificiales. La función del recurtido ha variado con el correr del tiempo sin embargo las ventajas que este procedimiento ofrece son:

- Igualación de las diferencias de grueso: Un cuero curtido únicamente al cromo muestra las diferencias naturales de grueso del cuero. Por esto hay el deseo de compensar las diferencias de grueso dándole más cuerpo al cuero principalmente en las partes más pobres en sustancia dérmica como los flancos.
- Ganancia en superficie después de secar en pasting: Mediante una recurtición un poco más fuerte, se pueden estirar los cueros más fuertes antes del secado Pasting sin perder sensiblemente grueso. Sin embargo, la ganancia en superficie puede ser de hasta 10 %.
- Menor soltura de flor: El cuero puro cromo, no recurtido, tiende a la soltura de flor al lijarlo o al secarlo por métodos modernos. Enriqueciendo la zona de flor con recurtientes de relleno y que den firmeza, puede evitarse este defecto.
- Lijabilidad de la capa de flor: Frecuentemente el rindbox se lija con mayor o menor profundidad por la parte flor. Esto se hace por dos motivos: por una parte para empequeñecer el poro grande y abierto del ganado vacuno, y por otra parte para eliminar parcialmente los numerosos daños de flor. Una eliminación total de daños profundos en flor, es posible sólo en algunos casos.
- Facilitar el acabado: El recurtido tiene gran importancia sobre la colocación del engrase y con ello sobre el poder absorbente del cuero. De esta forma puede ser influenciada la colocación y el anclaje del acabado con ligantes de polimerización.

- Fabricación de cueros grabados de flor: Con frecuencia se da al cuero un grabado de flor. Generalmente se da a la capa de flor un grabado de algún dibujo que se realiza con prensa hidráulica. En la fábrica de calzado se desea que esta flor grabada sea visible aún en el zapato hecho. En cuero puro cromo, o sea no recurtido, desaparece el grabado de flor con cierta facilidad. Por otra parte, el grabado de flor elimina numerosos defectos de flor. También permite la obtención de efectos de moda, y precio de venta más alto

Soler, J. (2004), menciona que con un recurtido adecuada, puede obtenerse un cuero de empeine lleno y liso aún a partir de materia prima de baja calidad. El precio de los productos de la recurtición puede ser compensado fácilmente, además, el cuero tiene menos pérdidas al manufacturarlo con lo que hay menos "recortes" (con esto entendemos los desperdicios que resultan al fabricar zapatos o artículos de cuero). Esta pérdida no debiera sobrepasar 10-15 % de la superficie inicial del cuero.

g. Tinturado y acabado

Bacardit, A. (2005), manifiesta que las pieles recurtidas son teñidas en fulones mediante colorantes ácidos o básicos. Consiste en un conjunto de operaciones cuya finalidad es conferirle al cuero determinada coloración, ya sea superficialmente, en parte del espesor o en todo el espesor para mejorar su apariencia, adaptarlo a la moda e incrementar su valor. De acuerdo a las necesidades se realizará:

- Un teñido de la superficie para igualación y profundo cubrimiento de defectos en la flor.
- Profundizar la coloración para disminuir las partes claras visibles
- Un teñido penetrado en el corte transversal del cuero para evitar claros cortes de los bordes.

Lancera, A. (1993), manifiesta que el cuero teñido y seco pasa por varias sub-etapas de acabado, los cuales le dan la presentación deseada según sea el tipo de producto final.

- **Secado:** El secado se considera una operación simple, tanto al aire como en máquina y aparentemente no influiría en las características del cuero terminado, pero esto no es así. El secado es algo más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero, pues también contribuye a la producción de las reacciones químicas que intervienen en la fabricación del cuero, por lo que constituye uno de los pasos más importantes en la calidad del cuero. Durante la operación de secado y dependiendo del tipo de sistema que se utilice se producen migraciones de diversos productos, formación de enlaces, modificación del punto isoeléctrico, etc., es decir que ocurren modificaciones importantes.
- **Acondicionado:** el acondicionamiento de los cueros tiene por finalidad rehumedecer uniformemente las superficies y regiones del cuero con un determinado grado de humedad, siendo una operación de gran importancia porque influye en la ejecución eficiente de las operaciones siguientes.
- Durante el secado las fibras del cuero se unen entre sí dando un cuero duro y compacto. El cuero secado a fondo no puede ablandarse directamente ya que se produciría la rotura de sus fibras obteniéndose un cuero fofo. Después del secado el cuero posee una humedad del 14-15 % y así no puede ser sometido a ningún trabajo mecánico. La humedad en el cuero evita que se rompan las fibras en las operaciones mecánicas posteriores. Con el acondicionamiento la humedad se eleva al 28-30 %. El tiempo necesario para que los cueros adquieran estos valores varía de 6, 8, 12 hasta 24 horas.
- **Ablandado:** durante el proceso de secado, con el retiro del agua superficial y de los capilares, se da una compactación (acomodación) y una retracción de las fibras, resultando en un cuero rígido en ciertas áreas, es una operación que consiste en romper mecánicamente la adhesión entre las fibras confiriéndole al cuero flexibilidad y blandura. La finalidad del mismo consiste entonces en: Descompactar las fibras compactas durante el secado, a través de un traccionamiento mecánico y promover una acción lubricante de los aceites de engrase instalados en la estructura fibrosa.

H. CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS CURTIEMBRES

Otiniano, M. y Chávez, M. (2007), señala que las operaciones y procesos de las curtiembres generan líquidos y sólidos que se distinguen por su elevada carga orgánica y presencia de agentes químicos que pueden tener efectos tóxicos, como es el caso del sulfuro y el cromo. Las variaciones en cuanto al volumen de los residuos y a la concentración de la carga contaminante se presentan de acuerdo a la materia prima procesada y a la tecnología empleada. La concentración de Cr (VI) y de Cr(III) varía en los efluentes desde docenas a cientos de gramos o miligramos, la cantidad de aguas contaminadas con cromo que se vierten al ambiente varía de docenas a cientos de metros cúbicos por hora. Aun cuando internacionalmente las Concentraciones Máximas permitidas en el ambiente son 0,1 mg/L de Cr (VI) y 0,5 mg/L de Cr (III) El mismo autor menciona también que el cromo en la etapa de curtido, es uno de los contaminantes, que produce impactos negativos en el crecimiento del país, ya que compromete la salud humana, dañando los procesos ecológicos que sostiene la producción de alimentos, y desde el punto de vista económica la descarga de residuos es un desperdicio de recursos que son escasos.

I. DESCRIPCIÓN DE LA NOCIVIDAD DEL CROMO

Según Cobos, O. (2009) el sector industrial de las curtiembres genera descargas con volúmenes altos de concentrados de cromo. El cromo es usado en esta industria como agente de curtido. Los efluentes líquidos son descargados con altos contenidos de materia orgánica, sulfuros y cromo trivalente.

Este cromo trivalente no es de gran toxicidad, pero bajo ciertas condiciones del medio se oxida, transformándose en cromo hexavalente, elemento de alta toxicidad. Los efluentes de la industria del cuero alcanzan concentraciones de cromo trivalente hasta de 450 ppm, superando las disposiciones de la Organización Mundial de la Salud para aguas de consumo, que especifica una temperatura máxima de 1 ppm.

Porras, A. (2010), explica que la dificultad que presenta el uso de sales de Cr en el curtido es la cantidad de curtiente que no se fija, y que permanece en los reflujos y los lodos de depuración, lo cual impide la utilización de los materiales residuales, principalmente de este metal. La magnitud de este residual dependerá de la eficiencia del proceso particular del curtido y es determinada por algunas variables:

- La oferta del metal
- El tiempo de operación
- El pH del baño de curtido

Costa, R. y Rey, S. (2006), manifiestan que el aporte del metal en el curtido se distribuye así:

- Baño de curtido 60 %
- Escurrido y reposo 20 %
- Recurtido 18 %
- Lavado final 2 %

1. Cromo

Cuberos, E. y Prieto, E. (2009), explica que el Cromo (Cr) es un metal, número atómico 24, del grupo VIB de la tabla periódica y peso molecular 51,996. Blanco plateado, brillante, duro y quebradizo, resistente a la corrosión. El cromo es un elemento metálico de amplia distribución en la naturaleza. Ocupa el cuarto lugar entre los 29 elementos biológicamente más importantes de la corteza terrestre. El cromo se encuentra en varios estados de oxidación, siendo los más comunes, el cromo (III) y el cromo (VI). El cromo se comporta en dos formas diferentes al ponerse en contacto con el ser humano:

- El cromo (III) es un oligoelemento, indispensable para procesos bioquímicos y fisiológicos necesarios para la vida, específicamente tiene acciones en el metabolismo de la glucosa, el colesterol y los ácidos grasos.

- El cromo (VI) es un elemento altamente tóxico para el ser humano y está clasificado por la IARC (International Agency for Research on Cancer) en el grupo I (cancerígeno comprobado en humanos) ya que en exposición ocupacional produce cáncer en el sistema respiratorio

2. Toxicología del cromo

Játiva, S. (2009), menciona que la toxicidad se debe a los derivados Cr(IV) que, contrariamente a los Cr(III) penetran en el organismo por cualquier vía con mayor facilidad. El Cr(IV) es considerado carcinógeno del grupo I por la International Agency for Research on Cancer (IARC). El Cr(III) no ha sido comprobado como carcinogénico. Los efectos biológicos del cromo dependen de su estado de oxidación. El Cr VI es considerado la forma más tóxica del metal, debido a que atraviesa fácilmente las membranas biológicas y puede ser transportado activamente al interior de las células. Es altamente tóxico para todas las formas de vida, siendo mutagénico y carcinogénico en el hombre y mutagénico en bacterias. Se ha propuesto que la toxicidad del Cr VI se debe a que, al igual que otros metales, produce estrés oxidativo Según los autores Por otra parte, el Cr III es relativamente inocuo debido a su insolubilidad e incapacidad para atravesar las membranas biológicas. En pequeñas cantidades, el cromo se considera un nutriente esencial para numerosos organismos, pero en niveles elevados, es tóxico y mutagénico.

3. Impacto del cromo en la salud

Porras, Á. (2010), indica que los efectos tóxicos del Cr³⁺ son menores a los del Cr (VI), conocido cancerígeno, ya que éste puede ocasionar manifestaciones agudas y crónicas en las personas que hayan estado en contacto directo. En relación con los efectos sobre el medio ambiente acuático, el Cr(III) puede ser oxidado a la forma Hexavalente a un pH entre 5.5 y 6, proceso que es favorecido por la presencia de óxido de manganeso. Los compuestos hexavalentes se absorben por vía digestiva, cutánea y respiratoria; penetran con facilidad en el interior de los eritrocitos, y se reduce a estado trivalente.

