



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

**“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA UTILIZACIÓN DE UNA  
COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) Y  
ÁCIDO OXÁLICO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROYECTO EXPERIMENTAL**

**Previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:**

**LUIS ISRAEL PILAMUNGA GUALÁN**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2017**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Ing. M.C. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

ING. MC Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

---

BQF.MC. Edwin Basantes Basantes.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

Riobamba, 26 de Julio del 2017.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Luis Israel Pilamunga Gualán con C.I. 060394992-6, declaró que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

Luis Israel Pilamunga Gualán  
C.I. 060394992-6

Riobamba, 26 de Julio del 2017

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a mi Dios por haberme dado ese entendimiento intelectual para culminar mis estudios.

A mi esposa Ing. María Isabel Mocha Rigcha que desde el momento que unimos vida y nos encomendamos en las manos de Dios vamos a seguir juntos en cada uno de nuestros logros.

También dedico este trabajo a mis padres, Pedro Pilamunga Gualán y Petrona Gualán Anilema quienes fueron y serán mi impulso para seguir siendo una persona de bien y un ejemplo para los demás.

A mis hermanas Ruth Pilamunga y Sumak Pilamunga quienes ven en mí un ejemplo para ellas seguir en el buen camino y en el estudio.

A mis tíos/as José, Jorge, Pablo, Segundo, Daniel y Alegría Gualán; David, Manuel y Lourdes Pilamunga, quienes siempre estuvieron pendientes en toda mi vida. Y mis primos que con ellos pase toda mi vida estudiantil.

Dedico también a cada uno de los docentes que con el pasar del tiempo se fueron convirtiendo en un amigo más en mi vida, y a mis compañeros de clases quienes son grandes amigos de estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud y vida; y brindarme sabiduría, fuerza e inteligencia para así encaminar mi vida hasta culminar con las metas pedidas mediante oración.

A mi esposa Ing. María Isabel Mocha Rigcha quien fue el complemento en mi vida y mi fuerza para seguir adelante en la culminación de mis estudios con sus consejos y su apoyo moral y su paciencia de estar pendiente en todo momento de mi trabajo de titulación.

De igual manera a mi familia quienes me apoyaron incondicionalmente desde el momento que empecé con mis estudios, quienes estuvieron en las buenas y en las malas, en la tristeza y felicidad, en mis victorias y tropiezos. Mi padre y madre quienes fueron mis mentores tanto espiritual como intelectual y mis dos hermanas quienes me apoyaron moralmente llenándome de felicidad en los días tristes de mis estudios.

Como no agradecer a la familia de la Iglesia Redil de Cristo quienes siempre han estado pendiente de mis estudios y reconocer que cada cosa que realizo están orgullosos y me llenan de alegría al saber que formo parte de esa tan linda familia.

Expreso también mi agradecimiento a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias quienes fueron mis mentores temáticos y prácticos, quienes me compartieron sus experiencias y estudios para llegar a donde he llegado en el día de hoy.

Finalmente agradezco a quienes fueron parte de mi trabajo de titulación, al Ing. Luis Hidalgo como Director quien con sus conocimientos y orientación permitieron a culminar con el trabajo de titulación, de la misma manera al Ing. Edwin Basantes como Asesor por su aporte en este trabajo para así culminar la investigación.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL	3
1. <u>Partes de la piel en bruto</u>	3
a. Crupón	4
b. Cuello	4
c. Faldas	4
B. HISTOLOGÍA DE LA PIEL	4
1. <u>La epidermis</u>	6
a. La capa de Malpighi	6
b. La capa granular	6
c. La capa cornea	7
d. Producciones epidérmicas	7
2. <u>Dermis</u>	8
3. <u>La capa reticular</u>	10
a. Tejido conectivo	10
b. Fibras de colágeno	10
c. Fibras elásticas	11
d. Fibras de retícula	11
e. Otros componentes	12
C. PIELES CAPRINAS	12
D. PROCESOS DE RIBERA EN LAS PIELES CAPRINAS	15
1. <u>Remojo</u>	15
2. <u>Pelambre y calero</u>	15
3. <u>Descarnado</u>	16
4. <u>Dividido</u>	17

5.	<u>Desencalado y rendido</u>	17
6.	<u>Desengrase</u>	19
E.	CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA	20
F.	CURTICIÓN VEGETAL	21
1.	<u>Tara</u>	22
G.	ÁCIDO OXÁLICO	25
1.	<u>Origen y producción del ácido oxálico</u>	26
2.	<u>Fabricación industrial</u>	26
3.	<u>Alimentos con ácido oxálico</u>	27
4.	<u>Propiedades del ácido oxálico</u>	28
5.	<u>Propiedades químicas</u>	29
6.	<u>Toxicidad y biología del ácido oxálico</u>	30
7.	<u>Efecto biológico</u>	30
8.	<u>Usos y aplicaciones del ácido oxálico</u>	30
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	32
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	32
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	32
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	33
1.	<u>Materiales</u>	33
2.	<u>Equipos</u>	33
3.	<u>Productos químicos</u>	34
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	35
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	36
1.	<u>Físicas</u>	36
2.	<u>Sensoriales</u>	36
3.	<u>Económicas</u>	36
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	36
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	38
1.	<u>Remojo</u>	38
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	38
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	38
4.	<u>Piquelado</u>	39

5.	<u>Curtido y basificado</u>	39
6.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	39
7.	<u>Tintura y engrase</u>	40
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	40
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	41
1	<u>Análisis sensorial</u>	41
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	42
a.	Porcentaje de elongación	42
b.	Resistencia a la tensión	44
1).	Procedimiento	46
c.	Lastometría	47
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	50
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO	50
1.	<u>Resistencia a la Tensión</u>	50
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	53
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES, DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO	56
1.	<u>Llenura</u>	56
2.	<u>Blandura</u>	63
3.	<u>Redondez</u>	65
C.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES (12, 14 Y 16 %), DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO	69



D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO	71
V. <u>CONCLUSIONES</u>	73
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	74
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	75
ANEXOS	

## RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtición de pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtiembre de pieles caprinas empleando una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico, utilizando 24 pieles caprinas, que fueron modeladas con un diseño completamente al azar. Los resultados del análisis de las resistencias físicas del cuero caprino determinaron la mejor resistencia a la tensión (3297,90 N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (80,31 %) y lastimetría (8,98 mm), al curtir las pieles con 14 % de tara en combinación con 1 % de ácido oxálico, produciendo un cuero muy resistente, que se moldea fácilmente para tomar la forma del artículo que se quiere confeccionar y sobre todo que al ser sometido a fricción no se rompe. Las mejores calificaciones de llenura (4,50 puntos), blandura (4,8 puntos) y redondez (4,63 puntos), se logró al curtir las pieles con 14 % de tara; que corresponde a cueros con una suavidad y caída ideal; elevando su preferencia por el artesano y consumidor final. La curtiembre vegetal se considera una tecnología limpia ya que se prescinde del curtiembre cromo y se obtienen resultados físicos y sensoriales en el cuero. La opción más adecuada es curtir con 14 % de tara (T1), ya que la relación beneficio costo fue de 1,22; es decir que, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 22 %, a la que se debería sumar un rubro muy importante considerado por el cuidado ambiental ya que no es necesario tratamientos primarios de los residuos líquidos.

## ABSTRACT

At the tanning laboratory of Animal Sciences Faculty (ASF) of ESPOCH was evaluated the goat leather tanning using a combination of different levels of *Caesalpinia spinosa* (tara) and oxalic acid through the use of 24 goat skins that were modeled with a completely random design. The results of the analysis of the physical resistance of goats' leather showed the best tensile strength (3297,90 N/cm<sup>2</sup>), elongation percentage (80,31 %) and lastometry (8.98 mm), when the leathers were tanning with 14 % tara in combination with 1 % oxalic acid producing a very resistant leather that is easily to give the shape of the article to be made and specially when the leather is exposed to friction, it does not break. The best classification of fullness (4.50 points), softness (4.8 points) and roundness (4.63 points) was achieved by tanning the leather with 14 % of tara which one corresponds to leathers with an ideal softness and fall, in this way raising the preference for the craftsman and final consumer. Vegetable tanning is considered a clean technology because the chromium tanning agent is discontinued thus physical and sensory results are obtained in the leather. The most appropriate option is tanning with 14 % tara (T2) since the cost-benefit ratio was 1.22; it means that for each dollar invested a profitability of 22 % is expected. Also should be added a very important item considered by environmental care as it not necessary primary treatments of the liquid waste.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES DE CABRA DE ACUERDO A LA EDAD DEL ANIMAL.	13
2.	ALIMENTOS QUE CONTIENEN ACIDO OXÁLICO.	28
3.	SOLUBILIDAD EN AGUA DEL ACIDO OXÁLICO.	29
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	32
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	36
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	36
7.	CÁLCULOS PARA OBTENER LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.	46
8.	EVALUACIÓN DE LAS PRUEBA FÍSICA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO.	51
9.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO.	59
10.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES (12, 14 Y 16 %), DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO.	70
11.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO.	72

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Histología de la piel.	4
2.	Estructura del ácido oxálico.	27
3.	Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	51
4.	Evaluación del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	54
5.	Lastimetría de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	56
6.	Llenura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	60
7.	Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	62
8.	Evaluación de la blandura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	64
9.	Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	66
10.	Redondez de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara), y 1 % de ácido oxálico.	67

**LISTA DE FIGURAS**

N°		Pág.
1.	Procedimiento para efectuar la medición del porcentaje de elongación.	43
2.	Corte de la probeta de cuero.	44
3.	Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.	45
4.	Equipo para realizar la medición de la resistencia al frote en seco.	45
5.	Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.	47
6.	Encendido del equipo.	47
7.	Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.	48
8.	Equipo para la medición de la lastometría del cuero.	49

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico
2. Evaluación del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico
3. Lastimetría de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia Spinosa* (tara) y ácido oxálico
4. Llenura de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico
5. Blandura de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico
6. Redondez de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico
7. Evaluación estadística en el programa infostat de las resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara.
8. Evaluación estadística en el programa infostat de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara.
9. Remojo y pelambre de las pieles caprinas.
10. Descarnado rendido y piquelado de las pieles caprinas.
11. Desengrase, segundo piquelado y curtido de las pieles caprinas.
12. Rehidratado, Neutralizado, recurtido, tinturado y engrase.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Una de las industrias más importante a nivel mundial es la industria curtiente, ya que por muchos años el cuero constituyo la mejor materia prima para lograr vestir a las masas; una de las ventajas que representa el cuero sobre otras materias primas es su resistencia y su alta belleza por lo cual se usa para confección de prendas de vestir denominadas exóticas que son de elevado costo, pero para que esto pueda ocurrir las pieles deben ser curtidas de la manera más adecuada, y se deben buscar nuevas tecnologías que logren mejorar las características del cuero así como logren mantener su naturalidad. Uno de los problemas que se apunta a resolver en la actualidad en la industria curtimbres es la contaminación que genera al medio ya que la utilización de químicos tóxicos son elevados, el principal problema que enfrenta en este sentido es el uso de cromo ya que por medio de estudios se ha logrado comprobar que la transformación que sufre el cromo cuando se dispone en las aguas residuales generan daños una vía rentable para esto es el uso de taninos obtenidos en las plantas, que tienen como función la transformación de las fibras de colágeno, pero este agente químico debe ser usado en combinación con otro agente curtiente, el ácido oxálico puede ser una combinación efectiva ya que este es de naturaleza orgánica, de buenas características y que se mezcla en el colágeno por su composición lo cual logra cambiar las condiciones de la piel.

El cromo es un metal pesado, la toxicidad sistemática del cromo se debe especialmente a los derivados hexavalentes que, a los trivalentes. El cromo trivalente presente en los residuos de piel curtida puede sufrir modificaciones en sus propiedades químicas según el ambiente en que se encuentre. De hecho, cuando se encuentra en un medio básico o se combustiona en presencia de cal u otra sustancia alcalina, tiende a transformarse a cromo hexavalente, forma mucho más tóxica de este metal, es por esto que surge la necesidad de realizar esta investigación ya que la tara nos permite obtener un cuero libre de cromo y reduce la contaminación ambiental el cual es la problemática más grande que existe en la industria del cuero, con nuestra investigación reducimos lo que es la contaminación ambiental y así mismo obtenemos un cuero de alta calidad ya que nos da



características resistentes a la luz y la propiedad de llenado y morbidez, manteniendo una flor lisa y firme.

La piel caprina es considerada, una piel fina por lo cual obtener un cuero de esta piel nos brinda calidad en un producto terminado, por lo cual nuestra investigación también se basa en aprovechar materia prima de alta calidad y de baja demanda para así dar a conocer que la piel caprina es fina dentro de la industria del cuero, pero para lograr conseguir una receta que sea optima en la curtición de pieles caprinas es importante que se genere investigación ya que mediante estas es la única forma de probar el uso de un químico sobre la piel, en nuestro país muchas veces se ha reducido esta investigación ya que los dueños de las curtiembres prefieren utilizar las técnicas aprendidas empíricamente que cambiar de técnica para mejorar las condiciones de curtición, es por ello que en el país todavía se conserva como agente curtiente el cromo que es el más empleado, pero mediante investigaciones se ha comprobado los daños que generan al ambiente y se ha demostrado que los taninos vegetales logran igualar las características de las pieles curtidas con cromo además de que estos taninos no generan contaminación ya que son de composición orgánica, por lo cual los objetivos planteados para la presente investigación fueron:

- Curtir pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) al 12 %, 14 % y 16 % y Ácido Oxálico al 1 %.
- Determinar el mejor tratamiento de *Caesalpinia spinosa* (Tara) al 12 %, 14 % y 16% en combinación con el Ácido Oxálico al 1 % en la curtición de pieles caprinas.
- Analizar las características físicas y sensoriales de la piel caprina curtida con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) al 12 %, 14 % y 16% en combinación con el Ácido Oxálico al 1%.
- Determinar los costos de producción y la rentabilidad bajo el indicador costo beneficio, de cada uno de los tratamientos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA PIEL**

Adzet. (2006), argumenta que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

#### **1. Partes de la piel en bruto**

Agudelo. (2007), señala que la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama "piel fresca" o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de caprinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

- El crupón
- El cuello
- Las faldas.

### **a. Crupón**

Según Bartolini. (2016), 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 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. La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos.

### **b. Cuello**

Según Borrás. (2016), el cuello corresponde a la piel del cuello y la cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26 % del peso total de la piel.

### **c. Faldas**

Para Gähr. (2016), 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 capacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. 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».

## **B. HISTOLOGÍA DE LA PIEL**

Cantera. (2009), añade que la estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún dentro de un mismo animal. Según la parte de la piel

que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas que provienen de numerosos factores. Los que tienen una mayor influencia son: la raza de los animales, las regiones de procedencia y las condiciones de crianzas de los animales. Estos factores influyen sobre las características del cuero acabado. Sin embargo y a pesar de estas diferencias la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los mamíferos tales como los caprinos, ovinos y equinos: buey, vaca, ternera, becerro, caballo, oveja cordero y cabra. De acuerdo con esto y para su estudio se tomará como estructura tipo la correspondiente a una piel vacuna fresca, teniendo en cuenta que después de la conservación su estructura varía.

Para Armendáriz. (2016), conocer la estructura interna de la piel es necesario efectuar cortes transversales de la misma con micrótomos de congelación. Los cortes de la piel se someten a diversas técnicas de tinción que diferencian sus elementos y se observan al microscopio. Desde el exterior hacia dentro se distinguen las siguientes capas: epidermis, dermis o corium y tejido subcutáneo, como se ilustra en el (gráfico 1).