4. Cromo sin fijar

Bravo, C.y Miguel, H. (2013), explican que es conocido que la industria de curtiembre produce grandes cantidades de lodos residuales que contienen cromo (III), que ocasiona serios impactos al medio ambiente. Las sales de cromo son los químicos más usados en estos procesos; sin embargo, el 60 %-80 % de estas sales reaccionan con la piel. Aproximadamente el 20 %-40 % de cromo restante se pierde con el agua residual. En contraste a esto entre el 15-30 % del cromo (III) agregado permanece sin reaccionar al final del proceso. Este porcentaje depende de las condiciones operativas empleadas y del tipo de cuero que se desea obtener. Por kilogramo de piel se generan 3,0-5,0 L del líquido residual de curtido, cuyo contenido de cromo (III) puede variar de 0,7 a 2,5 g/ L. Los efluentes generados en dichos procesos se caracterizan por su color oscuro, olor desagradable y elevada concentración de materiales sólidos, solubles e insolubles, orgánicos e inorgánicos.

J. TANINOS VEGETALES

Guzmán, I. y Villabona, A. (2009), explica que Los taninos son compuestos polifenólicos hidrosolubles muy astringentes y de gusto amargo y áspero. Su sabor es muy áspero y producen sequedad en las mucosas de la boca al comerlos. Esta capacidad para secar las mucosas se conoce como astringencia y se dice que las plantas son astringentes. Suelen acumularse en las raíces y cortezas de plantas y frutos, y están también presentes en sus hojas, aunque en menor proporción el término taninos engloba a una multitud de compuestos químicos, la mayoría de los cuales aparecen en la naturaleza asociados a los metabolitos secundarios de las plantas. La presencia de taninos es muy abundante, y se encuentran presentes en la mayoría de las hojas, frutos, cortezas, etc. de un gran número de árboles. Tradicionalmente, se han usado para el curtido de pieles, pero varios de ellos también se han empleado como floculantes. Su origen natural es como metabolitos secundarios de plantas, encontrándose en cortezas, en frutos y en hojas; las cortezas de la *Acacia* y la *Schinopsis* constituyen el principal recurso para la industria marroquinera, las de otros árboles no tropicales, como el *Quercus ilex*, *Q. suber* y *Q. robur*, el *Castanea* y el *Pinus* también son ricos en taninos.

Según Isaza, J. (2007), muchos aún prefieren el término taninos vegetales, simplemente debido a su falta de precisión. Sin embargo, terminológica y científicamente, se recomienda el término “polifenoles vegetales” como descriptor para estos metabolitos secundarios de plantas superiores, si se quieren interpretar seriamente sus diversas características y aplicaciones a nivel molecular. En este contexto, los polifenoles vegetales o taninos catiónicos pueden ser el recurso de nuevos agentes de coagulación. A escala experimental, se ha demostrado que es posible sintetizar coagulantes derivados de los taninos a partir de varias materias primas: *Acacia mearnsii*, *Sch. balansae*, *P. pinaster*, *C. sativa*, a través de un procedimiento simple, que involucra la reacción de Mannish. Una división clásica y principal es que los taninos o polifenoles vegetales se dividen en dos grupos principales:

- Taninos condensados.
- Taninos hidrolizables.

Téllez, J. y Gaitán, A. (2004), manifiesta que ambos son sustancias de estructura polimérica, el primer grupo de constitución flavonoídica y el segundo grupo formado por la esterificación de ácidos fenólicos principalmente de ácido gálico y glucosa (azúcares casi exclusivamente).

K. TANINO CATIONICO

Según Guzmán, I. y Villabona, A. (2009), manifiestan que la cationización de los taninos, se conoce como un procedimiento que confiere carácter catiónico a la matriz orgánica del tanino, ya que los agentes cargados positivamente pueden desestabilizar coloides aniónicos, una vez se mezclan en soluciones acuosas. La desestabilización y la sedimentación subsiguientes provocan la remoción de una amplia variedad de sustancias aniónicas, tales como colorantes, tensoactivos o materia orgánica. Los taninos Catiónicos, con carga positiva: al entrar en contacto con el agua forman aniones, que permiten remover las partículas de carga negativa y son más eficaces a pH bajo.

Játiva, S. (2011), menciona que los taninos catiónicos poseen en su composición sales de hierro que forman compuestos solubles de color azul oscuro o negro verdoso y estos precipitan con sales de muchos otros metales como es el caso de cobre, plomo y estaño. La principal característica es la de bloquear y precipitar las proteínas. La presencia de sales de hierro y otros metales presentes en la composición de los taninos, es la razón de que se genere una sedimentación del contenido de los coloides de las aguas residuales, debido a que las sales de hierro y de otros metales aportan cargas positivas al contenido de los coloides, que a su vez estos contienen cargas negativas. Al existir la presencia de las dos cargas positiva y negativa estas se atraen y unen, formando partículas de mayor tamaño generando así un precipitado (lodos residuales).

1. Estructura de un tanino catiónico

Según Poles E. (2015), la estructura de un tanino catiónico se ilustra en el gráfico 4:

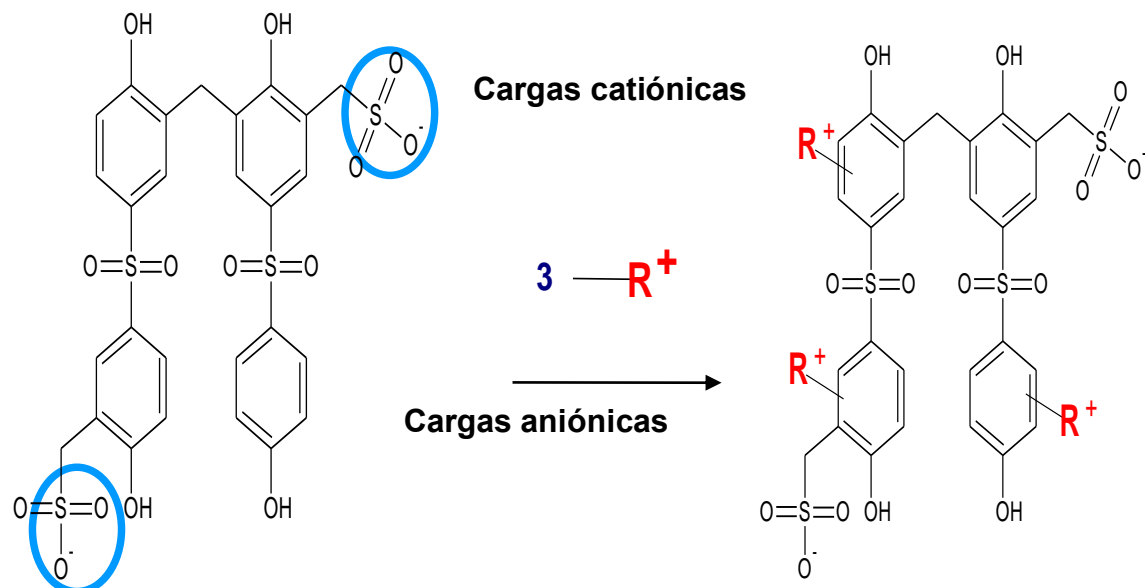


Gráfico 4. Estructura de un tanino catiónico.

Poles, E. (2015)

L. *CASTANEA SATIVA* (CASTAÑO)

Según Grau, B. (2003), el castaño (*Castanea sativa*) fue introducido a Chile por los inmigrantes europeos probablemente hace más de 250 años. No existen antecedentes del país o áreas geográficas de origen del germoplasma ingresado, sin embargo, se estima que sus orígenes corresponden a España, Italia y Francia. La superficie actualmente cultivada con castaños en el país alcanza a 417,7 ha. El castaño se desarrolla preferentemente en roca primitiva y los árboles de estas zonas son los que mayor porcentaje tienen de material curtiente. En cambio, los que se desarrollan en llanuras, con suelos más permeables y ricos, tienen menor porcentaje de tanino. Recién cortada, la madera del duramen del castaño, contiene aproximadamente un 70 % de agua, pero luego al dejarla secar en los depósitos su humedad disminuye hasta alcanzar un 40 a 45 % solamente, para reducirse luego de rallada al 28 o 30 %. El promedio de sustancia curtiente de esta especie, se puede estimar en un 7 a 10 %, con un contenido de humedad, como promedio, de 14,5% en Europa. En América del Norte, el porcentaje de tanino que produce el curtiente de esta madera oscila en un 7 % para la región norte y un 10 % en los bosques del sur. Las raíces son las que tienen mayor proporción de materia curtiente, pudiendo ella llegar a un 18 o 20 % con una humedad promedio de 14-15 %. El castaño es una especie de importancia económica, considerada tradicionalmente de doble aptitud para producción de castaña y de madera

1. Características de los taninos de la *Castanea sativa*, (Castaño)

Panshin, A. (2009), manifiesta que en el Ecuador para cubrir las necesidades de material curtiente de la industria de curtición nacional importa una apreciable cantidad de taninos lo que ocasiona la salida de divisas al exterior, teniendo en cuenta la existencia de un cuantioso recurso forestal en el país es de suponer que en la flora ecuatoriana existan especies forestales con posibilidades de producción de taninos. Con la intención de encontrar materias tánicas indígenas con valor económico para la industria de curtición nacional y en particular de las tenerías, se determinó que el árbol de *Castanea sativa*, contiene cantidades sustanciales de taninos y que se encuentran en todos los órganos o partes de la planta, raíces,

cortezas maderas, hojas o frutos. Que se utilizan casi exclusivamente en la curtición de cuero para suela, engrasado, y para cuero ligero. El porcentaje de taninos contenido en las distintas cortezas depende de ciertos factores entre los que se destacan: época y forma de hacer el descortezado, la edad del árbol, localización del tanino en la corteza del tronco o de las ramas.

Rogers, A. (2003), manifiestan que las estructuras químicas de los taninos son muy complejas, y como resultado de esto, se han ideado varios sistemas de clasificación, los cuales fueron ideándose de acuerdo con el grado de conocimiento sobre estos en las diferentes épocas, dos sustancias tánicas pertenecientes al mismo grupo tánico no dan el mismo cuero, porque no solo se combinan los taninos con los tejidos animales para formar cuero, sino que además los no taninos solubles, tales como ácidos, azúcares, resinas, colorantes, etc., son los que determinan la mayor o menor penetración, velocidad de curtido, coloración del cuero, firmeza y llenado, el contenido tánico medio es de 6.8 – 10 % en la madera; y en la corteza del 25 % y que el tanino es de tipo pirogálico, y su composición en taninos es la siguiente:

- Taninos 10.85 %
- % No taninos 5.55 %
- Disolubles 3.94 %
- Residuo fibroso 24.86 %
- Humedad 54.80 %

Secondini, O. (2010), reporta que los taninos del castaño se utilizan en el curtido porque reaccionan con las proteínas de colágeno presentes en las pieles de los animales, uniéndolas entre sí, de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, a la putrefacción por agua, y al ataque de microbios, es bien conocido el castaño (*Castanea sativa*) por producir un tanino hidrolizable que se utiliza en la industria de la piel. Los taninos obtenidos de la madera de castaño (*Castanea sativa*) son de tipo pirogálico, pertenecen, es decir a esa categoría de taninos glucosídicos que son fácilmente hidrolizables. El extracto de castaño tiene una discreta cantidad de grupos ácidos y de ácidos orgánicos naturales, que determinan

la marcada astringencia y la propiedad de combinarse en gran medida con la sustancia dérmica. Estas características hacen que el extracto de castaño sea particularmente adecuado para el curtido de pieles pesadas y en especial del cuero para suelas, puesto que permiten obtener un alto rendimiento en peso, un cuero firme, compacto pero flexible, elástico, de buen color, resistente a la luz y con buena impermeabilidad al agua. Los extractos de castaño astringentes y endulzados se prestan a la mezcla entre ellos, sea con extractos de naturaleza pirocatéquica, con taninos sintéticos fenólicos, naftalénicos y fenol-naftalénicos.

Villavecchia, V. 2009, manifiesta que La composición de las mezclas debe ser hecha no solo en relación a las características del cuero que se quiere obtener sino también a los sistemas de curtición en uso y esto vale particularmente para el cuero para suela. Teniendo en cuenta las principales características de los extractos astringentes y de los extractos endulzados se puede hacer la siguiente distinción genérica:

- Taninos de castaño astringentes: Se usan en el curtido al vegetal cuando se quieran obtener cueros llenos, firmes y se dosifican en las fases finales de curtido. Se emplean para el recurtido de los cueros curtidos al cromo para la producción de artículos puntiagudos y rígidos. el **Castaño N2** Confiere a los cueros un tono más claro respecto al extracto astringente normal.
- Taninos de castaño endulzados: Se usan principalmente en las primeras fases de la curtición al vegetal rápida, semi rápida o pileta/fulón o para la curtición de cueros vegetales blandos como la vaqueta. Para el recurtido de cueros curtidos al cromo se aconseja el uso de los extractos endulzados en aquellos artículos donde se requiere un efecto fuertemente vegetalizado sin perder las características de ductilidad, ligereza y gomosidad típicas de los cueros al cromo. Para tonos claros el Dulcotan Special es particularmente aconsejado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo, en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 1½ Panamericana Sur, de la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba. A una altitud de 2740 msnm, con una latitud de 01°38's y una longitud de 78°48'W. Con una duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas de la localidad donde se efectuó la investigación se reportan en el cuadro 2.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura °C	13,20
Humedad relativa, %	66,46
Precipitación, mm/año	550.80
Heliofania (h/luz)	165.15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (2015).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la presente investigación se empleó 24 unidades experimentales (pieles ovinas), con un peso promedio de 3 kg cada una, y que fueron adquiridas en el centro de expendio de animales del cantón Colta, las mismas que fueron distribuidos en los cuatro tratamientos y cada uno con seis repeticiones.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

1. Materiales

- 24 pieles ovinas
- Baldes de diferentes dimensiones
- Cuchillos
- Tableros de estacado
- Mesas
- Guantes
- Botas de caucho
- Mandil
- Cocina
- Tinas
- Tanque de gas
- Fundas
- Ollas

2. Equipos

- Balanza de 100 kg.
- Cámara fotográfica.
- Computadora personal.
- Dispositivo USB.
- Bombos o fulones.
- Estufa.
- Flexómetro.
- Probeta.
- Pinzas sujetadoras de abrazaderas.
- Lastómetro.

3. Insumos

- Agua
- Tensoactivo
- Cloro.
- Cloruro de sodio o sal en grano.
- Ácido fórmico.
- Bisulfito de sodio.
- Formiato de sodio.
- Rindente.
- Cal.
- Sal en grano
- Sulfuro de sodio.
- Bicarbonato de sodio.
- Cromo.
- Castaño.
- Cromo.
- Tanino catiónico.
- Sulfuro.
- Cal.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto del empleo de diferentes niveles de cromo más la adición del 3,5 % de tanino catiónico del castaño es decir se aplicó los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 0 Control: curtido tradicional
- Tratamiento 2: cromo 3 % y 3,5 % tanino catiónico
- Tratamiento 3: cromo 4 % y 3,5 % tanino catiónico
- Tratamiento 4: cromo 5 % y 3,5 % tanino catiónico

Cada uno de ellos registró seis repeticiones y que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor del parámetro en determinación.

μ : Media general.

T_i : Efecto de los niveles cromo en combinación con tanino catiónico

ε_{ij} : Efecto del error experimental.

El esquema del experimento que se utilizó se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. ESQUEMA DE EXPERIMENTO.

Cromo, %	Tanino, %	Código	T.U.E	Repeticiones	Tratamiento
7 %	0	T0	1	6	6
3%	3,5	T1	1	6	6
4 %	3,5	T2	1	6	6
5 %	3,5	T3	1	6	6
TOTAL					24

T. U. E. = Tamaño de la Unidad Experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales del experimento, fueron:

1. Resistencia física

- Resistencia a la tracción (N/cm²).
- Porcentaje de alargamiento (%).
- Temperatura de contracción del cuero (° centígrados).

2. Comportamiento sensorial

- Tacto (puntos).
- Llenura (puntos).
- Lisura (puntos).

3. Análisis económico

- Relación beneficio/Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales obtenidos fueron analizados mediante:

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Separación de medias mediante la prueba de Tukey al nivel $p < 0,05$.
- Prueba de Kruskal y Wallis para variables sensoriales.
- Análisis de regresión y correlación múltiple.

En el cuadro 4, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizó en el presente trabajo

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	23
Tratamiento	3
Error	20

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el presente experimento se utilizaron 24 pieles ovinas, provenientes de los mercados del cantón Colta con un peso promedio de 3 kg, efectuándose el siguiente procedimiento.

1. Para los procesos de ribera

- Se pesó las pieles una vez adquiridas en el camal.
- Luego se colocó en el bombo y en base al peso total de las pieles se trabajó un porcentaje de agua a temperatura ambiente + tensoactivo y se rodó durante 30 minutos para luego eliminar el baño.
- Se preparó un baño a temperatura ambiente + tensoactivo + cloruro de sodio durante 3 horas y se eliminó el baño.
- Se realizó un lavado con agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, para finalmente eliminar nuevamente el baño.

2. Pelambre por embadurnado y en bombo

- Se pesó las pieles, se preparó la pasta de embadurnado con agua a 50 °c + hidróxido de calcio + sulfuro de sodio + yeso, se aplicó y se dejó en reposo durante 12 horas, luego se extrajo la lana de las pieles ovinas manualmente.
- Se pesó nuevamente las pieles y trabajó en base al peso obtenido, se preparó el baño con agua a 25 °C + sulfuro de sodio y se rodó durante 30 minutos.
- Se agregó sulfuro de sodio y sal común, se rodó durante 10 minutos.
- Al mismo baño se añadió agua a 25 °C + hidróxido de calcio y se giró durante 30 minutos.
- Se añadió calcio y se giró 30 minutos.
- Luego se añadió hidróxido de calcio y se rodó 3 horas, se dejó en reposo durante 20 horas y se eliminó el baño.
- Se realizó un lavado con agua a 25 °C y giró el bombo durante 20 minutos.

3. Procesos para el curtido

- Se pesó las pieles y se trabajó en base a ese nuevo; se preparó lavados con agua a 25 °C durante 30 minutos y luego durante 60 minutos y se eliminó el lavado.
- Se preparó un baño de bisulfito de sodio y se rodó durante 50 minutos para eliminar el baño y lavar con agua a 25 °C.
- Se realizó el rendido y purgado con agua a 35 °C + rindente y se giró durante 15 minutos.
- Se lavó las pieles con agua a temperatura ambiente y se realizó el pickelado; para lo cual, se preparó un baño con el 60 % de agua y 10 % de sal en grano se rodó el bombo 10 minutos, se agregó 1,4 % de ácido fórmico y se giró el bombo 30 minutos.
- Para obtener el cuero wetblue se añadió los diferentes niveles de cromo (3 %, 4 % y 5 %), más el 3,5 % del tanino catiónico "*Castanea sativa*", se basificó con bicarbonato de sodio y rodó el bombo durante cinco horas. Finalmente se realizó el proceso de acabado en húmedo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Resistencia física

a. Resistencia a la tensión

El método consistió en someter una probeta a una fuerza de tracción en un dinamómetro, y medir la distancia entre mordazas al alcanzar una carga preestablecida, la carga y la distancia entre mordazas en el momento en que se produjo la rotura de la probeta. Con estos datos y con la medida del espesor y ancho originales de la probeta y la distancia original entre mordazas, luego se calculó la resistencia a la tracción del cuero, mediante la ecuación siguiente:

$$S = \frac{F}{he}$$

Siendo:

S = resistencia a la tracción, en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado.

F = carga, en el momento de la rotura de la probeta, en kilogramos fuerza.

h = ancho promedio de la probeta, en centímetros.

e = espesor de la probeta, en centímetros.

b. Porcentaje de elongación

El método consistió en someter una probeta a una fuerza de tracción en un dinamómetro, y medir la distancia entre mordazas al alcanzar una carga preestablecida, la carga y la distancia entre mordazas en el momento en que se produjo la rotura de la probeta. Con estos datos y con la medida del espesor y ancho originales de la probeta y la distancia original entre mordazas, se calculó el alargamiento bajo una carga especificada y el alargamiento de rotura del cuero. El Alargamiento bajo una carga preestablecida se determinó utilizando la siguiente ecuación.

$$Sc = \frac{Lc - Lo}{Lo} * 100$$

Siendo:

Sc = alargamiento bajo la carga preestablecida, en porcentaje

Lc = longitud de la probeta bajo la carga preestablecida, en milímetros.

Lo = longitud inicial de la probeta, en milímetros.

Alargamiento de rotura, se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$Sr = \frac{Lr - Lo}{Lo} * 100$$

Siendo:

Sr = alargamiento de rotura, en porcentaje.