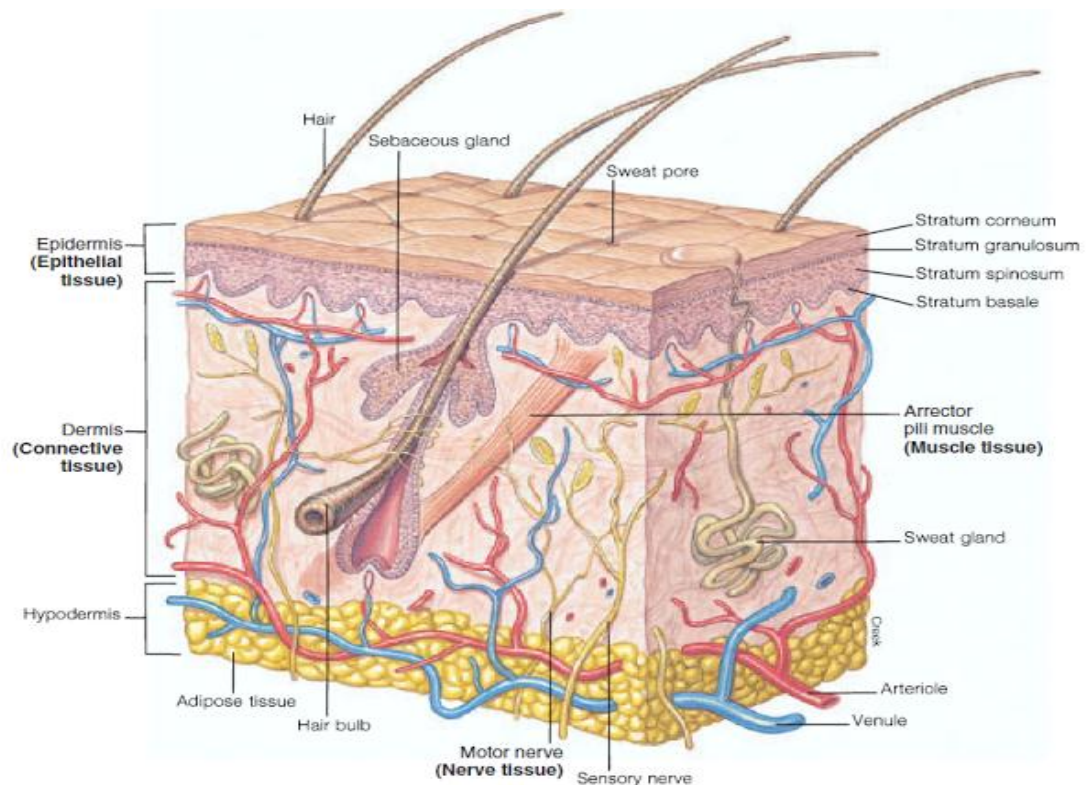


Gráfico 1. Histología de la piel.

## 1. La epidermis

Cantera. (2009), menciona que es el lado del pelo, es una capa delgada y estratificada. Aproximadamente representa el 1 % de espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre o embadurnado. Desde fuera hacia dentro la epidermis contiene las siguientes capas: Capa cornea, capa granular y capa mucosa de Malpighi o capa basal. Es la parte más superficial o externa de la piel y sirve de revestimiento. Aproximadamente representa el 1 % del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero se elimina en la operación de pelambre.

### a. La capa de Malpighi

Según Tomasin. (2016), forma la capa más profunda de la epidermis y es la que se encuentra, más próxima a la dermis. Formada por células vivas de aspecto mucoso o gelatinoso que tiene; poca resistencia y son fácilmente atacadas por la acción de las bacterias de la putrefacción y de las enzimas. Por los álcalis tales como:  $\text{Na}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y especialmente por el  $\text{Na}_2\text{S}$  y  $\text{NaHS}$ . En las zonas más profundas de esta capa mucosa se encuentra la capa generadora que está formada por una sola capa de células de forma prismática, colocadas una al lado de otras. Su cara inferior se apoya sobre la membrana hialina, y posee unas finas prolongaciones dirigidas hacia la dermis las cuales sirven para fijar la epidermis a la dermis.

### b. La capa granular

Para Agraz. (2016), esta capa presenta un desarrollo variable, según la especie de mamíferos de que se trate y también de la parte de la piel que se tome. Su grueso es siempre menor que el de la capa de Malpighi. A partir de esta capa, comienza producirse la degeneración de los núcleos.

### **c. La capa cornea**

Según Alves. (2016), a partir de la capa granular y a medida que ascienden las células éstas se van secando gradualmente, pierden sus estructuras nucleares y se van volviendo aplastadas, en forma de escamas. Las células en esta capa ya están muertas. Al mismo tiempo que se aplastan, se funden gradualmente para formar la densa capa queratinizada del estado córneo o capa córnea. Durante la vida animal, esta capa córnea se va desprendiendo en forma de finas láminas o costras las cuales van siendo remplazadas por otras células que están por debajo y que las van empujando.

### **d. Producciones epidérmicas**

Lacerca. (2003), indica que tienen su origen en la epidermis y son de tipo córneo; entre ellas se encuentra: el pelo, lana, pezuñas, cuernos, etc. el pelo es la producción epidérmica más importante para el curtidor. Su raíz se encuentra alojada dentro de unas bolsas formadas por un repliegue de la epidermis llamadas folículos pilosos. La base del pelo llega casi hasta el fondo de la capa papilar, en el folículo piloso se distinguen:

- La vaina epitelial externa que es una funda formada por la capa mucosa de Malpighi que se encuentra en el exterior de la dermis.
- La papila forma la fase del folículo piloso, constituido por la vaina epitelial externa. Y presenta un entrante por donde penetra la dermis.
- La vaina epitelial interna es una funda que está unida a la raíz del pelo y la recubre hasta una altura aproximada de un tercio de la del folículo piloso.

Libreros. (2003), señala que la mayoría de los mamíferos tienen dos clases de pelo: los de papila o papilares y los primarios. Los pelos papilares se encuentran acentuados en zonas más profundas de la piel y además, firmemente sujetos a ellas, son cortos y sedosos, mientras que los primarios son más largos y fuertes.

Los pelos primarios son más numerosos y en ellos se diferencian tres zonas: la médula, el cortex y la cutícula.

- La médula. Es la parte central del pelo, formada por grandes células redondas colocadas unas encima de otras.
- El cortex. Es el constituyente principal del pelo, formado por una capa de células más pequeñas y dispuestas paralelamente al eje del pelo.
- La cutícula. Es una envoltura externa del pelo, formada por una capa fina de células planas cornificadas colocadas como las tejas de un tejado.

## 2. Dermis

Libreros. (2003), indica que la capa más superficial o '*epidermis* que se compone de un estrato interno de las células pigmentadas que están en continua renovación, migrando empujadas por células nuevas hacia la superficie externa. Estas células poseen melanina, un pigmento imprescindible para la protección ante las radiaciones ultravioletas solares. Según se hacen más superficiales, se queratinizan dando lugar al estrato córneo de la epidermis, mueren, se hacen escamosas (estrato escamoso de la epidermis) y acaban por desprenderse dejando paso a las que se sitúan en estratos más profundos. Bajo la epidermis se halla la dermis. Es una capa de células muy activas integradas en un tejido con gran cantidad de colágeno responsable de la elasticidad de la misma. Es un estrato muy vascularizado y con gran cantidad de terminaciones nerviosas, responsable de la continua renovación de las células epidérmicas. La dermis es el asiento del pelo, que no es sino un conjunto de células del estrato epidérmico muy queratinizadas y modificadas que dan lugar además a la formación de otras estructuras fanerópticas.

Hidalgo. (2004), manifiesta que el folículo piloso posee un pequeño haz de fibras musculares que se insertan bajo el estrato epidérmico y cuya contracción da como respuesta el movimiento del pelo ante estímulos de frío, sorpresa o miedo. Se trata

del músculo erector del pelo. El estrato dérmico incluye varios tipos de glándulas: sebáceas, sudoríparas y especializaciones de éstas en odoríferas y lácteas.

- Las glándulas sebáceas desembocan en el folículo piloso o raíz del pelo y tienen como misión sintetizar compuestos grasos que lubrican piel y pelo protegiéndolos.
- Glándulas sudoríparas: Las glándulas sudoríparas son las encargadas de eliminar agua para intervenir simultáneamente en los mecanismos de intercambio hídrico y termorregulador. A la vez, junto al agua, eliminan sales y sustancias de desecho. No se reparten uniformemente por la superficie corporal y no existen de manera constante en todos los mamíferos en determinada región corporal. En el canal auditivo, se transforman en glándulas ceruminosas, que tienen como misión evitar la deshidratación del tímpano y mantener su elasticidad.
- Glándulas odoríferas: Las glándulas odoríferas son las glándulas sudoríparas modificadas, están encargadas de eliminar sustancias aromáticas que tienen como fin primordial la indicación de determinados estados anímicos, sociales o fisiológicos del animal y que, en casos extremos como el de las mofetas, sirven como poderoso sistema defensivo.
- Glándulas mamarias: Las otras glándulas sudoríparas modificadas son las lácteas, capaces de sintetizar un compuesto líquido llamado leche que sirve como alimento a los mamíferos durante las primeras etapas de su vida. Las glándulas se estructuran entre sí para desembocar conjuntamente a través de un esfínter denominado pezón en el vértice de las mamas. El orden Monotremata constituye una excepción, pues las glándulas no se estructuran en mamas sino que abren directamente en poros diseminados por la región ventral. Estas glándulas, como las demás, no se localizan en la misma región en todos los mamíferos, y mientras que las anteriores conocen gran diversidad de localizaciones según las distintas especies, las mamas, se sitúan, en número variable, en la región ventral del cuerpo (frontal en bípedos) formando dos líneas a ambos lados del cuerpo, entre las regiones torácica y pélvica.



### **3. La capa reticular**

Luck. (2009), explica que se extiende, aproximadamente, a partir de la base de los folículos pilosos y se llama así por su aspecto de red. Está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45 ° con relación a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50 – 80 % del total de la dermis, dependiendo de la edad del animal. Al ir éste envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de la flor sería cada vez mayor.

#### **a. Tejido conectivo**

Hidalgo. (2004), indica que la dermis está formada esencialmente por las células conectivas y las fibras. Las células conectivas son de un tipo especializado y se llaman fibroblastos porque generan las fibras. Como cualquier otra clase de células su protoplasma está constituido por proteínas solubles en medio acuoso, las cuales puedan desnaturalizarse mediante el calor y las sustancias químicas. Las principales fibras son las de:

- Colágenos
- Elásticas
- Reticulares

#### **b. Fibras de colágeno**

Para Caleta. (2016), la estructura Fibrosa de la dermis está constituida fundamentalmente por un entramado irregular de fibras de colágeno, así llamadas por que por acción del agua caliente se transforman en gelatina. En este entramado fibroso aparecen en primer lugar los haces de fibras, con un diámetro aproximado de 20 micras. Los cortes transversales de estas fibras elementales dejan ver que poseen diferentes formas y tamaños. Estas fibras a fuertes campos en radiaciones ultrasónicas se pueden conseguir su desfibrilación en otras más finas llamadas fibrillas en filamentos que son los elementos más simples observados con el

microscopio electrónico todavía con aspecto fibroso. La molécula de colágeno tiene una longitud y un diámetro aproximado de 3.000 y 14 Å respectivamente, sus tres cadenas están unidas entre sí por uniones químicas estables y por enlaces tipo puente de hidrógeno entre un átomo de hidrógeno de una cadena con otro átomo de oxígeno de otra cadena vecina.

### **c. Fibras elásticas**

Portavella. (2005), analiza que se llaman fibras elásticas por tener la propiedad de recuperar su forma primitiva cuando son estiradas, de una manera similar a la goma. Se presentan en dos formas diferentes.

- En forma de fibras con un diámetro más fino que las fibras de colágeno, individuales y ramificadas, formando un enrejado de fibras. En este caso se encuentran distribuidas en la piel de una manera no homogénea, acostumbran a ser muy abundantes en la capa papilar y se encuentran solo algunas en las capas intermedias.
- Su gran estabilidad hidrotérmica, pues resiste la acción del agua hirviendo sin transformarse en gelatina.
- Es digerida por las enzimas elásticas.

### **d. Fibras de retícula**

Para Bouchard. (2016), cuando se aplican técnicas de tinción con sales de plata se observan sobre las preparaciones microscópicas y al lado de las fibras de colágeno que aparecen en tono rosado, otro tipo de fibras en tono negro, que son las fibras de reticulada, las cuales forman el llamado tejido reticular. Las fibras de reticulada se diferencian de las fibras de colágeno por su alto contenido en materia glúcido - proteica.

### **e. Otros componentes**

Portavella. (2005), analiza que además de las fibras que forman fundamentalmente la dermis, se encuentran también otros componentes: vasos sanguíneos, nervios células, grasas y tejido muscular. La dermis esta regada por una abundante red de arterias que llevan la sangre hasta el mismo borde de la capa de la flor y por otra red de venas que la recogen. En la piel se encuentran sustancias grasas, en forma de depósitos grasos localizados en las glándulas sebáceas, y en el tejido adiposo que a veces lleva adherido por el lado carne la piel desollada, repartida por todo su espesor en forma de células grasas. La sustancia grasa contenida en las glándulas sebáceas, es cuantitativamente poco importante, la grasa celular de la dermis, sin embargo acostumbra a ser causa de grandes inconvenientes, principalmente cuando se procesan varios tipos de pieles.

### **C. PIELES CAPRINAS**

Bartolini. (2016), manifiesta que la piel está constituida básicamente por: agua 64 %, proteínas 33 %, grasas 2 %, sustancias minerales 0.5 %, otras sustancias 0.5 %, las proteínas las podemos diferenciar en: colágeno 94-95 %, elastina 1 %, queratina 1-2 % y el resto proteínas no fibrosas. Además, de contaminación externa como orina, estiércol, tierra y otros. Si una piel, tal y como se separa del animal, se abandona en ambiente cálido y húmedo, comienza en ella un proceso de putrefacción. Esto se puede evitar añadiendo una solución bactericida, pero de cualquier forma, al secarse se convierte en un producto coriáceo sin ninguna flexibilidad. La piel separada del animal debe ser lavada tan pronto como sea posible, pues la suciedad y sangre del suelo de los mataderos producen rápidas contaminaciones bacterianas capaces de provocar un deterioro tan grande que nunca se pueda obtener de ella un cuero de calidad. Una vez lavada, se extiende en el suelo limpio, dejando hacia arriba la parte de la carne, sobre la que se añade sal común en la proporción de 0,5 a 1 Kg. (en granos de 1 a 3 milímetros de diámetro), por cada kilogramo de piel.

Hidalgo. (2004), manifiesta que para su conservación, conviene añadir antisépticos, con los que se consigue conservarla durante largos periodos de tiempo, siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. El paso anterior al proceso de curtición; es decir, la producción de pieles crudas, es el que adolece de los peores niveles de tecnología industrial, es más, ésta es casi inexistente. La piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja. Sin embargo, en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada.

Jiménez. (2016), indica que la capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. Esto ha provocado que la calidad de este producto, según varios estudios realizados, sea baja; llegándose inclusive a considerar a la piel y cuero ecuatorianos entre los de menor calidad en América Latina, en el cuadro 1, se indica la clasificación de las pieles de cabra de acuerdo con la edad del animal.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES DE CABRA DE ACUERDO A LA EDAD DEL ANIMAL.

PIELES DE CABRA	EDAD DEL ANIMAL
Cabritos	Se refiere a las crías que se mantienen mamando hasta la edad de unos 2 meses.
Pastones	Son los animales de 2-4 meses de edad que ya comienzan a pastar.
Cabrioles	Son los machos de 4-6 meses de edad.
Cegajos	Son las hembras de 4-6 meses de edad
Cabras hembras	De más de 6 meses de edad.
Machetes	Machos de más de 6 meses de edad.

Fuente: Jiménez. (2016).

Vanvlimer. (2016), manifiesta que entre los principales obstáculos que han frenado el desarrollo de la industria del cuero se basan en que la piel de ganado caprino, ovino, caprino, etc., 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. Las ganaderías reducen considerablemente la calidad de la piel por:

- Utilización de alambres de púas, prohibido en otros países productores de piel, y deficiente alimentación, maltrato y golpes.
- Marcas con fuego, también reglamentado en otros países, plagas, especialmente garrapatas principalmente en la costa y oriente.
- El transporte es inadecuado para el ganado, que viaja atado y hacinado, generando daños adicionales a la piel.
- Los camales producen varios daños irreversibles en las distintas etapas del proceso de matanza (cortes, manchas, sellos, etc.) y preservación preliminar de la piel (salado y/o congelamiento).
- Por último, la conservación de la piel por intermediarios y curtiembres no es óptima, para conseguir una piel de calidad. En general por lo anotado y por deficiencias en sus propios procesos, pocas curtiembres logran productos terminados de calidad internacional. Adicionalmente, en muchos casos el producto de buena calidad que existe se lo envía a Colombia.

Abraham. (2001), indica que la cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de los que se pueden aprovechar su carne y su leche. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África, Sudamérica. Las pieles muchas veces son originarias de aldeas pequeñas que se encuentran en zonas muy diversas por tanto su calidad varía considerablemente.

## **D. PROCESOS DE RIBERA EN LAS PIELES CAPRINAS**

### **1. Remojo**

Borrelli. (2001), indica que los objetivos del remojo son fundamentalmente dos: rehidratar la piel y eliminar las suciedades, grasas, etc. que acompañan a la piel y deben eliminarse lo antes posible. Estos objetivos se consiguen mediante empleo de agua como producto principal, de tensoactivos, bactericidas, opcionalmente de enzimas, y alguna pequeña cantidad de álcali. Y de efectos mecánicos también.

### **2. Pelambre y calero**

Borrelli. (2001), menciona que una vez la piel esta hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo el siguiente paso es el pelambre (no en todas las pieles ya que hay algunos artículos en los que se conserva la lana). El pelambre es una hidrólisis química que provoca el hinchamiento de la piel y hace que se desprenda el pelo, y se descompone. El depilado de las pieles se puede realizar de distintas maneras.

Según Hermanutz. (2016), antes del pelambre se hacía únicamente con cal y duraba 15 días. Ahora se utiliza el sulfuro y sulfhidrato sódico, pero al ser tan altamente contaminante se está trabajando con otras alternativas como puede ser la utilización de aminas o enzimas, el pelambre oxidativo, pelambres con recuperación de pelo, etc. También existe el pelambre manuela que se utiliza para piel ovina. Se efectúa por embadurnado aplicando la pasta por el lado carne. Se quema la raíz y se extrae fácilmente. Este método también se puede hacer en piel vacuna pero la pasta tarda mucho en penetrar. La adición de los productos se hace en tres tomas para que las pieles se hinchen despacio. Lo ideal sería que no se produjera hinchamiento, pero con la adición de álcalis es inevitable. Las aminas y los tensoactivos disminuyen la velocidad de hinchamiento y disminuyen el hinchamiento. La flor queda más fina.

Buxadé. (2006), indica que el que al aplicar hidróxido de sodio la alcalinidad sube más despacio y el hinchamiento se produce más lentamente. Si se pone la cal primero, se inmuniza el pelo y no se extrae, se utiliza para los pelambres con recuperación de pelo. Si la cal se pone después, se produce en la piel un hinchamiento osmótico debido a los grupos (OH). Se produce un hinchamiento de la fibra y un acortamiento lo que provoca rigidez en la piel, que se conoce como turgencia. El ion  $\text{Ca}^{2+}$  produce un hinchamiento hidrotrópico, es decir, disminuye el hinchamiento evitando que la fibra se acorte. Los grupos (OH<sup>-</sup>) provocan el hinchamiento de la piel, y  $\text{Ca}^{2+}$  hidroliza las fibras atacando en donde se produce el acortamiento evitando así, las arrugas y favoreciendo la entrada de agua entre las fibras. La tendencia que siguen los procesos de pelambre es reducir la cantidad de sulfuro a la mitad mediante la introducción de enzimas, la recuperación del pelo y la disminución del tiempo empleado.

### **3. Descarnado**

Buxadé. (2006), manifiesta que el principal objetivo en esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de fabricación con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor más regular posible para la adecuada realización de las operaciones posteriores. Con el descarnado se obtiene la carnaza, que es un subproducto que contiene proteínas y grasas (en mayor cantidad en el caso de pieles de cordero). Para recuperar y aprovechar las grasas se tiene que prensar la carnaza en caliente. Los restos proteínicos se trituran y secan para utilizarlos para piensos, abonos, etc.

Hidalgo. (2004), indica que la piel vacuna se tiene que descarnar y dividir. Pero la piel pequeña, al no tener generalmente que dividirlas, se pueden descarnar después del desencalado. Esto hace que los operarios puedan trabajar sin guantes, ya que las pieles no resbalan, se evita la bicarbonatación y las carnazas son más aprovechables aunque se deben tratar rápidamente puesto que en caso contrario entran en putrefacción.

#### **4. Dividido**

Para Centro de Investigación y Tecnología del Cuero. (2016), la operación de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sin-fin, que se mueve en un plano paralelo al lado de flor y al lado de carne. La parte de piel que queda entre la cuchilla y la flor es la que será el cuero terminado, y la parte entre la cuchilla y la carne es el cerraje, que según su grosor puede ser más o menos aprovechable. El dividido de la piel se puede efectuar en estado de tripa descarnada, que es lo más habitual, después de curtir al cromo, y más raramente en pieles piqueladas, pieles en bruto y pieles secas casi terminadas. El dividido en tripa tiene como ventajas que se obtiene un lado de flor más delgado, en el cual será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen, mejorando la penetración de los productos. De esta manera se conseguirá una mejor calidad del cuero terminado y mayor pietaje al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición, además existe la posibilidad de tratar el cuero y el cerraje obtenido de formas distintas

Soler. (2004), reporta que el inconveniente principal de dividir en tripa es que se requiere mayor número de operarios, se tienen que manejar pieles más pesadas y es difícil de ajustar el grosor del dividido al espesor del artículo final, debido al estado de hinchamiento de la piel. El dividido en cromo tiene como ventajas principales la velocidad de la operación, el menor empleo de mano de obra, mayor regularidad y ajuste más fácil del grosor. Como inconvenientes hay el escaso valor del recorte cromado del cerraje, la dificultad de penetración de los productos en las operaciones de desescalado, rendido, piquel y curtición, posibilidad de aparición de arrugas y ligera disminución del pietaje final.

#### **5. Desescalado y rendido**

Según Luneti. (2016), el desescalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto el hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. El objeto del rendido es lograr por medio de enzimas



proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel de, grasas, proteínas no fibrosas, etc. La acción de los enzimas proteolíticos sobre el colágeno consiste en una degradación interna o hidrólisis topoquímica de las fibras colagénicas sin producirse productos de solubilización. Esta degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histéresis del hinchamiento.

- Ácido láctico: lleva lactonas que se van hidrolizando poco a poco, desdoblándose por acción de los álcalis en la forma ácida. A medida que se elimina la cal de la piel, ésta reacciona con la lactona, para dar más ácido. Es como un autodesencalado que evitará problemas de hinchamiento y el desencalado será bastante regular.
- Anhídrido carbónico: antes se pensaba que no funcionaba bien, pero se ha demostrado que el exceso de anhídrido carbónico da bicarbonato cálcico y no carbonato, evitando así la flor áspera. Pero el problema estriba en que es un proceso muy lento y difícil de completar con éxito.
- Sulfato de amonio: forma tampones alrededor de  $\text{pH}=8$ . Es un producto barato que si se utiliza en exceso no afecta a la calidad de las pieles, pero sí a las aguas residuales.
- Cloruro de amonio: este producto junto la cal forma cloruro cálcico e hidróxido amónico. Este Cloruro cálcico formado, debido a su poder liotrópico, puede aflojar mucho la estructura del colágeno, especialmente en los flancos, dando pieles vacías. Los tensoactivos se ponen en el rendido para limpiar un poco la flor. Si no se adicionan enzimas en el proceso, las pieles quedan duras y poco elásticas y la flor rompe. Pero se debe controlar la cantidad, ya que si hay un exceso de enzimas nos podemos quedar sin pieles, por su efecto de degradación de las proteínas. Una forma de ver si hay una cantidad de enzimas suficiente y el rendido ha sido correcto, se toca con el dedo la piel y si éste permanece mucho tiempo marcado es que está blanda. También se hace una bolsa de aire para ver si están los poros limpios.

## 6. Desengrase

Cotance. (2004), indica que la necesidad del desengrase viene dada por los inconvenientes que reporta su presencia durante el proceso de fabricación y sobre todo por la calidad deficiente que se obtiene en el cuero terminado. Los motivos por los que la grasa dificulta la fabricación correcta del cuero pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales: La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración. La grasa no es miscible con agua y por consiguiente, la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa. Incluso impide la penetración del agua hasta el micro-estructura del colágeno durante el remojo de la piel, con lo cual aparecerán zonas de la piel en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, apareciendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc.

Según Oppermann. (2016), este enranciamiento provoca una especie de curtición de las pieles, sobre todo secas, durante el período de almacenaje. La estabilización del colágeno si es total provoca que las zonas rancias no se remojen, y al final de la fabricación aparezcan duras y apergaminadas. Con enranciamiento parciales cuanto mejor sea el desengrase así como todas las operaciones de ribera, menor será la incidencia del problema en el cuero acabado. Lo más eficaz es evitar el enranciamiento durante el almacenaje de las pieles, manteniéndolas a temperaturas bajas mediante un frigorífico a 5-8 °C y procurar no alargar el almacenaje de forma innecesaria. La distribución de grasa en una piel no es regular, ya que las zonas con más contenido en grasa son las del cuello, la espina dorsal y la culata.

Hidalgo. (2004), menciona que hay más grasa en el centro y va disminuyendo hacia las faldas. Pero en general se pueden indicar unos promedios de contenido total de grasa en diferentes razas de animales. La piel vacuna y de cabra contiene menos grasa que la piel lanar. La piel de cerdo tiene la grasa debajo de la piel, y por tanto si está bien descarnada no lleva mucha grasa.

## E. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA

Para Vandevivere. (2016), la curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Bacarditt. (2005), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cuál sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal. En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples

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

## **F. CURTICIÓN VEGETAL**

Para Verstraete. (2016), este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidura hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial, son importantes, naturalmente, sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes, pues los transportes las encarecen. Además, por supuesto de que el tanino obtenido permita lograr un cuero de buena calidad. El proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende dos etapas.

- Se debe procurar que penetre la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Rieche. (2006), informa que los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en los citadas partes de las plantas como son:

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, su peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo estabilización frente a la putrefacción y dando la base

para dar cueros apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40 °C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptidicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua eliminan casi todo el tanino fijado en la piel.

- No taninos: Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- Insolubles: Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan. Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente.

## 1. Tara

Según Eucerín. (2016), la tara, taya o guarango (*Caesalpinia spinosa*) es una especie forestal originaria de los valles andinos desde Venezuela a Chile y crece bien entre los 1500 y 3000 msnm. La tara produce unas vainas y semillas de las cuales se extrae una serie de productos, entre los más importantes un tanino utilizado para curtiembre y una goma utilizada en la industria alimenticia. Otras virtudes de la tara son que es un árbol que produce durante 60 años, y al ser una leguminosa, aporta nitrógeno al suelo, y crece muy bien en suelos pobres. Todas

estas características hacen que la tara se constituya en una excelente alternativa para la recuperación de áreas degradadas en los Andes se ha priorizado el trabajo con tara a nivel regional porque considera que, además de ser una especie promisoría para reducir las presiones a los ecosistemas forestales andinos, y de ser un negocio que permite mejorar los ingresos de las comunidades, es una especie endémica en los tres países en que trabaja (Bolivia, Ecuador y Perú).

Según Cartagena. (2016), el Perú exporta productos derivados de la tara desde hace más de 60 años y se ha constituido en el primer productor mundial de harina y goma de tara. Ecuador y Bolivia también son productores de tara, pero mientras el Perú exporta en productos lo extraído de 25 000 toneladas métricas de vaina, Ecuador y Bolivia exportan menos de 200 cada uno. En el Perú la mayor parte de la producción es el resultado de procesos de recolección de árboles naturales o manejados. En el caso de Bolivia y Ecuador la situación es un tanto distinta pues el desconocimiento de su potencialidad económica así como la inexistencia de un mercado formal, han hecho que las poblaciones locales no valoren los remanentes de tara y éstos estén desapareciendo. En los tres países se ha podido observar el interés de actores locales por organizarse y ser más eficientes en la producción. La experiencia peruana en los procesos de manejo y transformación ha sido compartida con los otros dos países, un ejemplo de intercambio de experiencias “sur-sur”. En 2009 y gracias a un acuerdo de colaboración con la Comunidad Andina (CAN) se está procurando involucrar a otros actores que aporten a reflexiones mayores con otras especies a nivel regional. Partiendo de este interés, el ECOBONA ha identificado su rol regional en apoyar procesos productivos de tara bajo criterios de sostenibilidad ambiental y beneficios sociales. En un primer momento a través de talleres nacionales y regionales, se puso en contacto a expertos y expertas de los diferentes países lo cual permitió identificar prioridades ambientales, de investigación, productivas y de comercialización a nivel regional. Bello, M. (2010), menciona que en el campo de la investigación, el Programa Regional ECOBONA ha venido colaborando con el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, entre otros centros de investigación de la región. Con esta entidad se han llevado a cabo varios estudios sobre la variabilidad genética de la especie en

Ecuador. En la publicación que ahora presentamos se incluyen los resultados del análisis de la variabilidad genética de cinco remanentes de la especie en el Ecuador así como su contenido de taninos con el objetivo de, tal como dicen sus autoras, aportar al conocimiento integral de la especie para un manejo y conservación adecuados.

Agudelo. (2007), señala que los resultados de este estudio contribuyen a la generación de información de utilidad para los diversos actores que a nivel regional trabajan para lograr el tan buscado desarrollo sostenible en los Andes. *Caesalpinia spinosa* es un árbol nativo de los Andes, crece de forma silvestre o cultivada, en varios países de la región andina de Sudamérica. Los nombres comunes de la especie son “taya” en el Perú; “divi-divi de tierra fría”, “cuica” o “serrano” en Colombia, “vinillo” o “guarango” en el Ecuador; “tara” que parece ser el nombre más conocido internacionalmente- en Bolivia, Chile y Venezuela, y “acacia amarilla” o “dividivi” de los Andes” en Europa ( De la Cruz 2004). La tara tiene una distribución entre 4 ° N y 32 ° S, desde Venezuela hasta el norte de Chile. En el Ecuador está en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Loja, dentro de un rango altitudinal que va desde los 1 500 msnm hasta 3 000 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra principalmente en las valles secos interandinos, en áreas que corresponden de cromo y otros productos tóxicos en el proceso de curtiembre de cuero; además, estos compuestos le confieren al cuero tratado resistencia y elasticidad.