Lr = longitud de la probeta en el momento de la rotura, en milímetros.

c. Temperatura de encogimiento del cuero

El valor de temperatura de contracción es a la cual se produce un encogimiento perceptible al calentar gradualmente una muestra de 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 extrae las muestras o probetas una vez que se han acondicionado en la atmósfera normal de acondicionamiento, de acuerdo a la Norma INEN 553.

- Cortar las muestras o probetas rectangulares de 13 mm, x 75 mm, las mismas que no deben tener fallas, por causas mecánicas, de acuerdo a la Norma INEN 551.
- Para la realización del ensayo se debió introducir, en el medio líquido contenido en el vaso (V), el agitador (A), el calentador (C) y el termómetro (T); se ajustó la temperatura a 23 ± 3 °C.
- Ensayar 2 probetas o muestras como mínimo, sin acondicionarlas antes del ensayo. Fijar la probeta o muestra en la mordaza inferior (M2) y ajustar la mordaza superior móvil (M1) a una distancia de 65 mm sobre la fija (M2).
- Conectar la mordaza móvil (M1) con el dispositivo indicador (D) y sumergir la probeta sujeta entre las dos mordazas completamente en el medio líquido y poner en marcha el agitador. Dejar que el líquido penetre en la probeta.

- Colocar el contrapeso (P) y ajustar el cero u otro punto de referencia del dispositivo indicador (D). Agitando permanentemente, calentar de modo que la temperatura aumente de 3 a 5°/min. Leer la temperatura del medio líquido en °C, en el instante en que la probeta empieza a contraerse, después de un hinchamiento preliminar.

2. Comportamiento sensorial del cuero

a. Tacto

En todos los procesos de fabricación existen variaciones que pueden afectar la calidad final del producto, en el caso de la industria del cuero al trabajar con productos químicos y materia prima de diversas procedencias y calidades, estas variaciones se vuelven más subjetivas, que afectan directamente a las cualidades sensoriales del cuero por lo tanto para evaluar la calificación sensorial de tacto se deslizó muy suavemente la palma de la mano sobre la superficie del cuero para identificar la sensación que produjo el cuero a la mano del juez, si fue suave y delicada el tacto se calificó con las puntuaciones más altas y si por el contrario produjo una sensación áspera, acartonada y a veces inclusive grosera, se los puntuó con las calificaciones más bajas.

b. Llenura

Para detectar la llenura o el enriquecimiento de las fibras colagénicas, se palpó suavemente con las yemas de los dedos toda la superficie a inspeccionar, procurando obtener la mayor uniformidad posible durante el palpado de la extensión del cuero, se identificó, si las fibras de colágeno están lo suficientemente llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación, de acuerdo a la escala de 1 a 5 puntos es decir 5 puntos sinónimo de cueros con una llenura ideal y 1 puntos cueros muy vacíos o muy llenos, tomando en consideración el artículo que se quiere confeccionar .

c. Lisura

La lisura es la propiedad sensorial que evalúa el cierre de los folículos pilosos al transformar las pieles en cuero, entre más cerrados se encuentran la flor del cuero fue más lisa; es decir, se verificó mediante el tacto de la mano si la superficie del cuero tiene mayor finura. También se verificó en una observación general, ya que las partes más ásperas producen mayor difusión de la luz.

3. Análisis económico

Para la determinación del índice económico beneficio/costo, se consideró los ingresos estimados por la comercialización de cuero ovino y se los relacionó con los egresos totales que se efectuaron en la producción de 24 pieles ovinas la fórmula utilizada fue:

$$\textit{Beneficio/costo} = \frac{\textit{Ingresos totales}}{\textit{Egrsos totales}}.$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO CURTIDOS CON 3,5 % DE TANINO CATIÓNICO *Castanea sativa* Y TRES NIVELES DE CROMO

1. Resistencia a la tensión

Los valores medios determinados para la característica física resistencia a la tensión de los cueros ovinos no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo más 3,5 % de tanino catiónico *Castanea sativa*, sin embargo numéricamente se aprecia que los resultados más altos se aprecian en el grupo control que se curtió con el 7 % de cromo ya que las respuestas fueron de 1287.77 N/cm²; en comparación del lote de cueros curtidos con una combinación del 4 % de cromo mas *Castanea sativa*, ya que los resultados fueron de 1191.06 N/cm², a continuación se aprecian las respuestas de tensión de los cueros curtidos con 5 % de cromo mas *Castanea sativa*, con 957.85 N/ cm² y finalmente los resultados más bajos fueron registrados por los cueros curtidos con 3% de cromo más *Castanea sativa*, con valoraciones de 681.44 N/ cm², como se indica en el cuadro 5.

Las apreciaciones manifestadas tienen su fundamento en lo expuesto por Hidalgo L. (2004), quien indica que una curtición con cromo es muy eficaz puesto que las pieles son sometidas a la acción del curtiente mineral que interaccionan con las fibras de colágeno para obtener un cuero estable y duradera, el curtido consiste en transformar el colágeno de la piel en cuero impidiendo su degradabilidad por la reacción química del cromo y con ello se eleva la condición de resistencia a la tensión, para que soporte fuerzas externas con más facilidad. Sin embargo, existe un inconveniente en este tipo de curtido que radica en la carga contaminante que presentan los residuos de una curtiembre, y que muchas veces se considera un problema ambiental por lo tanto es necesario considerar otro curtiente o mezcla de curtientes que proporcionen los mismos beneficios especialmente en lo que respecta a las resistencias físicas como es la curtición mixta cromo tanino catiónico.

Cuadro 5. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO CURTIDOS CON 3,5 % DE TANINO CATIÓNICO *Castanea sativa* Y TRES NIVELES DE CROMO (3 %, 4 % Y 5 %).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NIVELES DE CROMO + TANINO CATIÓNICO <i>Castanea sativa</i>				EE	Prob.	Sign.
	7 % de cromo	3 % de cromo	4 % de cromo	5 % de cromo			
Resistencia a la tensión, N/cm ² .	1287.77 a	681.44 a	1191.06 a	957.85 a	137.58	0.06	ns
Porcentaje de elongación, %.	42.08 a	45.83 a	55.00 a	55.42 a	3.19	0.09	ns
Punto de contracción, °C.	89.72 a	91.67 a	89.44 a	88.89 a	1.06	0.1823	ns

a. Promedios con letras iguales en el misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P > 0,05).

Al respecto de lo mencionado Hidalgo, L. (2014), manifiesta que la curtición mixta que se la realiza unificando el efecto del tanino catiónico proveniente del castaño más el cromo; una alternativa muy eficiente es en la transformación de piel en cuero en la cual se sustituya un porcentaje de cromo por un tanino catiónico como es la *Castanea sativa* que es una especie de importancia económica, considerada tradicionalmente de doble aptitud para producción de castaña y de madera es muy rico en taninos que son sustancias orgánicas que reaccionan con las proteínas del colágeno, es decir, los taninos se unen a las moléculas de colágeno de las pieles animales uniéndolas entre sí, aportando gran resistencia a la piel, pero se la debe combinar con el cromo para potenciar la curtición vegetal que no es tan fuerte y puede llegar a descurtirse, y dañarse la calidad sobre todo física del cuero ovino.

Los valores de tensión de la presente investigación cumplen con las normativas de calidad de la Asociación Española de la industria del Cuero que en la Norma técnica IUP 6 (2002); infiere una exigencia de calidad que va de 800 a 1500 N/cm², antes de producirse el primer daño, únicamente se observa que al trabajar con bajos niveles de cromo los valores de tensión no superan con esta exigencia de calidad.

La resistencia a la tensión expresada en la presente investigación es superior a los registros de Peñafiel, I. (2015), quien al evaluar tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles ovinas, reportó una resistencia a la tensión de 1873,13 N/cm², así como de Heredia, Y. (2012), quien al obtener cuero grabado con la utilización de tres niveles de sintanes en pieles ovinas identificó los valores más altos con la aplicación de 6 % de tanino sintético, con registros de 1750 N/cm², superioridad que puede deberse a que en la presente investigación se reforzó al tanino catiónico con cromo que es el curtiente que representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo. No se han realizado investigaciones que incluyan formulaciones de curtido con tanino catiónico del castaño por lo tanto las comparaciones se las realizo con curtientes vegetales que tienen taninos en su composición y las pieles comparadas fueron ovinas.

2. Porcentaje de elongación

Los valores medios determinados por el porcentaje de elongación de los cueros no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo más un tanino catiónico, sin embargo numéricamente se estableció los valores más altos en los cueros curtidos con 5 % de cromo más un tanino catiónico, con 55,42 %, en comparación de la elongación registrada al curtir en forma tradicional que reportó un valor de 42,08 %, y que son los resultados más bajos, en tanto que al utilizar 3 y 4 % de cromo se reportó elongaciones medias que van de 45.83 a 55 %. Por lo tanto, se infiere que al utilizar mayores niveles de cromo más el tanino *Castanea sativa*, se mejora la resistencia física de porcentaje de elongación de los cueros ovinos.

Lo que es corroborado con las afirmaciones de Soler, J. (2004), quien manifiesta que una curtición mixta en la que se incluya cromo más un tanino catiónico se utiliza para proporcionar mayor flexibilidad y maleabilidad al cuero, puesto que se provecha cada una de las características de los productos curtientes como es el cromo que proporciona estabilización de la estructura fibrosa por la formación de enlaces transversales, que tiene el cromo debido a que su base es de naturaleza catiónica. En la curtición al cromo se forman en la piel numerosos enlaces transversales fuertes que unen a los grupos carboxílicos ionizados, sin embargo, como se ha mencionado en líneas anteriores tiene un gran inconveniente y es su alta carga contaminante cuando no ha ingresado en su totalidad, por lo que se sugiere utilizar un sustituto, pero no en su totalidad para no desmejorar la calidad de la piel, ya que la curtición con taninos se considera una curtición superficial. Adicional a estas ventajas se enriquece la curtición con un producto que presenta buenas prestaciones como es el tanino catiónico (*Castanea sativa*), que no reacciona en forma acelerada con el cromo ya que al ser polos iguales no reaccionan lo cual permite la penetración y dispersión del producto curtiente que se une a las fibras de colágeno de la piel para permitir el alargamiento de la estructura fibrilar, sin perder su plenitud, es decir que al alargarse para tomar la forma del artículo que se confeccione no se produzca daño evidente en la superficie del cuero que se refleja en un envejecimiento prematuro .

Los resultados expuestos del porcentaje de elongación al utilizar los diferentes niveles de cromo más un tanino catiónico cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación española en la Industria del Cuero que manifiesta según la Norma técnica IUP 6 (2002), valores que van de 40 a 80 %, es decir que el material producido tiene la característica de alargamiento ideal sin deformarse no presentar arrugas o pliegues al regresar a su forma original, es decir representa cuanto puede ser estirado el cuero logrando que ésta vuelva a su longitud original luego de suspender la tensión..

Al comparar los resultados expuestos del porcentaje de elongación de los cueros ovinos en la presente investigación con los expuestos por Peñafiel, I. (2015), quien estableció la mejor respuesta de elongación al curtir las pieles ovinas con una combinación de cromo más el 9 % de taninos sintético, con medias de 53,13 %, se aprecia que son superiores lo que puede deberse al poder curtiente del tanino que es de naturaleza catiónica y que se combina fácilmente con el cromo. Pero son inferiores a los de Heredia, Y. (2012), quien registró que los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación más altos se consiguen en los cueros ovinos curtidos con 6 % de sintanes o taninos sintéticos, con medias de 83,50 %.

3. Temperatura de contracción

El análisis de varianza de los resultados obtenidos de la temperatura de contracción del cuero ovino no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$), sin embargo numéricamente se estableció las respuestas más altas al curtir con 3 % de cromo más *Castanea sativa*, que es un tanino catiónica, con registros de 91,67 % en comparación con el grupo control (curtición tradicional), que reportó valores de 89,72 %, mientras que valores intermedios son apreciados en el lote de cueros ovinos curtidos con 3 y 5 % de cromo más un tanino sintético debido a que las respuestas fueron de 91,67 % a 89,44 % respectivamente. Es decir que al utilizar menores niveles de curtiente cromo se consigue que los cueros soporten mayores temperaturas de contracción regresando fácilmente a su estado inicial, sin perder área, y que tiene similitud con las condiciones de manufactura o climáticas en el momento del uso diario

Las afirmaciones expuestas tiene su fundamento en lo que reporta Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que la temperatura de encogimiento es aquella a la cual se produce una disminución perceptible de su superficie, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso, después de experimentar un hinchamiento, por lo tanto es recomendable que el cuero soporte mayor temperatura, es decir mide la estabilidad térmica de la estructura fibrilar del cuero, la temperatura adecuada para la fabricación de calzado , artículos de marroquinería y confección es de 80 a 85 °C. Si una tira de cuero se calienta en agua, tiene lugar una súbita contracción a una temperatura que es característica de la curtición. 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, de blandura, el desarrollo de estrés en condiciones isométricas y la degradación de la estructura molecular. Al evaluar la tensión del cuero al cromo observada durante los cambios climáticos, así como la medición del espesor, la masa y la rigidez al doblado antes y después del tratamiento en las pruebas del cambio climático, demostraron que las tensiones del cuero mantenían un aumento isométrico con el número creciente de los ciclos climáticos alternantes. El grueso, así como la masa varían con la humedad del clima aplicado y la rigidez aumenta al aumentar el número de ciclos, incluso a temperaturas superiores a 60 °C, el cuero 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 o con una curtición vegetal 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.

De acuerdo a la Norma Técnica NTE INEN 0562 (1981), se establece que los cueros deben soportar una temperatura de encogimiento, que va de 80 a 85 °C, condición que está siendo cumplida tanto en los cueros en los cuales se curtio con los diferentes niveles de cromo más tanino catiónico y en tratamiento control es decir que el producto curtiente ha ingresado en el interior del tejido interfibrilar para soportar la temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso.

Los resultados de temperatura de encogimiento en la presente investigación son superiores a los reportes de Altamirano, W. (2014), quien registró que los cueros soportan una mayor temperatura de contracción en el lote de cueros curtidos con 12 % de tanino sintético más 6% de tara con observaciones de 85,75 °C, pero son inferiores a los determinados por Chasiquiza, A. (2014), quien al realizar la comparación de una curtición con cromo versus taninos vegetales, reporto un valor promedio de en los cueros del curtidos con poli fenoles vegetales de la tara, ya que las medias fueron de 92,86 °C, en tanto que los resultados más bajos fueron registrados en los cueros curtidos con sulfato de cromo con respuestas de 86,71 °C

B. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL CUERO OVINO CURTIDO CON 3,5 % DE TANINO CATIONICO CASTANEA SATIVA Y TRES NIVELES DE CROMO

1. Tacto

Los valores reportados de la calificación sensorial de tacto, referenciaron diferencias estadísticas según el criterio Kruskal Wallis, ($P = 0,04$), por efecto de la curtición con diferentes niveles curtiente cromo en combinación con tanino catiónico, estableciéndose los registros de tacto más altos al utilizar 5 % de cromo debido a que el valor de la mediana fue de 5,0 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2018), como se indica en el cuadro 6, en comparación del tratamiento control que reportó el tacto menos agradable con un valor de mediana de 3,5 puntos y calificación baja, a continuación se aprecian valores de 4,0 puntos en el lote de cueros curtidos con 3 y 4 % de cromo en combinación con tanino catiónico, y la calificación fue de muy buena , es decir que al utilizar mayores niveles de curtiente cromo pero en combinación con tanino catiónico, se produce una mejor sensación al deslizar el cuero entre las yemas de los dedos del juez se asemeja a una seda, muy suave y agradable a los sentidos, por lo tanto se consigue una calificación muy alta la cual se reflejara en la aceptación tanto del artesano como del usuario y mucho más cuando es destinado a la confección de calzado, en la cual se requiere de un cuero muy suave.

Cuadro 6. EVALUACION DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO OVINO CURTIDO CON 3,5 % DE TANINO CATIONICO *CASTANEA SATIVA* Y TRES NIVELES DE CROMO.

VARIABLE	NIVELES DE CROMO MÁS TANINO CATIONICO <i>CASTANEA SATIVA</i>				EE	Prob.	Sign.
	7% de Cromo	3% de cromo	4% de cromo	5 % de cromo			
Tacto, puntos.	3.5 c	4.0 b	4.0 b	5.0 a	0.25	0,03	*
Llenura, puntos.	3.00 c	3.50 c	4.50 b	5.00 a	0.21	0.001	**
Lisura, puntos.	5 a	2.50 c	4.00 b	4.00 b	0.29	0.004	**

** : Las diferencias son altamente significativas Prob < 0,01, según el criterio Kruskall – Wallis.

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey (P < 0,01)

Al respecto Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el ingreso correcto de los productos curtientes hasta el interior del tejido interfibrilar y el cierre del folículo piloso preparara al cuero para la correcta adhesión de las capas del acabado si como de los agentes que modifican el tacto superficial bastante específicos dentro de las cuales se consideran las siliconas, los aceites y las ceras. No hay que olvidar que la mayoría de los productos auxiliares que se introduce en un acabado modifican el tacto superficial final del acabado de la piel provocando un tacto muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel. El tacto pertenece al sistema sensorial cuya influencia es difícil de aislar o eliminar, En el tacto superficial de una piel influyen en parte, el tipo y grosor de las diversas capas aplicadas durante el acabado, pero de una forma muy importante la última aplicación, y a su vez también existe la influencia de como se ha realizado el curtido, Esta es la razón por la cual el curtido en licores básicos no ha respondido a las esperanzas que se habían fundado en ese proceso.

La oxidación se manifiesta netamente sobre el cuero en el momento en que se expone al aire. Después de poco tiempo de curtida la piel la oxidación es mayor. Ella aumenta con la concentración de los taninos y disminuye con la concentración de no taninos, además, es máxima con ciertos taninos como el castaño y mínima con otros como el quebracho y el zumaque.

Los resultados de tacto de las pieles ovinas son superiores a los expuestos por los registrados por Pilco, F. (2017), quien obtuvo valores de 4,88 puntos cuando realizó una curtición con cromo en pieles ovinas y añadió al acabado de las pieles el 16% de aceite sulfitado, sin embargo al no cambiar su ponderación conservación la calidad adecuada para la confección de artículos que pueden posesionarse en mercados muy exigentes, así como también de Tasigchana, J. (2017), quien al realizar una curtición con cromo en pieles ovinas y un acabado con 750 g, de poliuretano registró una calificación media de 4,63 puntos, utilizando en la curtición de las pieles ovinas cromo.

2. Llenura

La valoración estadística de la calificación de llenura de las pieles ovinas reportaron diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo más 3,5 % de tanino catiónico, estableciendo que los valores de mediana más altos se consiguen en el lote de cueros curtidos con 5 % de cromo ya que la puntuación fue de 5 puntos y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2018), en comparación con los resultados más bajos que se consiguieron al utilizar una curtición tradicional es decir solo con cromo puesto que las respuestas fueron de 3 puntos y la condición de buena a continuación se aprecian resultados de 3,50 puntos y 4,50 puntos y calificaciones que van de muy buena a excelente en su orden al curtir con 3 y 4 % de cromo en combinación con 3,5 % de tanino catiónico, por lo tanto se aprecia que son cueros demasiado llenos que inclusive pueden llegar a tener un efecto acartonado sobre todo si la finalidad es la confección de calzado se podrían ocasionar molestias en el uso diario.

Al respecto Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la curtición mixta en la cual se aprovecha tanto los beneficios de los curtientes minerales como es el cromo y de los vegetales como el tanino pretende que ingresen hasta lo más íntimo del tejido interfibrilar para que la transformación de piel en cuero sea total y todos los espacios queden saturados en forma adecuada de manera que no exista una curtición superficial que aparentemente provoque una sensación de cueros demasiado llenos en la superficie pero que en el fondo estén vacíos, y que es un problema muy grave ya que impide que el artículo confeccionado se presente natural, y que el grano de la flor sea plena, sin arrugas. Es decir que, al utilizar una curtición mixta (tanino más cromo), se aprovecha el carácter catiónico de los productos presentes en la formulación para que la transformación de piel que en el proceso de curtido tiene un carácter aniónico para que no se repelen con el carácter catiónico del curtiente sino que ingresen con facilidad

3. Lisura

La evaluación sensorial de la característica lisura de los cueros ovinos, reportaron diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis, ($P < 0,01$), por efecto de curtición con diferentes niveles de cromo en combinación con 3,5 % de tanino catiónico, estableciéndose las respuestas más altas, en los cueros curtidos únicamente con cromo ya que el valor de la mediana fue de 5,0 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2018), en comparación de los valores más bajos que fueron registrados en los cueros curtidos con 3 % de cromo, debido a que los resultados fueron de 2,50 puntos y calificación buena, a continuación se aprecian las respuestas alcanzadas en los cueros curtidos con 4 % y 5 % de cromo más 3,5 % de tanino catiónico debido a que los resultados fueron de 4,0 puntos y calificación muy buena, es decir que la curtición con cromo, produce cueros con una lisura muy adecuada es decir sin presencia de pliegues o arrugas que provocan un efecto negativo el momento de la evaluación y de la confección.