Agudelo. (2007), señala que los taninos, además, son utilizados actualmente industrialmente en la fabricación de diversos productos como plásticos y adhesivos, galvanizados y galvanoplásticos, así como para la conservación de aparejos de pesca por su condición bactericida y fungicida; se usan asimismo como clarificadores de vinos y como sustitutos de la malta para dar cuerpo a la cerveza; en la industria farmacéutica tienen un amplio uso terapéutico y también se utilizan en protección de metales, cosmetología, perforación petrolífera, industria del caucho, mantenimiento de pozos de petróleo y como parte de las pinturas por su acción anticorrosiva. Otro producto obtenido de la especie es el ácido gálico, utilizado como antioxidante en la industria del aceite y en la industria cervecera

como un elemento blanqueante o decolorante, así como en productos relacionados con fotografía, tintes, manufactura del papel, farmacia y grabado o litografía. En la medicina industrial forma parte de medicamentos gastroenterológicos para curar úlceras y de medicamentos cicatrizantes, antiinflamatorios, antisépticos, antidiarreicos, antimicóticos, antibacterianos, antiescorbúticos, odontálgicos y antidisentéricos. Además, la al ecosistema de Matorral Seco Montano.

## **G. ÁCIDO OXÁLICO**

Cartagena. (2016), indica que el ácido oxálico está clasificado dentro de los ácidos carboxílicos, estos son compuestos químicos cuya característica principal es el poseer un grupo funcional llamado carboxilo o carboxi. Dentro de su composición, el ácido carboxílico cuenta con el grupo carboxilo, esto se nota cuando observamos su fórmula química:  $\text{HOCCOOH}$ . Comercialmente circula en la forma deshidratada del ácido oxálico como la más común. Se caracteriza por ser uno de los ácidos orgánicos más fuertes y sus derivados son conocidos como oxalatos. En comparación con el ácido acético, por ejemplo, el ácido oxálico es aproximadamente 3,000 veces más fuerte. El ácido oxálico es un ácido orgánico saturado, tiene una cadena normal, es el más simple de los ácidos dicarboxílicos alifáticos y también se le conoce como ácido etanodioico.

Hidalgo. (2004), indica que en la naturaleza, el ácido carboxílico se presenta en las plantas del género *Oxalis*, de ahí se deriva el nombre oxálico. Pero también tiene una fuerte presencia en diferentes vegetales, como las espinacas, que son de consumo humano. Sin embargo, también se puede obtener mediante procesos industriales como la oxidación de carbohidratos, principalmente el almidón. Otra forma industrial de obtener ácido oxálico es mediante dos oxidaciones consecutivas, la primera usando ácido nítrico y la segunda, el oxígeno del aire, ambas en presencia de un catalizador. El ácido oxálico (o ácido etanodioico), de estructura  $\text{HOOC-COOH}$ , es el más simple de los ácidos dicarboxílicos alifáticos. La forma comercial más común es la deshidratada, de fórmula molecular:  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . También puede expresarse la fórmula como:  $\text{HOOC-COOH}, 2\text{H}_2\text{O}$ . Se trata de un ácido orgánico saturado, de cadena normal, y muy fuerte (10000



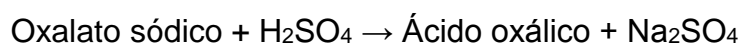
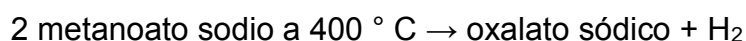
veces más fuerte que el ácido acético). Gracias al enlace entre los dos grupos carboxilos, el ácido oxálico es uno de los ácidos orgánicos más fuertes ( $pK_{A1} = 1,27$  y  $pK_{A2} = 4,27$ ). Los aniones del ácido oxálico, así como sus sales y ésteres, se conocen como oxalatos.

## 1. Origen y producción del ácido oxálico

El ácido oxálico se produce en estado natural en forma de oxalato de potasio o de calcio en las raíces y rizomas de muchas plantas, como la acedera, el ruibarbo, la remolacha, y las plantas de la familia Oxalis. El nombre habitual de "ácido oxálico" proviene de la palabra de origen griego axys (agrijo), debido a su sabor amargo. El compuesto químico puro fue descubierto en 1776 por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele en el proceso de oxidación del azúcar por el ácido nítrico. De ahí que al ácido oxálico se le llamara también "ácido de azúcar". Friedrich Wöhler sintetizó este producto natural en 1824, y marcó el inicio de la síntesis química de productos naturales y la destrucción de las doctrinas de la fuerza vital, que separaba el reino mineral drásticamente del reino vegetal o animal. (Caleta. 2016).

## 2. Fabricación industrial

Para Caleta. (2016), la oxidación de los carbohidratos, en particular el almidón, produce ácido oxálico, el cual se transforma a menudo en su sal de potasio. Diferentes métodos conllevan la fusión alcalina de la celulosa. También se puede obtener el ácido oxálico con monóxido de carbono e hidróxido de sodio. Otro método consiste en calentar el formiato de sodio. De forma industrial, el ácido oxálico se obtiene mediante dos oxidaciones sucesivas, utilizando ácido nítrico y el oxígeno del aire en presencia de un catalizador. Otro método industrial de obtenerlo es a partir de metanoato de sodio en dos pasos:



Ecuaciones:

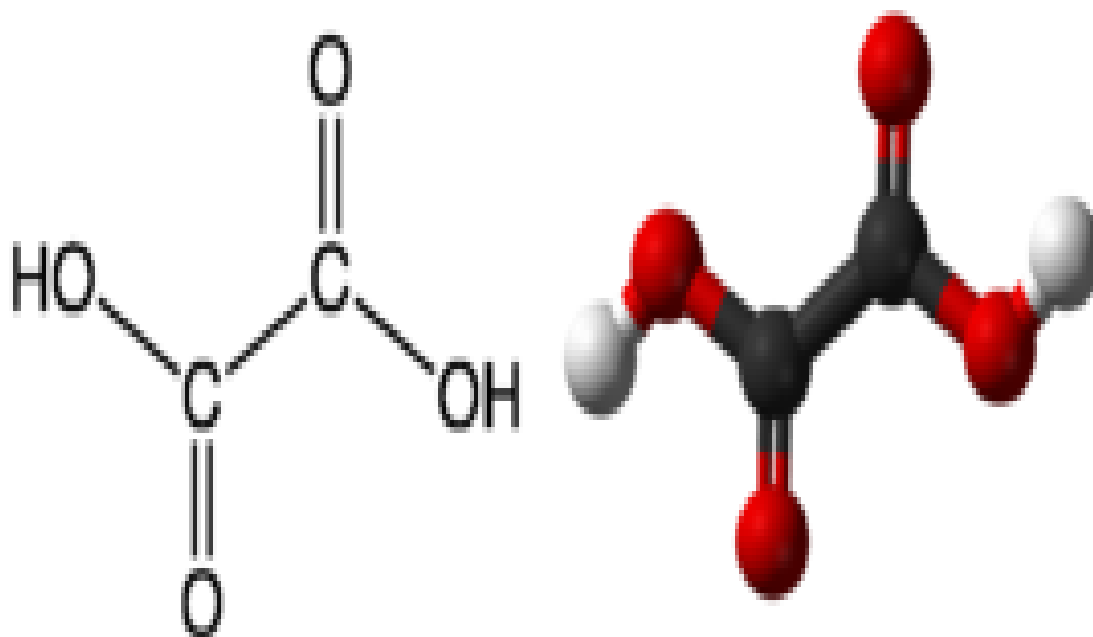
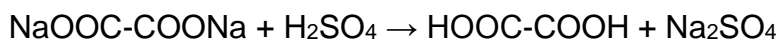


Gráfico 2. Estructura del ácido oxálico.

### 3. Alimentos con ácido oxálico

Para Rodríguez. (2016), el ácido oxálico y los oxalatos se encuentran en muchas plantas. Alimentos comunes con un alto contenido de ácido oxálico son: cacao, chocolate, nueces y avellanas, bayas, ruibarbo, frijoles, acedera y espinacas. Algunas especies de *Penicillium* y *Aspergillus* convierten el azúcar en oxalato de calcio con un rendimiento del 90 % en condiciones óptimas, en el cuadro 2, se indica los alimentos que contienen ácido oxálico.

Cuadro 2. ALIMENTOS QUE CONTIENEN ACIDO OXÁLICO.

Plantas	Ácido oxálico (mg/100 g, peso seco)
Espinacas	460 - 3200
Ruibarbo	500 - 2400
Acelga	690
Perejil	190
Remolacha	340
Hojas de remolacha	> 12000
Cacao	4500
Té	3700
Pencas de Platyopuntia	13000

Fuente: Rodríguez. (2016).

#### 4. Propiedades del ácido oxálico

Según Saldarriaga. (2016), el ácido oxálico es un sólido cristalino, incoloro e inodoro. La forma de dihidrato translúcido (polvo blanco) es soluble en agua, el 12,5 % en masa. Es poco soluble en solventes orgánicos. La forma anhidra es muy soluble en alcohol, muy poco en el éter, e insoluble en benceno y cloroformo. Al calentarse en presencia de ácido sulfúrico se descompone en agua, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Las sales no alcalinas de oxalato son insolubles en agua. Las propiedades físicas del ácido oxálico son:

- Sabor amargo.
- Sólido cristalino e incoloro. Sublima a 150 °C. Densidad = 1,653 g/cm<sup>3</sup>
- Parcialmente soluble en agua, etanol y otros disolventes.
- Su solubilidad en agua depende de la temperatura:

Cuadro 3. SOLUBILIDAD EN AGUA DEL ACIDO OXÁLICO.

Temperatura	Solubilidad (g/100 g)
0 °C	3,5
10 °C	5,5
17,5 °C	8,5
20 °C	9,5
30 °C	14,5
40 °C	22
50 °C	32
60 °C	46
80 °C	85
90 °C	120

Fuente: Saldarriaga. (2016).

## 5. Propiedades químicas

Hidalgo. (2004), manifiesta que las propiedades químicas del ácido oxálico se describen a continuación:

- En solución acuosa libera dos cationes (2H<sup>+</sup>) por molécula.
- Grado de ionización: 60 %
- Muy ácido y muy venenoso.
- Reacciona violentamente con agentes oxidantes fuertes.

Se deshidrata de forma intramolecular en medio ácido:  $\text{Ácido oxálico} + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  Reacciona con bases formando oxalatos:  $\text{HCOO} - \text{COOH} + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + [\text{Na}][\text{COO} - \text{COO}][\text{Na}]$  (oxalato de sodio). En solución acuosa es sensible a la luz y al aire, formando dióxido de carbono.

## **6. Toxicidad y biología del ácido oxálico**

Para Verstraete. (2016), el ácido oxálico produce irritaciones locales importantes. La fácil absorción a través de las membranas mucosas y la piel causa trastornos en la circulación sanguínea y daño renal. Este ácido puede irritar el esófago y el estómago cuando se ingiere, y causar daño renal (cálculos, oliguria, albuminuria, hematuria). Es letal en dosis altas, ya que el precipitado de oxalato cálcico provoca obstrucción renal. Aparece en la orina de los animales y humanos en forma de oxalato de calcio y ácido oxalúrico ( $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{CO}_2\text{H}$ ). Las personas sanas pueden comer alimentos que contienen ácido oxálico u oxalatos, pero en pequeña cantidad, y no se recomienda para las personas con cálculos renales, gota o artritis. La ingesta de calcio o magnesio inhibe el paso de ácido oxálico a la sangre desde el tracto gastrointestinal.

## **7. Efecto biológico**

Según Vulliermet. (2016), debido a su capacidad para unirse a ciertos minerales como el calcio, hierro, sodio, potasio o magnesio, el consumo de alimentos ricos en ácido oxálico puede causar deficiencias nutricionales. Las altas concentraciones de metales pesados (aluminio, mercurio, plomo y cadmio) envenenan a las plantas, impidiendo su crecimiento. Las raíces de una planta china, conocida como trigo sarraceno, cuando son expuestas a concentraciones de aluminio, secretan ácido oxálico, que se combina con los iones de aluminio formando un complejo que no inhibe su crecimiento. En animales y humanos, las sales de ácido oxálico (oxalatos) son el principal componente de los cálculos renales (piedras en el riñón).

## **8. Usos y aplicaciones del ácido oxálico**

Para Zachara. (2016), se usa para el blanqueado de textiles, cuero y madera, y también como agente mordiente (fijante) para las tinturas. Es un producto industrial cuya producción anual se estima en 140000 toneladas por año en 2000. Comercializado en cristales y una vez disuelto en agua, es muy eficaz para eliminar

las manchas de óxido y moho del suelo, la ropa, etc. También parece interesante para quitar manchas de sudor en la tela blanca. El ácido oxálico se utiliza en las siguientes áreas:

- Tratamiento de superficies de metales y eliminación de óxido y pulido de mármol.
- Productos anti-sarro, y blanqueador (textiles, papel, corcho, paja, cuero, madera).
- Fijación de los colorantes para el teñido de lana e iniciador en la fabricación de polímeros y obtención de colorantes y tintas.
- Monómero para la preparación de fibras y películas de plástico y polietileno-oxalato), que tienen una buena resistencia mecánica y un buen desempeño frente al calor.
- En gravimetría, se utiliza una solución diluida de ácido oxálico para precipitar la plata, oro, cobre, mercurio, lantano, níquel, plomo, tierras raras, torio, uranio, escandio (IV), tungsteno, circonio.
- Preparación de soportes magnéticos para la grabación y reducción de ciertos procesos de revelado fotográfico.
- En apicultura, para luchar contra el ácaro varroa, y limpieza de manchas de cloruro férrico (grabado de los circuitos impresos).
- En medios náuticos se conoce como "sal amarga" y se utiliza para limpiar los barcos y como papel secundario en la elaboración del vino y cerveza. El ácido oxálico está presente en el vino en forma de complejos de oxalato férrico. Cuando el vino se embotella, la reducción del hierro férrico liberado del oxalato precipita en forma de oxalato de calcio. (Torstent, A. 2016).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, que está ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba sector kilómetro 1½ Panamericana Sur. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud Oeste de 78° 28' 00" y una latitud Sur de 01° 38' 02". La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 126 días. En el cuadro 4, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2016
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s)	2,50
Heliofanía (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2016).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

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

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. Materiales**

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

### **2. Equipos**

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



- Máquina escurridora
- Máquina raspadora
- Bombos de teñido
- Toggling
- Equipo para medir la resistencia a la tensión
- Probeta
- Abrazaderas
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas
- Calefón

### 3. **Productos químicos**

- Cloruro de sodio
- Formiato de sodio
- Sulfuro de sodio
- Hidróxido de Calcio
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Cromo
- Curtiente tara
- Ríndente
- Grasa Animal sulfatada
- Lanolina
- Grasa catiónica
- Aserrín
- Dispersante
- Pigmentos
- Anilinas
- Recurtiente de sustitución
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas

- Recurtiente neutralizante
- Recurtiente acrílico
- Alcoholes grasos
- Sulfato de amonio
- Bicarbonato de sodio

#### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de una curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), y ácido oxálico, para cuero destinado a la confección de calzado, se utilizaron 24 pieles caprinas utilizando 3 tratamientos, con 8 repeticiones cada uno. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), simple. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

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

Donde

- $Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación  
 $\mu$  = Efecto de la media por observación  
 $\alpha_i$  = Efecto de los niveles de tara en combinación ácido oxálico  
 $\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

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

$$H = \frac{24}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nR T_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento

R = Rango identificado en cada grupo

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

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Codificación	Repetición	T.u.e.	Obs./nivel
12 % de Tara + 1 % de ácido oxálico	T1	8	1	8
14 % de Tara + 1 % de ácido oxálico	T2	8	1	8
16% de Tara + 1 % de ácido oxálico	T3	8	1	8
TOTAL				24

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

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

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

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Físicas

- Porcentaje de Elongación, %
- Resistencia a la tensión, N/ cm<sup>2</sup>

- Lastometría, ciclos

## 2. Sensoriales

- Llenura, puntos
- Blandura, puntos
- Redondez, puntos

## 3. Económicas

- Beneficio/ Costo

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

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

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, y se lo trabajó en el programa infostat versión I (2016).
- Separación de medias ( $P < 0,05$ ) a través de la prueba de Duncan para las variables paramétricas, y se lo trabajó en el programa infostat versión I (2016).
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas, y se lo trabajó en el programa infostat versión I (2016).
- Análisis de Regresión y Correlación, utilizando la hoja de cálculo de Microsoft Excel versión 10 (2016).