Al respecto Hidalgo, L. (2004), manifiesta que las pieles al ser observados pueden presentar defectos como son rufas, ocurrencia de manchas, desarrollo de bacterias y aspecto de la flor (firmeza, lisura, fineza de los poros). Las rufas son provenientes de problemas en el calero, el color es resultado del proceso de curtido y las manchas pueden ser debido a una mala distribución del cromo y grasas o problemas en la basificación. Todos estos factores influyen en la clasificación del wet-blue y obviamente en su camino al artículo final que se producirá. El cromo es un compuesto que debe ser controlado estrictamente, ya que su vertido está sujeto a regulaciones estrictas en todo el mundo. Durante el proceso de curtición al cromo convencional debe optimizarse la oferta de cromo para reducir los residuos (se debe utilizar la cantidad más baja posible de cromo), para ello se complementa con un tanino catiónico como es la *Castanea sativa*, que es un polifenol de origen natural soluble en agua, que difieren de la mayoría de los otros compuestos fenólicos naturales en su capacidad para formar complejos insolubles en agua con proteínas, polisacáridos y alcaloides. Esta reactividad particular con las proteínas se denomina astringencia y es la base para su uso en la industria del curtido, que al combinarse con el cromo provoca una plenitud y lisura en el cuero ovino.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar el análisis económico de la producción de 24 pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de cromo en combinación con 3,5 % de tanino catiónico de castaño se aprecia que los egresos producto de la compra de pieles, productos químicos y alquiler de maquinaria para cada uno de los procesos de transformación de la piel en cuero las respuestas fueron de \$117.86; \$119.52; \$121.94 y \$124.17; en las pieles del tratamiento control y para cada uno de los niveles de cromo (3%, 4 %, y 5 %), como se indica en el cuadro 7.

Una vez finalizado el proceso de curtido y aplicados los acabados finales se procedió a la confección y venta de los artículos finales, obteniendo ingresos de \$140.90, \$149.30 \$145.70 y \$153.80 Una vez determinados tanto ingresos como egresos se procedió al cálculo de la relación beneficio costo y que fue la más alta al utilizar 3% de curtiente cromo más tanino catiónico ya que la respuesta fue de 1,25 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 25 centavos de dólar y que desciende a 24 %, en el lote de cueros curtidos con 5% de cromo más tanino 3.5 % de catiónico, puesto que los resultados fueron de 1,24 es decir por cada dólar invertido se espera una ganancia de 24 centavos, a continuación se aprecian las respuestas alcanzadas en los cueros del grupo control puesto que el resultado fue de 1,20; es decir una utilidad del 20 % , en tanto que las respuestas más bajas fueron alcanzadas en los cueros curtidos con 4 % de curtiente cromo en combinación con 3,5 % de curtiente tanino catiónico *Castanea sativa*, ya que la relación beneficio costo fue de 1,19 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 19%.

La rentabilidad expresada de los cueros ovinos que van de 20 al 25 % son muy satisfactorias debido a que se mantiene con los márgenes de ganancia de otras actividades similares además del beneficio económico se aprecia el aspecto ambiental debido; a que, se pretende sustituir un porcentaje de curtiente cromo que es tan nocivo al ambiente y así se produce un cuero de primera calidad al cual se lo puede comercializar con un valor agregado como es la curtición mixta cromo tanino catiónico.

Cuadro 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	TRATAMIENTO	NIVELES DE CROMO +		
	CONTROL	3,5% CASTAÑO		
	7%	3%	4%	5%
	TO	T1	T2	T3
Compra de pieles ovinas (N°)	6	6	6	6
Costo por piel ovina \$	3,5	3,5	3,5	3,5
Valor de pieles ovinas \$	21	21	21	21
productos para el remojo \$	17,32	17,32	17,32	17,32
productos para el descarnado y curtido \$	11,54	13,20	15,62	17,85
Productos para engrase \$	12,5	12,5	12,5	12,5
Productos para acabado \$	7	7	7	7
Alquiler de Maquinaria \$	10	10	10	10
Confección de artículos \$	35	35	35	35
TOTAL DE EGRESOS	117,86	119,52	121,94	124,17
INGRESOS				
Total de cuero producido pie 2	48	52	51	56
Costo cuero producido pie 2	0,41	0,44	0,42	0,45
Cuero utilizado en confección pie 2	7,4	5,8	7,2	6,8
Excedente de cuero pie 2	40,6	46,2	43,8	49,2
Venta de excedente de cuero \$	60,9	69,3	65,7	73,8
Venta de artículos confeccionados \$	80	80	80	80
Total de ingresos	140,90	149,30	145,70	153,80
Beneficio costo	1,20	1,25	1,19	1,24

V. CONCLUSIONES

- Al efectuar la curtición de las pieles ovinas con la utilización del Tanino Catiónico “*Castanea sativa*” y tres niveles de cromo (3, 4 y 5%), se consigue una transformación completa de la piel para que no produzca cueros de mala calidad.
- Al realizar la curtición con cromo se aprecia que la calidad física del cuero determinó la mejor resistencia a la tensión en los cueros del tratamiento control (1287 N/cm²), el mejor porcentaje de elongación al curtir con 5 % de cromo y finalmente el mejor punto de ebullición con la curtición con 3% de cromo en combinación con 3,5 % de tanino catiónico.
- Las respuestas más satisfactorias en cuanto al análisis sensorial se consiguieron al aplicar el 5 % de curtiente cromo en combinación 3,5 % de tanino catiónico puesto que se aprecia que el juez evaluador Hidalgo, L. (2018), reportó una calificación de excelente ya que el valor de la mediana fue de 5 puntos.
- La mayor rentabilidad de la curtición de pieles ovinas a través del indicador económico beneficio/costo, se consigue al curtir con 3 % de cromo ya que el valor fue de 1,25 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 25 centavos, en comparación del grupo control que registró un beneficio costo de 1.20.

VI. RECOMENDACIONES

- Reemplazar la curtición con cromo que en la presente investigación se consideró como tratamiento control, por la utilización del 5 % de cromo en combinación con 3,5 % de tanino catiónico *Castanea sativa* (castaño); puesto que, se obtuvo las mejores evaluaciones en las características físicas y la mayor apreciación sensorial del cuero.
- Realizar una curtición con 5 % de cromo más tanino catiónico *Castanea sativa* sobre todo para aprovechar el carácter ácido de la piel y permitir el ingreso hasta el punto más interno del tejido fibrilar del colágeno, del curtiente para que la transformación en cuero sea la adecuada y se obtenga un mayor beneficio costo, inclusive superior al del tratamiento convencional como es el cromo.
- Efectuar nuevas investigaciones utilizando en el proceso de curtición mixta, nuevos niveles de cromo combinado con diferentes curtientes vegetales en pieles de otros animales de interés zootécnico como son los caprinos, bovinos, conejos, entre otros.

VII. LITERATURA CITADA

Amaya, A. (2004). Estudio de extractos tánicos a partir de hoja de zumaque *Rhus coriaria* L.). Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Castilla La Mancha. Recuperado el 2016, de <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/2273/TESIS%20Zalacain%20Aramburu.pdf?sequence=1>.

Altamirano, W. 2017. Curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp: 70 - 78.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2002. Norma Técnica IUP 6. Resistencia a la tensión y Porcentaje de Elongación

Bravo, C. M. (2013). Influencia del uso de acomplejantes en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero. *Revista de la sociedad química del Perú*, 79(4), 388-397.

Bacardit, A. (2005). Producción ovina en zootecnia bases de producción animal. (2da, Ed.) Madrid, España: Edit. Mundi prensa.

Calle, R. (2004). Producción de ovinos. (2. ed., Ed.) Lima. , Perú. : Edit. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cabezoli, M. (2016), Influencia del uso de acomplejantes en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero. . *Revista de la sociedad química del Perú*, , 79(4).

Cobos, O. (2009). Proyecto final de carrera de curtición. (1. ed, Ed.) Igualada,, España: Edit Leather Chem.

- Costa, R. y. (2006). Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia. Lima, Peru: Edit Fasciolosis caprina.
- Cruz, J. (2004). Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial. Sao Paulo, Brasil: RTMA.
- Cuberos, E. y. (2009). Niveles de cromo y alteraciones de salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. Revista de salud pública,, 11(2), 278-289.
- Chasiquiza, A. 2014. "Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas". Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 67 - 79.
- Duga, I. (2000). Actualización en tecnología de lanas y producción ovina,. Memorias del VI curso. (págs. pp. 113 – 132). San Carlos de Bariloche, Argentina .: Edit. Inta .
- Echeverri. (2004.). Explotación y manejo del conejo domestico. Politécnico Colombiano,. Bogota, Colombia: Escuela de Ciencias Agrarias.
- Feldhamer, G. (2003). 2011. Absorbentes naturales a partir de taninos. Una propuesta de reutilización de residuos forestales para la purificación de aguas. Cuides. . Cuaderno interdisciplinar de desarrollo sostenible,, (7), 125-139.
- Grau, B. (2003). Producción ovina y caprina. (.. E. ateneo"., Ed.) Buenos Aires, , Argentina: 2a ed.
- Gansser, A. (2003). Manual del curtidor. (4. Ed., Ed.) Barcelona, España. Edit gustavo gili s.a. pp 123 – 135.

- González, J. y Flores, M. (2010). Interacciones microbianas con el cromo: mecanismos y potencial biotecnológico;. Buenos Aires: ide@s concyteg.
- Guzmán, I. (2009). Reduction of water turbidity using natural coagulants: a review. . Revista UDCA actualidad y divulgación científica,, 16(1), 253-262.
- Heredia, Y. 2012. "Obtención de cuero grabado con la utilización de tres niveles de sintanes en pieles caprinas". Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 52 - 69.
- Hidalgo, L. (2004). Texto básico de curtición de pieles. . Riobamba, Ecuador : Edit. ESPOCH.
- Hidalgo, L. 2018. Escala de calificación sensorial del cuero ovino curtido con diferentes niveles de cromo mas 3,5 % de tanino catiónico (castaño), en comparación de un tratamiento testigo (cromo), Riobamba, Ecuador.
- INEN. 1981. Servicio Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica NTE INEN 0562. Norma técnica para el análisis de la temperatura de encogimiento del cuero
- INEC. (17 de Febrero de 2016). Ecología, y medio Ambiente. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/122/cap1.html>.
- Isaza, J. (2007). Taninos o polifenoles vegetales. Scientia et technica. 1(33).
- Játiva, S. (2009). (2011). Determinación del contenido de tanino procedente del guarango (caesalpineaspinosa) y evaluación de su uso como fungicida. . Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Lancera, A. (2003). Curtición de cueros y pieles . (1ed., Ed.) Buenos aires. , Argentina: Edit Albatros.