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

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

### **1. Remojo**

Se pesó las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 200 % a temperatura ambiente. Luego se disolvió 0,05 % de cloro más 0,2 % de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.

### **2. Pelambre por embadurnado**

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

### **3. Desencalado y rendido**

Luego se lavó las pieles con 100 % de agua limpia a 30 °C, más el 0,2 % de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100 % de agua a 35 °C más el 1 % de bisulfito de sodio y el 1 % de formiato de sodio, más el 0,2 % de producto ridente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de

fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8,5. Posteriormente se botó el baño y se lavó las pieles con el 200 % de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

#### **4. Piquelado**

Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10 % de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adiciono el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividió en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2,8 – 3,2, y reposo durante 12 horas exactas.

#### **5. Curtido y basificado**

- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 12 % de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 1 % de ácido oxálico para las primeras 8 pieles del tratamiento T1, así como también el *Caesalpinia spinosa* (tara), más 1 % de ácido oxálico, para las 8 siguientes pieles del tratamiento T2 y finalmente se adiciono el 10 % *Caesalpinia spinosa* (tara), más 1 % de ácido oxálico para las 8 pieles del tratamiento T3.
- Luego se rodó durante 90 minutos, y pasado este tiempo se adicionó el 1 % de bicarbonato de sodio; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, finalmente se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora y luego se rodó el bombo durante 5 horas.

#### **6. Neutralizado y recurtido**

Una vez rebajado a un grosor de 1 mm, se pesaron los cueros y se lavó con el 200 % de agua, a temperatura ambiente más el 0,2 % de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño. Luego se

recurtió con órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 30 minutos para posteriormente botar el baño y preparar otro con 80 % de agua a 40 °C, al cual se añadió 1 % de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, y luego se añadió el 1,5 % de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40 °C durante 60 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 100% de agua a 50 °C, al cual se adicionó 4 % de mimosa, 3 % de rellenante de faldas y se giró el bombo durante 60 minutos.

## **7. Tintura y engrase**

Al mismo baño se añadió 2 % de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó el 100 % de agua a 70 °C, más el 4 % de parafina sulfoclorada, más el 1 % de lanolina y el 4 % de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso. Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75 % de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5 % de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se dejó los cueros caprinos reposar durante 1 día en sombra (apilados), luego se escurrieron y se secaron durante 8 días.

## **8. Aserrinado, ablandado y estacado**

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

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indican que características presentarían cada uno de los cueros caprinos dando una calificación de 5 correspondiente a excelente; 3 a 4 muy buena; y 1 a 2 buena y menos de 1 baja; en lo que se refirió a, suavidad, blandura y llenura.
- Para juzgar la llenura, se ejecutó repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron ser los precisos de acuerdo al artículo confeccionado, ya que si es para calzado estos deben ser más llenos sin llegar al hinchamiento total y cuando es vestimenta menos llenos; es decir, que esta variable sensorial fue evaluada en base a la llenura ideal para la confección del artículo al cual será destinado alcanzando la calificación más alta cuando se presentó la mejor llenura.
- Para calificar la blandura se sometió a repetidos dobleces el cuero para determinar la flexibilidad que presenta el cuero al doblarse bajo la acción de su propio peso infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, la cual se la podrá determinar a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observó la deformación y se efectuó la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento en el armado y en el uso diario.
- El parámetro sensorial de redondez del cuero caprino fue evaluado a través del órgano del tacto mediante el cual se palpará la superficie del cuero y se realizaron diversos quiebres para determinar el grado de arqueado, calificando con las calificaciones más altas a los cueros que presenten una curvatura naturalidad y que regrese prontamente al estado inicial para evitar deformaciones y ruptura del cuero.



## 2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizo en el Laboratorio de Control de Calidad del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y se los hizo basándose en la Normas IUP.

### a. Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo a diferencia del ensayo de tracción es la fuerza que aplicada a la probeta se distribuya por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y, en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Todas las pruebas que se ejecuta deben cumplir los requisitos de las normas, caso contrario no se aprobó la liberación del producto. CC-DREF-001-Tabla de Resultados CC- PEC-002 Inspección y Ensayo de Producto en Proceso y terminado, como se ilustra en la (figura 1).



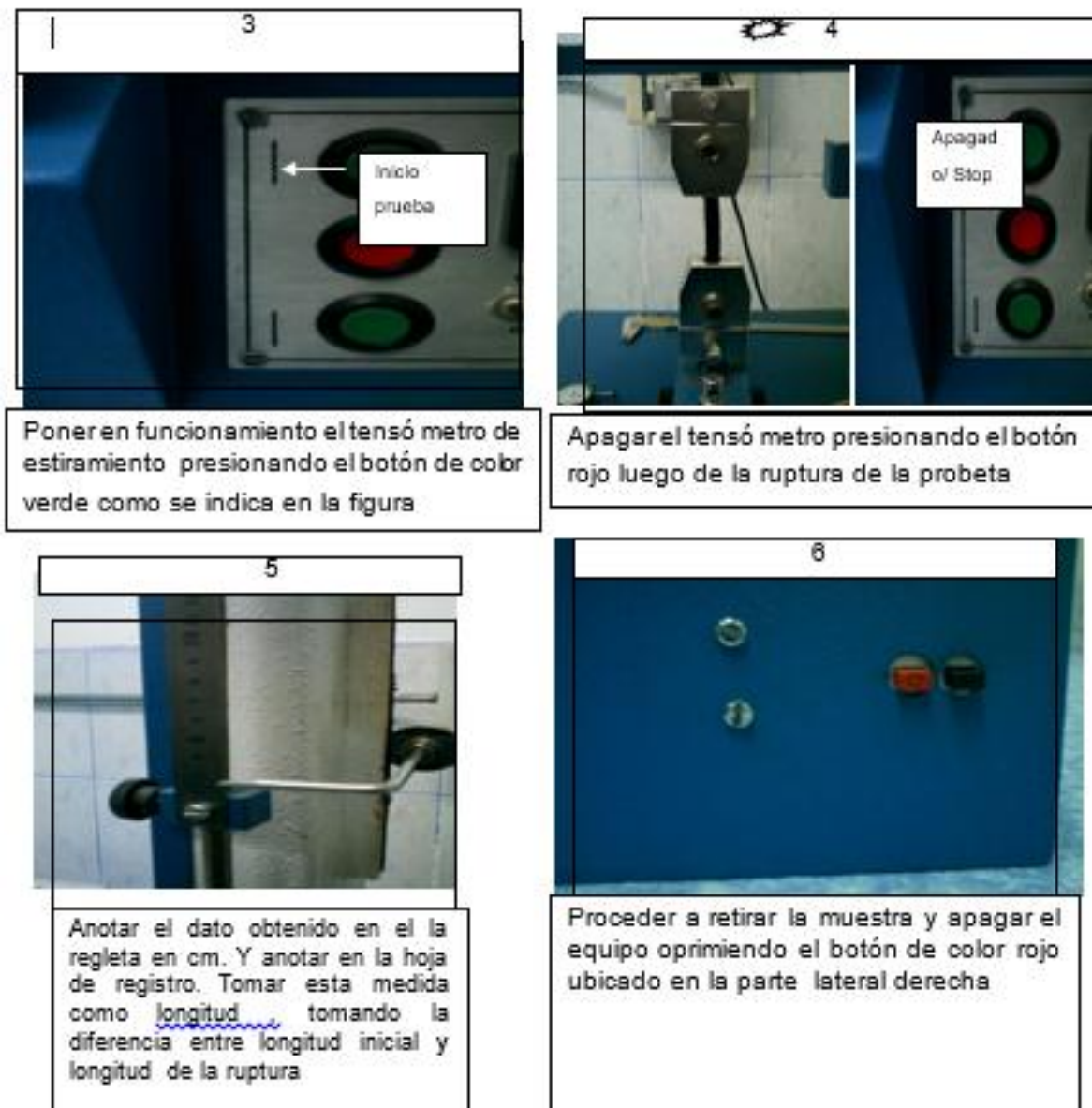


Figura 1. Procedimiento para efectuar la medición del porcentaje de elongación.

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

### Fórmula

$$\% Er = \frac{L_r}{L_i} \times 100$$

% Er = Porcentaje de elongación a la ruptura

Lr = Marcación regleta

Li = Estándar máquina

Se realizó las pruebas en forma detallada según las formulas establecidas en CC-DREF-002 Hoja de Cálculos y se registró en CC-REG-001 Tabulación de Datos y se resumen los resultados en el CC-REG-002 Informe de Control de Calidad.

### b. Resistencia a la tensión

El objetivo de esta prueba fue determinar la resistencia a la ruptura, que se dio al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero. En la figura 2, se ilustra el corte de la probeta de cuero.



Figura 2. Corte de la probeta de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario pudo falsear el resultado del ensayo. En la figura 3, se ilustra el troquel para realizar el corte de la probeta de cuero.



Figura 3. Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.

La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua.
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota, (figura 4).



Figura 4. Equipo para realizar la medición de la resistencia al frote en seco.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6.

Cuadro 7. CÁLCULOS PARA OBTENER LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo Kf/cm <sup>2</sup>	150 T= Lectura Máquina
		Óptimo Kf/cm <sup>2</sup>	200 Espesor de Cuero x Ancho (mm)

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

Fórmula

$$R_t = \frac{C}{A \times E}$$

R<sub>t</sub> = Resistencia a la Tensión o Tracción

C = Carga de la ruptura (Dato obtenido en el display de la máquina)

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

### 1). Procedimiento

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se calculó una medida promedio. Este dato sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo. Así como, también las medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey, en la figura 5, se ilustra la forma de realizar la medición de la longitud inicial del cuero. Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en la (figura 6).



Figura 5. Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.

- Posteriormente se prendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación se encero el display (presionando los botones negros como se indica en la figura 6; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display)



Figura 6. Encendido del equipo.

- Luego se colocó en funcionamiento el tensómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica en la ilustración del (figura 7).



Figura 7. Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.

- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula

### c. Lastometría

El cálculo de la lastometría nos ayudó a determinar la deformación que le llevo al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provoca una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie deberá alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebrara y se agrietara. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deberá soportar una deformación de su superficie se utilizara el método IUP 9 basado en el lastómetro. Este instrumento, desarrollado por Satra, contenía una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deformara progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor, y el resultado fue el valor de la lastometría del cuero, (figura 8).



Figura 8. Equipo para la medición de la lastometría del cuero.



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### A. **EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO**

###### 1. Resistencia a la Tensión

En la evaluación de los resultados obtenidos de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas no se reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre medias, por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con ácido oxálico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con el 14 % de tara (T2) en combinación con 1 % de ácido oxálico con 3297,90 N/cm<sup>2</sup>, a continuación se aprecia medias de 2591,81 N/cm<sup>2</sup>, que correspondieron al lote de cueros curtidos con el 12 % de tara (T1), más 1 % de ácido oxálico; mientras tanto que, las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles caprinas con el 16 % de tara (T3), más 1 % de ácido oxálico, con valores de 2383,65 N/cm<sup>2</sup>, como se indica en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 3; es decir, que al curtir las pieles caprinas con mayores niveles de tara en combinación con 1 % de ácido oxálico se obtienen mejores respuestas de resistencia a la tensión, que simula la fuerza física a la cual son sometidos los cueros diariamente en los distintos artículos que se confecciono.

La principal razón por la cual al adicionar mayores niveles de agente curtiente tara se obtenga mejor resistencia a la tensión se fundamenta con lo expuesto por Soler, J (2004), quien manifiesta que al realizar este tipo de curtición existe un enlace de manera covalente entre las fibras de colágeno y los taninos pirogálicos compartiendo electrones lo cual produce un vínculo muy estable que resiste a condiciones adversas, además es necesario evaluar el porcentaje adecuado de tanino para adicionar al proceso, ya que en ocasiones al curtir con niveles excesivos del curtiente se afectara las condiciones naturales en el seno de la reacción provocando que no se conjuguen las moléculas de colágeno con el tanino pirogálico con la finalidad de que no se desperdicie el curtiente y sus consecuentes efectos.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBA FÍSICA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO.

RESISTENCIAS FÍSICAS	NIVELES DE TARA, % MÁS 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO			EE	Prob.
	12 % T1	14 % T2	16% T3		
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup> .	2591,81 a	3297,90 a	2383,65 a	390,05	0,244
Porcentaje de elongación, %.	69,69 a	80,31 a	79,38 a	5,85	0,381
Lastometría, mm.	8,08 a	8,98 a	8,34 a	0,34	0,18

abc: Las variables que presenten diferentes letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

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

EE: Error estadístico

Prob: Probabilidad.

sobre la calidad del cuero específicamente, esto produce que la resistencia física de la piel disminuya, además al adicionar el ácido oxálico cuya característica principal es el poseer un grupo funcional llamado carboxilo o carbox, se potencia el poder curtiente de la tara y se realiza la transformación total de la piel en cuero sin riesgo de producirse una descurtición, así como también al ingresar el curtiente preparara a la piel para que el resto de productos ingresen hasta la profundidad del entretejido fibrilar mejorando la calidad del cuero.