- Leach, M. (2005). Utilización de diferentes pieles. . Curso llevado a cabo por el instituto de desarrollo y recursos tropicales de Inglaterra, en colaboración con la facultad de zootecnia en la universidad autónoma de Chihuahua., 34,36,39.
- Merma, A. (09 de Marzo de 2014). Curtiembre; que es curtido . Obtenido de <http://curtido-de-pieles.blogspot.com/>
- Rogers, A. (2003). New coagulant agents from tannin extract: preliminary optimization studies. (162:1019-1025. 7. ed.). San Francisco , Estados Unidos : Chem. Eng. J.
- Otiniano, M. (2007). Biorremediación de cromo VI de aguas residuales de curtimientos por *Pseudomonas* sp y su efecto sobre el ciclo celular de *Allium cepa*. Rev. Méd. Vallejana,, 4(1), 32-42.
- Panshin, A. (2009). New coagulant agents from tannin extract: preliminary optimization studies. (162:1019-1025. 7. ed.). San Francisco , Estados Unidos : Chem. Eng. J.
- Peñafiel, I. "Obtención para cuero de calzado femenino utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles caprinas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 58 - 62.
- Pilco, F. 2016. Curtición de pieles ovinas con niveles de aceite sulfitado para la obtención de gamuza. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 58-63
- Porras, Á. (2010). Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. . Revista Ingenierías Universidad de Medellín, , 9(17), 41-49.
- Poles E. (2015). Curtiembre de piel de pescado. Guayaquil- Ecuador : Facultad de

ingeniería química de la universidad de Guayaquil.

Rueda, P. (2004). Evaluación de tres técnicas de curtición en pieles de conejo y cabra. En la granja de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia, de la Universidad de San Carlos Guatemala. San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.

Soler, J. (2004). Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp 45-67.

Sttófel, A. (2003). XV Simposio técnico de la industria del cuero. Simosición tecnico de la industria el cuero , pp 23-51.

Tasigchana, J. 2017. Obtención de un acabado semianilina en pieles caprinas curtidas con tara y aluminio con la aplicación de diferentes niveles de productos compacto. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 61 - 74.

Villavecchia, V. (2009). El cuero como soporte alternativo para realizar planchas de huecograbado. El artista: revista de investigaciones en música y artes plásticas,, 8, 48-68.

Téllez, J. (2004). Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. Revista de la Facultad De Medicina. pp 34 - 39.

ANEXOS

Anexo 1. Remojo y embardurnado de pieles ovinas para la confección de vestimenta.

Pesar pieles 25.5 kg

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	En g/kg	T°	TIEMPO
Remojo	BAÑO	Agua	200	51lt	AMBIENTE	30 min.
		Tenso activo deja	0,5	12.75kg		
		1 sachet de Cl	0,5			
	Botar baño					
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	1.5LT	AMBIENTE	12 h.
		Ca (OH)2 (cal)	3	765gr		
		Na2S (Sulfuro de Na)	2,5	638gr		
		Yeso	1	255g		
		SACAR LANA				

Anexo 2. Pelambre de pieles ovinas para confección de vestimenta

PESAR PIELES: 23KG

PROCESO	OPER	PRODUCTO	%	En g/kg	T°	TIEMPO
PESAR PIELES	BAÑO	Agua	100	23LT	Ambiente	10 min.
		Na ₂ S (Sulfuro de Na)	0,4	92g		10 min.
Na ₂ S (Sulfuro de Na)		0,4	92g	10 min.		
Agua		50	11.5kg	10 min.		
NaCl (sal)		0,5	115g	10 min.		
Na ₂ S (Sulfuro de Na)		0,5	115g	30 min.		
Ca (OH) ₂ (cal)		1	230g	30 min.		
Ca (OH) ₂ (cal)		1	230g	30 min.		
Ca (OH) ₂ (cal)		1	230g	3 HORA.		
Pelambre bombo	Reposo en bombo por 18 horas (Cada hora girar 10 min. Y descanso 50 min.).					
	Botar baño					
	BAÑO	Agua	200	46LT	Ambiente	20 min.
	Botar baño					
	BAÑO	Agua	100	23LT	Ambiente	30 min.
		Ca (OH) ₂ (cal)	1	230		
	Botar baño					

Anexo 3. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta

Peso: total 13kg 7 % de cromo

Proceso	Operación	Producto	%	En g/kg	T°	Tiempo	
DESCARNADO							
PESAR PIELES							
Desencalado	Botar baño	Agua	200	26LT	30	30 min.	
		Bisulfito de Na	0,2	26GR			
		Agua	100	13LT	35	30 min.	
	bisulfito de sodio	0,5	65gr				
	Formiato de sodio	1	130gr				
	Rendido	Botar baño	Rindente	0,2	26gr		60 min.
Baño			Agua	200	26lt	Ambiente	20 min.
Botar baño							
Botar baño							
Piquelado I	Baño	Agua	60	7.8lt	Ambiente	10 min.	
		sal	6	780gr		20 min.	
		Ácido . Fórmico) 1:10	1,4	60.66 gr		20 min.	
		1 parte (diluida)		60.66 gr		20 min.	
		2 parte		60.66 gr		60 min.	
		3 parte		60.66 gr		20 min.	
		Hcooh1:10(ac. Fórmico)	0,4	18gr		20 min.	
		1 parte (diluida)		18gr		20 min.	
		2 parte		18gr		20 min.	
		3 parte		18gr		20 min.	
Botar baño							
Desengrase	Baño	Agua	100	13lt	35	60 min.	
		Tenso activo deja	2	260gr			
		Diesel	4	520gr			
	Botar baño						
Baño	Baño	Agua	100	13lt	35	30 min.	
		Tenso activo	2	260			

Botar baño						
Piquelado II	BAÑO	Agua	100	13lt	Ambiente	20 min.
		NaCl (sal)	6	780gr		
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	1,4	60.66 gr		
		1 parte (Diluida)				20 min.
		2 parte		60.66 g		
		3 parte		60.60 g		
Rodar el bombo 30 min.						
Curtido		CASTAÑO	0%			40 min.
		1 parte				40 min.
		2 parte				40 min.
		3 parte				40 min.
		Rodar 3 Horas				
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)1:10	0,4	17.33 gr		30 min.
		1 parte (Diluida)				
		2 parte		17.33 g		30 min.
		3 parte		17.33 g		30 min.
		Cromo	7%	910g		
		Basificante 1:10	0,3	39 gr		
		1 parte (Diluida)		13gr		60 min.
		2 parte		13gr		60 min.
		3 parte		13gr		60 min.
		Rodar 4 Horas				
Lavado 100 g 30 min.	Agua	100	13lt	60°		30 min.
Perchar y Raspar Calibre 0.8 mm.						

Anexo 4. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta

Peso: T1 13.5 Kg 3% de cromo

Proceso	Operación	Producto	%	En g/kg	T°	Tiempo	
DESCARNADO							
PESAR PIELS							
Desencalado		Agua	200	26LT	30	30 min.	
		Bisulfito de Na	0,2	26GR			
		Botar baño					
			Agua	100	13LT	35	30 min.
			bisulfito de sodio	0,5	65gr		
			Formiato de sodio	1	130gr		60 min.
			Rindente	0,2	26gr		
Botar baño							
Rendido	Baño	Agua	200	26lt	Ambiente	20 min.	
	Botar baño						
Piquelado	Baño	Agua	60	7.8lt	Ambiente	10 min.	
		sal	6	780gr		20 min.	
		Ácido Fórmico) 1:10	1,4	60.66 gr			
		1 parte (diluida)					
		2 parte		60.66 gr		20 min.	
		3 parte		60.66 gr		60 min.	
		Hcooh1:10(ac. Fórmico)	0,4	18gr		20 min.	
		1 parte (diluida)					
		2 parte		18gr		20 min.	
		3 parte		18gr		20 min.	
	Botar baño						
Desengrase	Baño	Agua	100	13lt	35	60 min.	
		Tenso activo	2	260gr			
		Diesel	4	520gr			
	Botar baño						

	Baño	Agua	100	13lt	35	30 min.	
		Tenso activo	2	260			
Botar baño							
Piquelado II	BAÑO	Agua	100	13lt	Ambiente	20 min.	
		NaCl (sal)	6	780gr			
		HCOOH1:10(A c. Fórmico)	1,4	60.66 gr			
		1 parte (Diluida)		60.66 g		20 min.	
		2 parte		60.60 g		60 min.	
Rodar el bombo 30 min.							
Curtido		CASTAÑO	3,5	455		40 min.	
		1 parte		151.6 gr		40 min.	
		2 parte		151.6 g		40 min.	
		3 parte		151.6 g		40 min.	
	Rodar 3 Horas						
		HCOOH1:10(A c. Fórmico)1:10	0,4	17.33 gr		30 min.	
		1 parte (Diluida)		17.33 g		30 min.	
		2 parte		17.33 g		30 min.	
		3 parte		17.33 g		30 min.	
		Cromo	3%	405gr			
		Basificante 1:10	0,3				
		1 parte (Diluida)		13.5gr		60 min.	
		2 parte		13.5gr		60 min.	
		3 parte		13.5gr		60 min.	
	Rodar 4 Horas						
	LAVADO 100 g 30 min.	Agua	100	13.5lt	60°	30 min.	
Perchar y Raspar Calibre 0.8 mm.							

Anexo 5. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta

PESO: T2 14KG 4% DE CROMO

Proceso	Operación.	Producto	%	En g/kg	T°	Tiempo	
DESCARNADO							
PESAR PIELES							
Desencalado		Agua	200	28LT	30	30 min.	
		Bisulfito de Na	0,2	28GR			
		Botar baño					
		Agua	100	14LT	35	30 min.	
		bisulfito de sodio	0,5	70gr			
		Formiato de sodio	1	140gr			
	Rindente	0,2	28gr		60 min.		
Rendido	Botar baño						
	Baño	Agua	200	28lt	Ambiente	20 min.	
	Botar baño						
Piquelado i	Baño	Agua	60	8.5lt	Ambiente	10 min.	
		sal	6	840gr		20 min.	
		Ácido Fórmico) 1:10	1,4	65.63 gr		20 min.	
		1 parte (diluida)				20 min.	
		2 parte		65.63 gr		60 min.	
		3 parte		65.63 gr		20 min.	
		Hcooh1:10(ac. Fórmico)	0,4	18.66 gr		20 min.	
		1 parte (diluida)				20 min.	
		2 parte		18.66 gr		20 min.	
		3 parte		18.66 gr		20 min.	
Botar baño							
Desengrase	Baño	Agua	100	14lt	35	60 min.	
		Tenso activo	2	280gr			
		Diesel	4	560gr			
	Botar baño						
	Baño	Agua	100	14lt	35	30 min.	