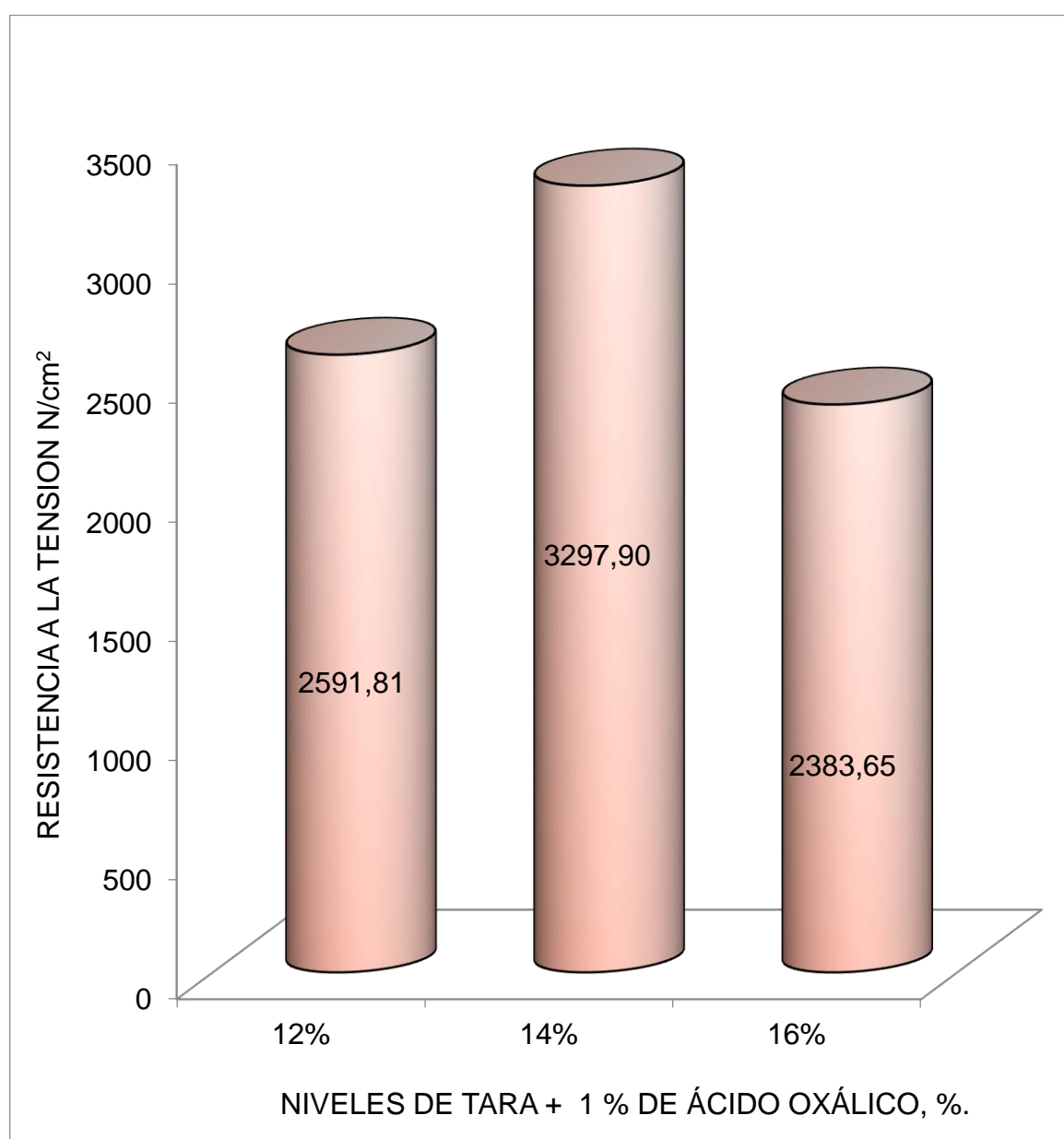


Gráfico 3. Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Los resultados indicados en la presente investigación de la resistencia a la tensión cumplen con la normativa de calidad de la Asociación Española del Cuero, que en la norma técnica IUP 8 (2002), infiere un valor referencial de  $1500 \text{ N/cm}^2$ , siendo mayor al utilizar el 14 % de tara ya que el curtiente logra transferir al cuero buenas características de resistencias físicas, esto también se debe al enlace muy estable que forma la piel con los taninos pirogálicos principales componentes de la tara, logrando una transformación adecuada de las pieles de forma natural, y evitando contaminar el ambiente al utilizar un curtiente menos agresivo como es el cromo.

Las resistencias a la tensión expuesta en esta investigación son superiores con los registros de Carrasco. (2012), quien al realizar la evaluación de un sistema de curtición mixta con un contenido de tres diferentes niveles, de *Caesalpinia spinosa* (tara), para obtener cuero para calzado reportó con el 8 % de tara respuestas de  $268,86 \text{ N/cm}^2$ . Pero son inferiores a lo expuesto por Maya. (2016), quien al evaluar la curtición de piel caprina con diferentes niveles de tara y glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado, reporto medias de  $3407,74 \text{ N/cm}^2$  al utilizar el 10 % (T1), de *Caesalpinia spinosa* (tara).

## **2. Porcentaje de elongación**

Los valores medios alcanzados por el porcentaje de elongación no reportaron diferencias estadísticas, por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió con el 14 % de tara (T2), con respuestas de 80,31 %, y que disminuyeron cuando se curtió las pieles caprinas con el 16% de tara (T3), hasta alcanzar elongaciones de 79,38 %, en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles con el 12 % de tara (T1), reportándose resultados de 69,69 % como se muestra en el gráfico 4, por lo cual se puede afirmar que al utilizar mayores niveles de agente curtiente tara en combinación con 1 % de ácido oxálico en la curtición de pieles caprinas se obtienen un mayor porcentaje de elongación, esto da un indicativo de que las pieles curtidas con tara son muy elásticas y que permiten que los cueros sean destinados a la confección de calzado que siempre van estar expuestas a diversas fuerzas multidireccionales.

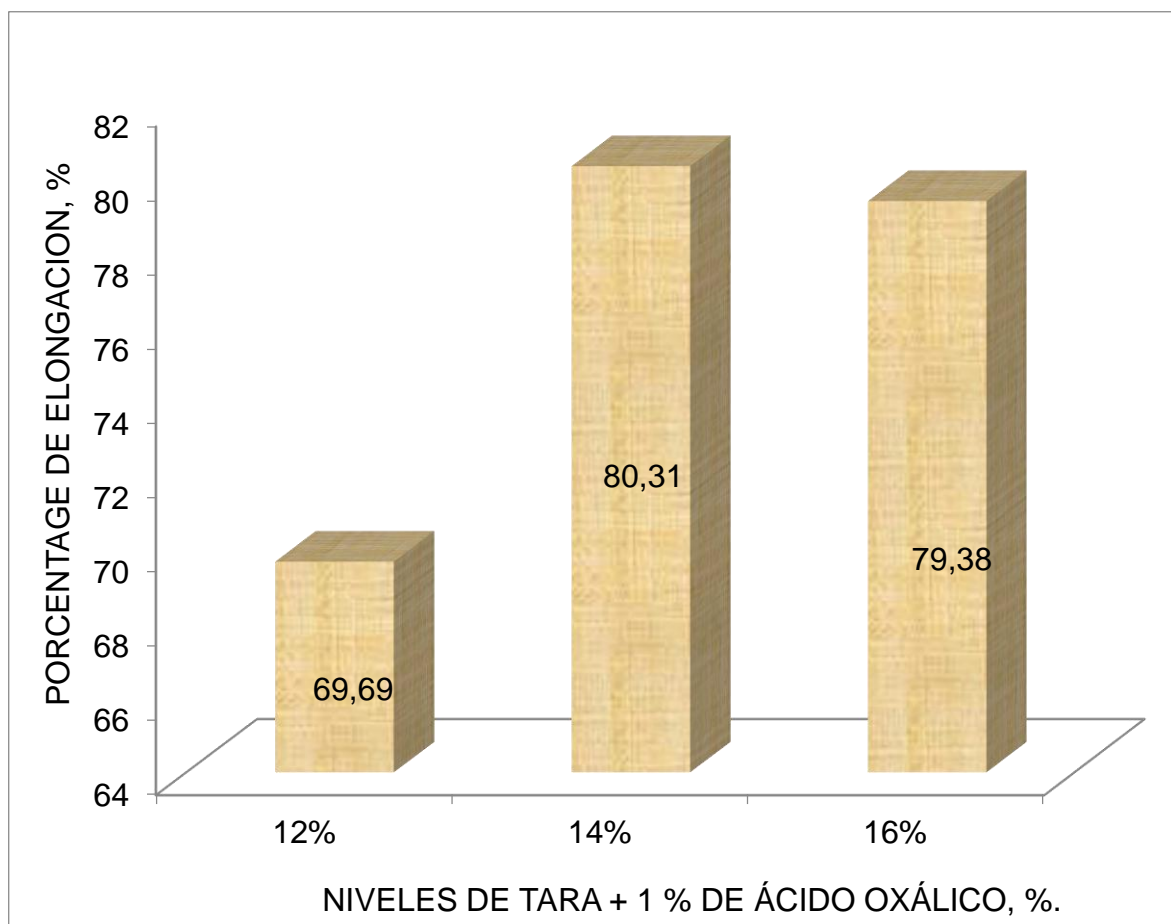


Gráfico 4. Evaluación del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Según Hidalgo. (2004), la principal condición que se debe tener para que los cueros sean elásticos es que exista un espacio entre las moléculas de colágeno que se encuentran enlazadas para que puedan deslizarse fácilmente y se alargue para adoptar la forma del cuerpo que se quiera confeccionar. cuando se curte las pieles con la tara se forma un vínculo covalente que es un enlace que se puede encontrar muy localizado permitiendo que el cuero se estira y no se desgarre por efecto de la aplicación de fuerzas externas, también no ocupan un espacio considerable en el mapa colagénico una porque; forman un enlace de tipo lineal que no es de tamaño considerable lo cual permite a las moléculas desplazarse libremente sin encontrarse con otras que harán que las pieles se rompan por efecto de la colisión de las partículas, ya que los taninos de la tara se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros.

La vaina representa el 62 % del peso de los frutos y es la que precisamente posee la mayor concentración de taninos, que oscila entre 40 y 60 %. Las fibras de los extractos vegetales ingresan en el seno de las moléculas de colágeno e interactúan formando nuevo compuesto y este es el proceso de curtición, en este proceso se determina las características que tendrá el cuero y la manera en cómo responderán a los siguientes procesos ya que es un nuevo compuesto, los agentes curtientes vegetales logran formar un compuesto con un enlace iónico que es muy estable.

Los valores reportados del porcentaje de elongación cumplen con las normativas de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere una elongación que va de 40 a 80 % por lo tanto en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad siendo mayor al utilizar 14 % de tara. Aunque la curtición vegetal constituye un método tradicional de curtición y que ha sido remplazado por otros métodos ya que no se lograba igualar las características que le otorgaba el cromo, pero con nuevas investigaciones de curtición vegetal se ha logrado encontrar los niveles más adecuados y en ocasiones se supera las respuestas obtenidas con el cromo convirtiéndole en un método más viable, la curtición al vegetal debido a su costo y la calidad de cuero curtido.

Los resultados expuestos son inferiores al ser comparados con los registros de Mazón. (2016), quien estableció las respuestas más altas al utilizar extracto acuoso de tara por decocción con resultados de 82,50 %. Pero son superiores a los registros de Carrasco. (2015), quien reportó las respuestas más altas al curtir con 7 % de curtiente vegetal tara (T1), con resultados de 64,46 %.

### **3. Lastometría**

La evaluación de la característica de lastometría de las pieles caprinas no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre medias, por efecto de la utilización de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con 1 % de ácido oxálico, estableciéndose, mejores resultados cuando se curtió las pieles con el 14 % de tara (T2), con respuestas de 8,98 mm, y que disminuyeron cuando se curtió las pieles caprinas con el 16 % de tara (T3), ya que los valores fueron de 8,34 mm.

En tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles caprinas con el 12 % de tara (T1) con resultados de lastometría media de 8,08 mm, como se ilustra en el gráfico 5; es decir que, para obtener mejores respuestas de la lastometría curtiendo pieles caprinas se deben utilizar mayores niveles de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con 1 % de ácido oxálico que es un ácido orgánico unas 3000 veces más potente que otros ácidos, adecuado para combinarlo con curtientes vegetales por su afinidad.

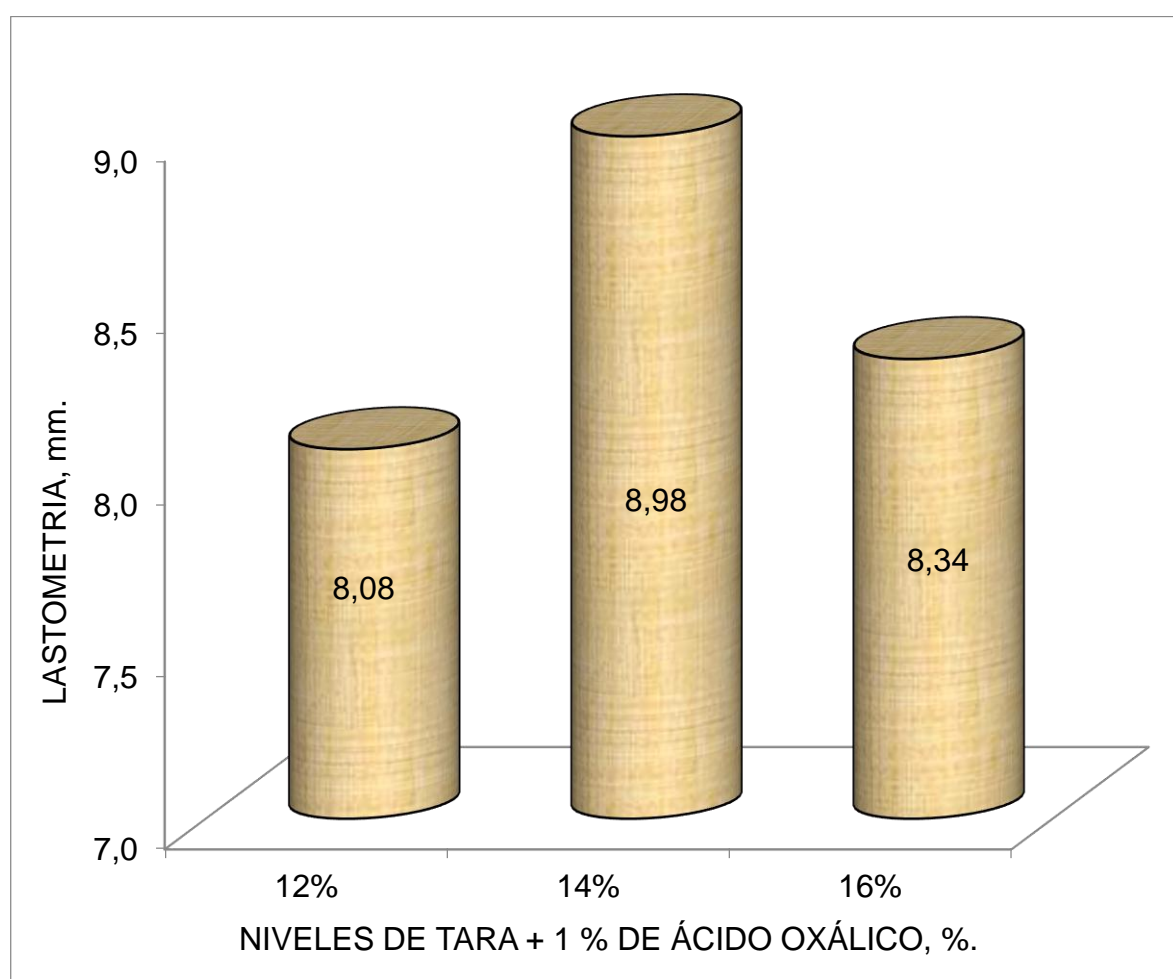


Gráfico 5. Lastometría de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Los resultados expuestos tienen su fundamento con lo dicho por Bacardit. (2004), quien manifiesta que la lastometría es una prueba que consiste en la combinación de la resistencia a la tensión y del porcentaje de elongación mide que tan resistentes son las pieles a los diversos factores externos, ya que se simula todas

las fuerzas externas a la cual puede estar sometido el cuero cuando se da la confección de los artículos finales. El principal factor que afecta las condiciones físicas del cuero es la curtición ya que en este proceso se proporcionan las principales características del cuero, las pieles curtidas al vegetal siempre otorgan buenas resistencias físicas a los cueros ya que el enlace formado por el colágeno y el curtiente es muy estable y necesita fuerzas muy altas para lograr disociar la unión y generar que no ocurra desgarres al frotarse entre los cueros, ya que para la extracción de los taninos de tara la mayoría de veces se realiza en base a agua que es el solvente universal que logra aumentar el rendimiento del curtiente. La mayor composición de la *Caesalpinia spinosa*, (tara), tiene taninos pirogálicos que son solubles en agua y que son parte de la extracción enriqueciendo el extracto y por ende la capacidad de precipitar proteínas; esto sirve para el curtido de pieles, que son los encargados de las reacciones de curtición para lograr los mejores resultados posibles, en ese sentido, los taninos de la tara se intercalan entre las fibras de colágeno, estableciendo uniones más fuertes que permiten crear una gran resistencia frente al agua, el calor y sobre todo a fuerza externas, transformando a la piel caprina en un cuero con mayores resistencias físicas

Al comparar los resultados expuestos en la presente investigación con la Normativa Europea de la Asociación Española de la Industria del cuero donde se indica que las pieles deberán superen valores de 7,5 mm, de acuerdo a la norma técnica IUP 8 (2002), para ser considerados de buena calidad, por lo tanto se, afirma que todos los cueros logran cumplir con esta exigencia y denota la calidad la cual depende de la aptitud del curtiente y su poder para transformar la piel en un producto imputrescible como es el cuero, siendo esta superioridad mayor en los cueros curtidos con 12 % de tara.

Los resultados expuesto en la presente investigación son inferiores al ser comparados con lo expuesto por Mazón. (2016), quien registró la mejor respuesta en el lote de cueros al utilizar extracto de tara obtenida por el método de decocción en base acuosa (T2), y con el método de digestión en base alcohólica, con resultados de 10,59 mm.



## **B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES, DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO**

### **1. Llenura**

En la evaluación sensorial de la llenura de las pieles caprinas se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01^{**}$ ) entre medias, según el criterio Kruskal – Wallis , por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con ácido oxálico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 14 % de tara (T2) en combinación con ácido oxálico, con ponderaciones de 4,50 puntos y calificaciones de excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo. (2017), y que descendieron en el lote de cueros curtidos con el 16 % de tara (T3), hasta alcanzar medias de 4,25 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar en la curtición 12 % de tara (T1), con resultados de 3,50 puntos como se muestra en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 6; es decir que, al utilizar mayores niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con 1 % de ácido oxálico se obtienen respuestas más altas de llenura de las pieles caprinas, indicativo de que la tara es un agente curtiente que logra ubicarse adecuadamente entre las fibras de colágeno reaccionado con ellas y al juzgar la piel el experto podrá sentir gran cantidad de moléculas en la piel con lo cual se aumenta su llenura.

Las respuestas mencionadas de llenura pueden afirmarse con lo que nos indica Bacardit. (2004), donde se menciona que la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por tener entre rodeando las fibras, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se produzca.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO.

CALIFICACIONES SENSORIALES	NIVELES DE TARA %, MÁS 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO			EE	Prob.
	12 % T1	14 % T2	16% T3		
Llenura, puntos	3,50 b	4,50 a	4,25 a	0,21	0,008
Blandura, puntos	3,63 b	4,88 a	3,88 b	0,18	0,0004
Redondez, puntos	3,63 b	4,63 a	4,13 c	0,23	0,02

abc: Las variables que presenten diferentes letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

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

EE: Error estadístico

Prob: Probabilidad.

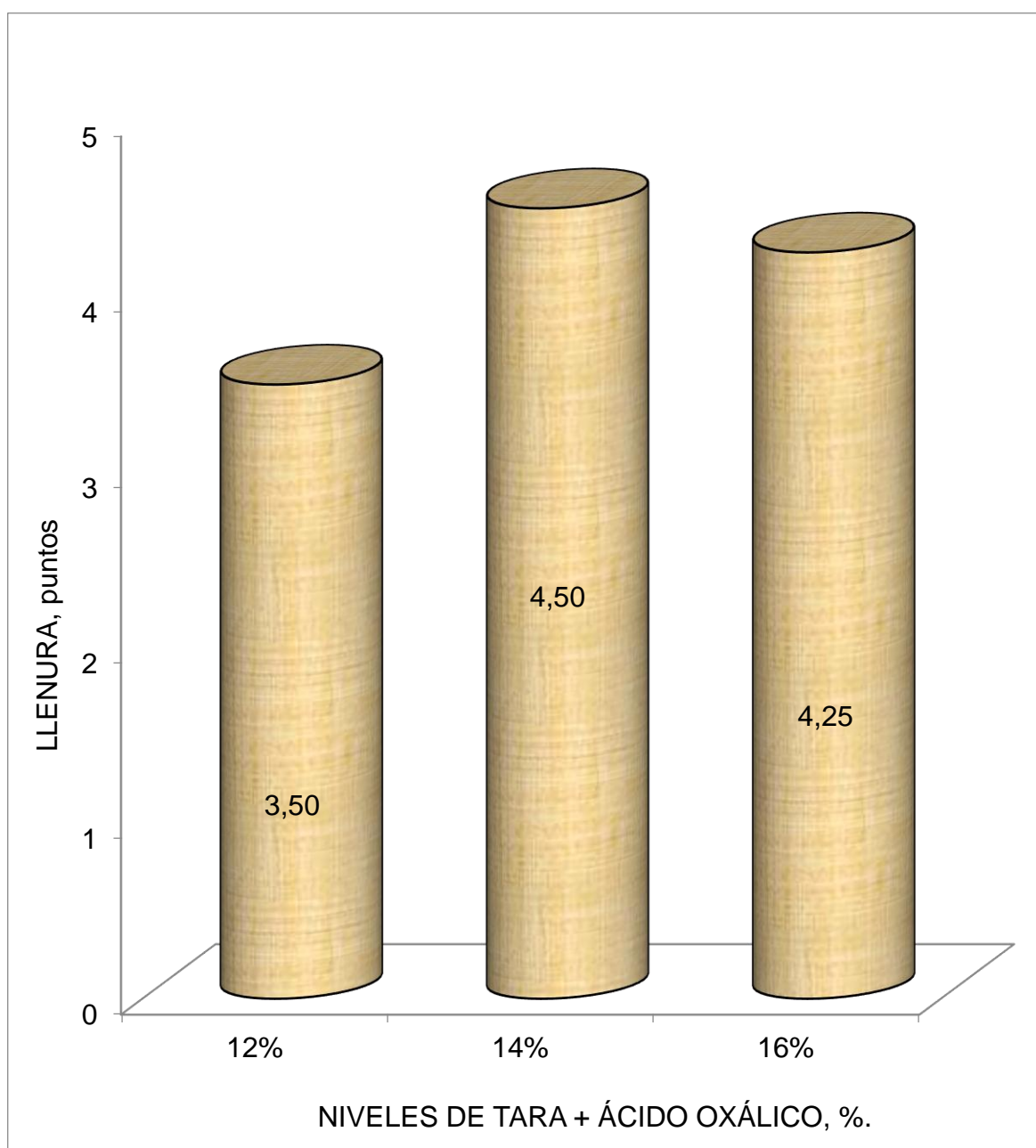


Gráfico 6. Llenura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Además Hidalgo. (2004), manifiesta que un mayor grosor de las pieles caprinas se consigue curtiendo al vegetal que al cromo pero sin exagerar la diferencia. La llenura es una característica de las pieles curtidas al vegetal, pero esta también habrá que ser ajustada ya que no es recomendable que se tenga pieles muy llenas porque dificultaría el proceso de tintura ya que los pigmentos vegetales no podrán impregnarse en las moléculas de colágeno que se encuentran saturadas por la alta

presencia de enlaces con las fibras de tanino, pero tampoco es aconsejable pieles demasiado vacías ya que no son vistosas. Los taninos de tara presentan un color natural muy claro y su uso permite obtener cueros clarísimos y resistentes a luz. Además dan propiedades de llenado y morbidez, manteniendo la flor lisa y firme. En las pieles curtidas con los taninos de tara la resistencia de la flor a la carga de rotura resulta superior a la obtenida con cualquier otro curtido al vegetal, por esto se usan especialmente para asientos e interiores de autos de alta gama, zapatos de primera calidad entre otros.

Las respuestas de llenura de la presente investigación son inferiores a los reportes de Mazón. (2016), quien registró una calificación de 4,75 puntos al utilizar curtiente tara extraído por el método de cocción en medio acuoso, así como también de Mazón. (2016), quien registró una calificación de 4,67 puntos al curtir las pieles caprinas con 14 % de tara.

Al realizar el análisis de regresión para la llenura que se ilustra en el gráfico 7, se aprecia que los datos se ajustan a una tendencia cuadrática altamente significativa, donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 28,75 puntos, inicialmente la llenura asciende en 4,56 puntos con la aplicación de 14 % de agente curtiente tara, para posteriormente a descender en 0,156 puntos; con la curtición en la que se incluye 16 % de agente curtiente tara en combinación con 1 % de ácido oxálico (T3), con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 36,62 %; mientras tanto que, el 63,28 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con la calidad de la materia prima que en este caso es caprina, un animal que en nuestro país no es criado para la producción de piel por lo tanto no tiene los cuidados necesarios y se presentan rasguños y marcas físicas que son difíciles de cubrir y que impiden que los curtientes ingresen hasta el interior del entretejido fibrilar. La ecuación de regresión cuadrática aplicada fue:

$$\text{Llenura} = - 28,75 + 4,563 (\% \text{ Tara}) - 0,156 (\% \text{ Tara})^2$$

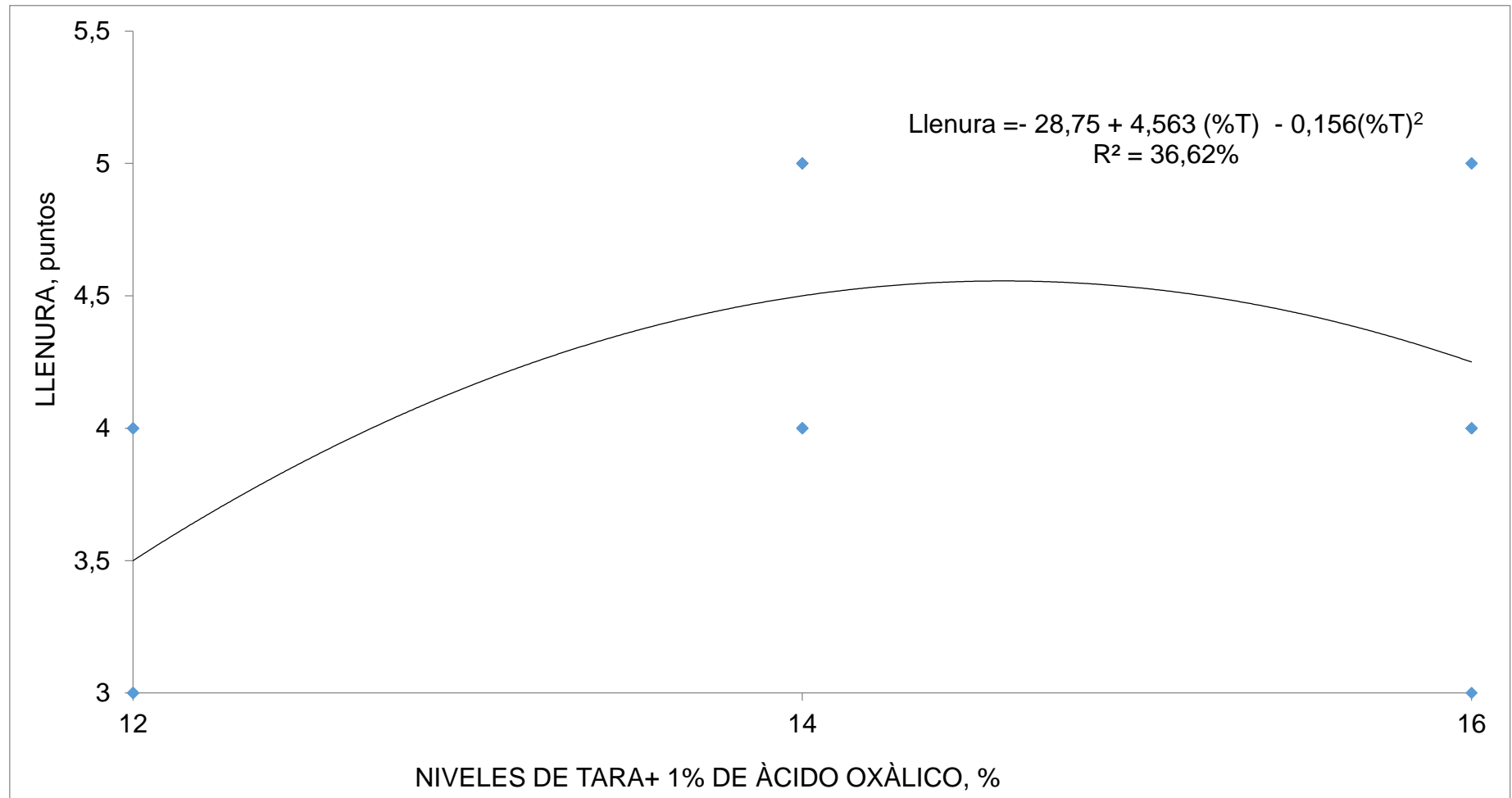


Gráfico 7. Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

## 2. Blandura

En la valoración de los resultados obtenidos de la blandura de las pieles caprinas se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01^{**}$ ) entre medias, por efecto de la utilización de diferentes niveles de agente curtiente tara en combinación con 1 % de ácido oxálico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con 14 % de tara (T2), con apreciaciones de 4,88 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo. (2017), posteriormente se registran los valores reportados en el lote de cueros caprinos curtidos con el 16 % de tara (T3), ya que se registraron medias de 3,88 puntos y calificación muy buena, de acuerdo a la mencionada escala mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir las pieles con el 12 % de tara (T1), ya que las respuestas fueron de 3,63 puntos y calificación muy buena, como se ilustra en el gráfico 9; es decir que, para obtener mejores respuestas de blandura de las pieles caprinas se debe curtir con mayores niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con 1 % de ácido oxálico, ya que este tipo de curtición aumentará las cualidades sensoriales de las pieles recordando que la mayoría de personas escogen los artículos de piel basándose con sus gustos y la sensación que proporcionan a los sentidos.

Soler. (2004), manifiesta que la blandura de los cueros es difícil de conseguir, ya que en condiciones naturales las pieles de los animales son productos muy rígidos ya que esta característica les permite proteger a los animales de los fenómenos extremos como el frío, ralladuras por efecto de los alambres que se colocan alrededor en su crianza, por lo cual es natural de las pieles y para lograr mejorar esta sensación que no es agradable a los sentidos se necesita usar técnicas de acabado especializadas que logren hacer que las pieles no presenten ningún tipo de arruga, también depende del agente curtiente que se emplee ya que si este logra un hinchamiento satisfactorio en las pieles para que en los procesos posteriores logre la piel interactuar con los agentes químicos utilizados en cada uno de los procesos, en la curtición se deben controlar los valores de pH ya que las fibras de extractos vegetales solo logran ser solubles y quedar 70 electrónicamente listas para la interacción con el colágeno, esto lograr enmascarar daños que pueda haber

sufrido la piel mientras estaba en el animal o en procesos anteriores ya que las moléculas de taninos se ubican entre las fibras de colágeno corrigiendo estos errores logrando así que la piel quede muy blanda y con una buena compacidad se requiere para transformarlos en cuero imputrescible de productos que ingresen profundamente en el entretejido fibrilar para conseguir la blandura y suavidad ideal para la confección de calzado, en donde se puede deslizar la piel por el lado carne sin sentir ningún tipo de sensación desagradable, rugosa o áspera esto es importante ya que las pieles tiene que impactar a los órganos de los sentidos del consumidor para lograr ser comercializadas. Esta combinación de los taninos de la tara con proteínas de la piel, forman precipitados resistentes a la putrefacción, lo cual priva a la bacteria contaminante de su sustrato nutritivo, particularidad que es usada en la industria de curtidos.