		Tenso activo	2	280gr		
	Botar baño					
Piquelado II	BAÑO	Agua	100	14lt	Ambiente	20 min.
		NaCl (sal)	6	840		
		HCOOH1:10(A c. Fórmico)	1,4	65.33 gr		
		1 parte (Diluida)		65.33 gr		20 min.
		2 parte		65.33 gr		60 min.
		3 parte		65.33		
Rodar el bombo 30 min.						
CURTIDO		CASTAÑO	3,5	490gr		40 min.
		1 parte		163.3 3		40 min.
		2 parte		163.3 3		40 min.
		3 parte		163.3 3		40 min.
		Rodar 3 Horas				
		HCOOH1:10(A c. Fórmico)1:10	0,4	18.66 gr		
		1 parte (Diluida)		18.66 gr		
		2 parte		18.66 gr		
		3 parte		18.66 gr		
		Cromo	4%	560gr		
		Basificante 1:10	0,3	42gr		
		1 parte (Diluida)		14gr		
		2 parte		14gr		
		3 parte		14gr		
		Rodar 4 Horas				
	LAVADO 100 30 min.	g Agua	100	14lt	60°	30 min.
Perchar y Raspar Calibre 0.8 mm.						

Anexo 6. Descarnado, rendido, piquelado y curtido de pieles ovinas para vestimenta

Peso: T3 14 Kg 5% de cromo

Proceso	Operación.	Producto	%	En g/kg	T°	Tiempo	
DESCARNADO							
PESAR PIELES							
Desencalado		Agua	200	28LT	30	30 min.	
		Bisulfito de Na	0,2	28GR			
		Botar baño					
		Agua	100	14LT	35	30 min.	
		bisulfito de sodio	0,5	70gr			
		Formiato de sodio	1	140gr			
Rindente	0,2	28gr					
Rendido	Botar baño						
	Baño	Agua	200	28lt	Ambiente	20 min.	
	Botar baño						
Piquelado i	Baño	Agua	60	8.5lt	Ambiente	10 min.	
		sal	6	840gr		20 min.	
		Ácido Fórmico) 1:10	1,4	65.63 gr			
		1 parte (diluida)				20 min.	
		2 parte		65.63 gr			
		3 parte		65.63 gr			
		Hcooh1:10(ac. Fórmico)	0,4	18.66 gr		20 min.	
		1 parte (diluida)					
		2 parte		18.66 gr			
		3 parte		18.66 gr		20 min.	
Botar baño							
Desengrase	Baño	Agua	100	14lt	35	60 min.	
		Tenso activo deja	2	280gr			

		Diesel	4	560gr				
	Botar baño							
	Baño	Agua	100	14lt	35	30 min.		
		Tenso activo	2	280gr				
	Botar baño							
Piquelado II	BAÑO	Agua	100	14lt	Ambiente	20 min.		
		NaCl (sal)	6	840				
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	1,4	65.33				
		1 parte (Diluida)		gr		20 min.		
		2 parte		65.33				
		3 parte		65.33				
Rodar el bombo 30 min.								
Curtido		CASTAÑO	3,5	490gr		40 min.		
		1 parte		163.3		40 min.		
		2 parte		163.3		40 min.		
		3 parte		163.3		40 min.		
		Rodar 3 Horas						
		Ac. Fórmico 1:101:10	0,4	18.66				
		1 parte (Diluida)		gr				
		2 parte		18.66				
		3 parte		18.66				
		Cromo	4%	560gr				
		Basificante 1:10	0,3	42gr				
		1 parte (Diluida)		14gr				
		2 parte		14gr				
		3 parte		14gr				
		Rodar 4 horas						
	Lavado 100 g de agua 30 min		100	14lt	60°	30 min.		
Perchar y Raspar Calibre 0.8 mm.								

Anexo 7. Rehumectación, recurtido, tinturado y engrase de las pieles ovinas para vestimenta

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	T°	TIEMPO
REHUMECTACION					
	Baño	Agua	200	25	
		Humectante	0,2		30MIN
		Ácido oxálico	0,5		
Botar baño					
RECURTIDO	Baño	Agua	80	40	
		CROMO	4		40MIN
	BOTAR BAÑO				
	Baño	Agua	100	40	30min
		Formiato de sodio	1		
		Recurtiente neutral	2,5		60MIN
	Botar baño				
	Baño	Agua	100	50	
		Dispersante	1		10MIN
		Resina acrílica	3	40(1:)	40MIN
Botar baño					
TINTURADO		Anilina tabaco	3		40MIN
		Agua	150	70	
		Ester fosfórico	6		
ENGRASE		anilina	4		
		Aceite mineral	0,5		60MIN
		Ácido Fórmico	0,5		10MIN
		Ácido Fórmico	0,7		10MIN
		Sulfato de cromo	2		20MIN
Botar baño					
	Baño	Agua	200	Ambiente	20min
Perchar					
REMONTE		AGUA	100	AMBIUENTE	20MIN
		Anilina tabaco	1		30MIN
		Ácido Fórmico	0,5		
Botar baño- perchar					
Estacar -lijado					

Anexo 8. Resistencia a la tensión de los cueros ovinos curtidos con 3,5 % de tanino catiónico y diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5 %).

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
1357.14	1300.00	1404.76	1093.75	1194.79	1376.19
777.78	619.23	443.59	688.89	861.90	697.22
1542.31	1225.00	1184.72	559.72	1858.97	775.64
1411.90	925.56	1092.31	942.31	478.57	896.43

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1314535.97	3	438178.66	2.93	0.1
Nivel	1314535.97	3	438178.66	2.93	0.1
Error	1776193.18	20	88809.66		
Total	3090729.15	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Nivel	Medias	n	E.E.	
3	681.44	6	121.66	a
5	957.85	6	121.66	a
4	1191.06	6	121.66	a
0	1287.77	6	121.66	a

Anexo 9. Porcentaje de Elongación de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
30.00	35.00	50.00	45.00	47.50	45.00
52.50	47.50	37.50	42.50	45.00	50.00
60.00	42.50	47.50	52.50	70.00	57.50
67.50	50.00	57.50	60.00	47.50	50.00

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	802.08	3	267.36	1.39	0.158
Nivel	802.08	3	267.36	1.39	0.158
Error	1218.75	20	60.94		
Total	2020.83	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.61463

Error: 60.9375 gl: 20

Nivel	Medias	n	E.E.	
0	42.08	6	3.19	a
3	45.83	6	3.19	a
4	55	6	3.19	a
5	55.42	6	3.19	a

Anexo 10. Temperatura de Ebullición de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
91.67	83.33	90.00	91.67	91.67	90.00
91.67	91.67	91.67	91.67	91.67	91.67
90.00	88.33	83.33	91.67	91.67	91.67
90.00	88.33	83.33	91.67	91.67	88.33

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26.34	3	8.78	1.14	0.358
Nivel	26.34	3	8.78	1.14	0.358
Error	154.42	20	7.72		
Total	180.77	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Test:Tukey Alfa=0.05

DMS=4.49027

Error: 7.7211 gl: 20

Nivel	Medias	n	E.E.	
5	88.89	6	1.13	a
4	89.45	6	1.13	a
0	89.72	6	1.13	a
3	91.67	6	1.13	a

Anexo 11. Tacto de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
4	4	3	3	4	2
3	4	4	5	4	5
5	4	5	4	4	4
5	5	4	5	4	5

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		5.79	3	1.93	4.37	0.016
Nivel		5.79	3	1.93	4.37	0.016
Error		8.83	20	0.44		
Total		14.63	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.07394

Error: 0.4417 gl: 20

Nivel	Medias	n	E.E.	Rango
0	3.33	6	0.27	b
3	4.17	6	0.27	ab
4	4.33	6	0.27	ab
5	4.67	6	0.27	a

Anexo 12. Llenura de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
3	3	2	3	4	3
3	4	4	3	4	3
4	4	4	5	5	5
5	5	4	5	5	5

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.13	3	4.38	15	<0.0001
Nivel	13.13	3	4.38	15	<0.0001
Error	5.83	20	0.29		
Total	18.96	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.87272

Error: 0.2917 gl: 20

Nivel	Medias	n	E.E.	
0	3	6	0.22	b
3	3.5	6	0.22	b
4	4.5	6	0.22	a
5	4.83	6	0.22	a

Anexo 13. Lisura de los cueros ovinos utilizando 3.5% de tanino catiónico y tres diferentes niveles de cromo (3, 4 y 5%)

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI
5	5	4	5	4	5
2	2	3	2	3	4
4	4	3	5	3	4
4	4	5	4	5	4

B. Análisis de la varianza

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.79	3	4.6	10.41	0.0002
Nivel	13.79	3	4.6	10.41	0.0002
Error	8.83	20	0.44		
Total	22.63	23			

C. Separación de las medias por efecto de los diferentes niveles de cromo más el tratamiento control.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.07394 Error: 0.4417 gl: 20

Nivel	Medias	n	E.E.	
3	2.67	6	0.27	b
4	3.83	6	0.27	b

5	4.33	6	0.27	a
0	4.67	6	0.27	a

Anexo 14. Prueba de Kruskal Wallis para variables sensoriales del cuero ovino curtido con 3.5 % de tanino catiónico más diferentes niveles de cromo.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Nivel	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Tacto	0	6	3.33	0.82	3.5	7.27	0.0339
Tacto	3	6	4.17	0.75	4		
Tacto	4	6	4.33	0.52	4		
Tacto	5	6	4.67	0.52	5		

Variable	Nivel	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Llenura	0	6	3	0.63	3	14.68	0.001
Llenura	3	6	3.5	0.55	3.5		
Llenura	4	6	4.5	0.55	4.5		
Llenura	5	6	4.83	0.41	5		

Variable	Nivel	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Lisura	0	6	4.67	0.52	5	11.82	0.0043
Lisura	3	6	2.67	0.82	2.5		
Lisura	4	6	3.83	0.75	4		
Lisura	5	6	4.33	0.52	4		