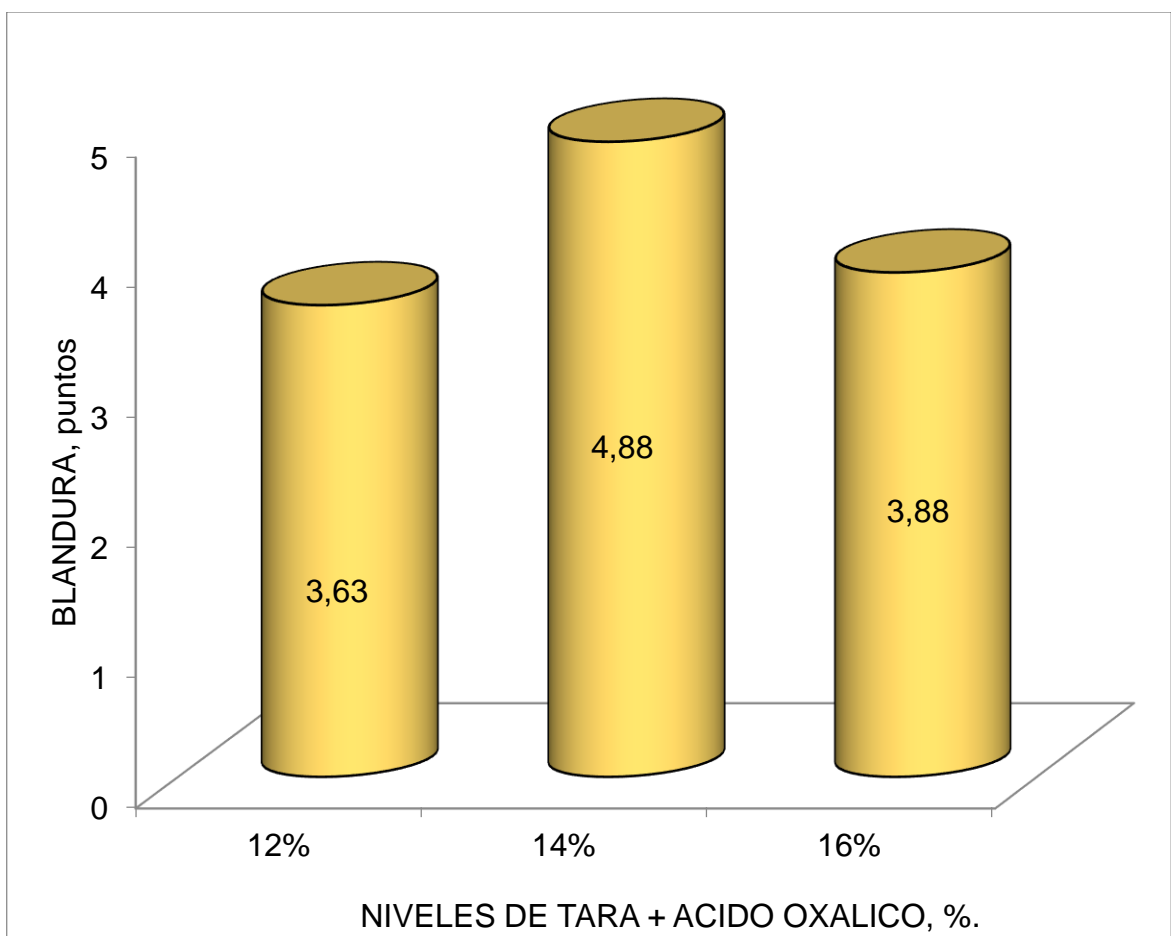


Gráfico 8. Evaluación de la blandura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Los resultados de la presente investigación son inferiores a los registrados por Guaminga. (2016), quien reportó la mejor blandura al utilizar el 15 % de curtiente tara con apreciaciones medias de 4,75 puntos y calificación excelente, así como también de Manzano, J. (2016), quien estableció las mejores calificaciones cuando se curtió las pieles caprinas con el 10 % de tara (T1) en combinación con glutaraldehído con 4,75 puntos y calificación excelente.

Al realizar el análisis de regresión para la blandura que se ilustra en el gráfico 9, se aprecia que los datos se ajustan a una tendencia cuadrática altamente significativa, donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 51,125 puntos, inicialmente la blandura asciende en 7,985 puntos con la aplicación de 12 % de agente curtiente tara, para posteriormente a descender en 0,281 puntos con la curtiembre en la que se incluye 14 % de agente curtiente tara en combinación con ácido oxálico (T3), con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 55,45 %; mientras tanto que, el 44,55 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver básicamente con la precisión en el pesaje de los productos químicos, debido a que son adquiridos en diferentes casas comerciales cuyos procesos productivos difieren de una a otra casa química y su accionar puede cambiar de acuerdo a los procesos anteriores o la calidad de la piel influyendo directamente en la calidad sensorial de la piel provocando la dureza y efecto acartonado en el cuero caprino. La ecuación de regresión cuadrática aplicada fue:

$$\text{Blandura} = - 51,125 + 7,938(\% \text{ Tara}) - 0,281 (\% \text{ Tara})^2$$

### **3. Redondez**

Los valores medios reportados por la redondez de los cueros caprinos no reportaron diferencias significativas, ( $P > 0,05$ ), según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la curtiembre con diferentes niveles de curtiente tara en combinación con 1 % de ácido oxálico, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 14 % de extracto de Tara (T2), cuyas medias fueron de 4,63 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo. (2017),



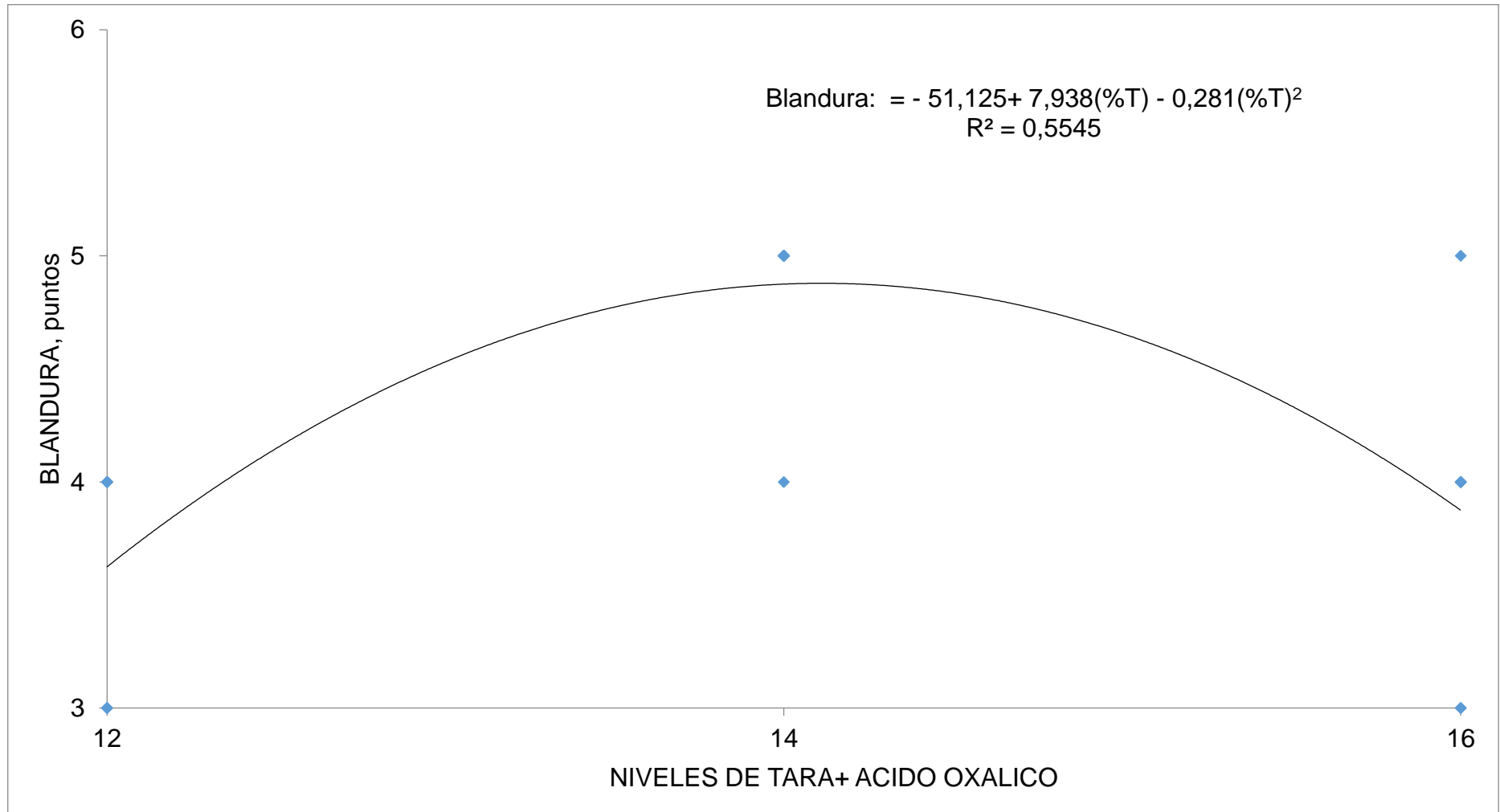


Gráfico 9. Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

A continuación se ubican los resultados alcanzados en el lote de cueros caprinos curtidos con el 14 % de extracto de Tara (T3), con valores de 4,13 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir las pieles caprinas con el 10% de extracto de Tara (T1), con resultados de 3,63 puntos y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 10, es decir que al utilizar mayores niveles de agente curtiente extracto de Tara en la curtición de pieles caprinas se mejoran las respuestas redondez, esto se da debido a que al existir mayores niveles de agente curtiente en el seno de la reacción existirá un mayor cantidad de fibras de colágeno que logran ser transformadas.

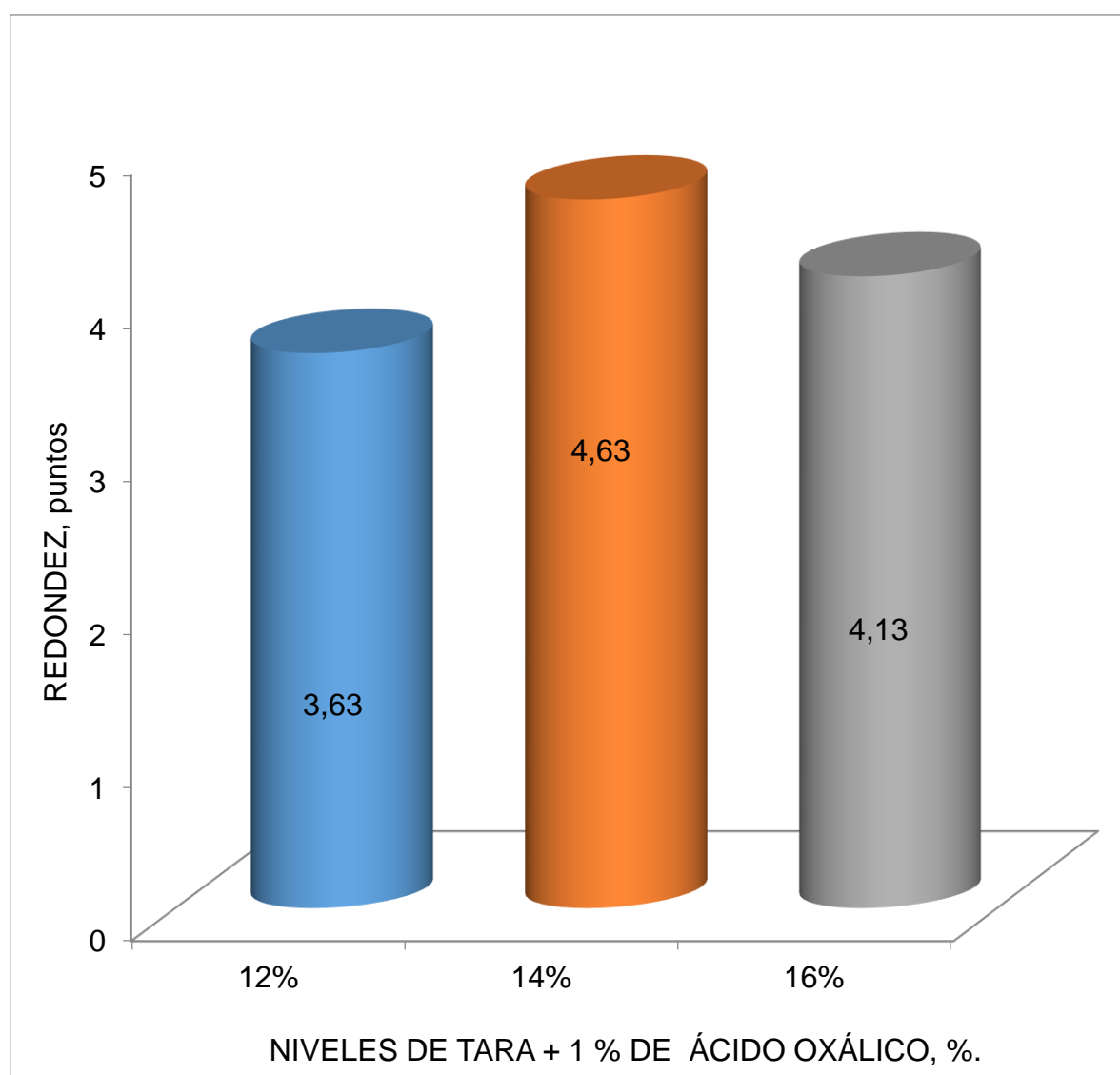


Gráfico 10. Redondez de las pieles caprinas curtidas con una combinación de diferentes niveles (12, 14 y 16 %), de *Caesalpinia spinosa* (tara), y 1 % de ácido oxálico.

Al respecto Vanvlimer. (2006), menciona que la curtición vegetal en principio da más relleno que al cromo por permitir que se esté rodeando a las fibras de colágeno, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas, todas las partículas de taninos de la tara tienen tendencia a formar agregados mediante puentes de hidrogeno aumentando con ello el tamaño de las partículas que van a reaccionar con el colágeno, tienen una baja estabilidad a la hidrólisis y a los microorganismos, por lo tanto es conveniente adicionar a la fórmula del curtido una cantidad moderada de ácido oxálico para potenciar las propiedades positivas de los taninos.

El ácido gálico es el constituyente principal de la tara en polvo (53 %), y puede ser fácilmente aislado por hidrólisis alcalina de las vainas, para ubicarse adecuadamente y que permita que las fibras se deslicen suavemente distribuyéndose a lo largo del plano de la piel, para que puedan presentar una redondez que permita el moldeo adecuado para formar el cuerpo que se desee confeccionar. La tara logra curtir las pieles debido a su naturaleza que es orgánica, al igual que las fibras de colágeno y permite que interactuar electrónicamente formando así enlaces covalentes con la piel que son de estructura química muy compacta ocupando un gran espacio en el plano confiriéndole a la piel características de llenura y redondez adecuada.

Los resultados reportados en la presente investigación son similares al ser relacionados con los registros de Maya. (2016), quien al realizar la curtición con 14 % de Tara (T3), alcanzó ponderaciones de 4,67 puntos y calificación excelente, pero son inferiores a los resultados alcanzados por Guaminga. (2016), quien al curtir con 15 % de tara registró ponderaciones medias de 4,75 puntos, y calificación excelente, ya que la mencionada autora utiliza 1 % más de tara que en la presente investigación.

**C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES (12, 14 Y 16%), DE CAESALPINIA SPINOSA (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO**

Para determinar la correlación que se aprecia entre las variables físicas y sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara en combinación con el 1 % de ácido oxálico se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se indica en el cuadro 10, y donde se identifica que:

- La correlación que se aprecia para la variable física porcentaje de elongación corresponde a una relación positiva baja ya que el coeficiente correlacional fue de  $r = 0,24$ , de donde se desprende que con el incremento en la fórmula del curtido de las pieles caprinas del curtiente vegetal tara, existirá un aumento en la lastometría del cuero en forma significativa ( $P < 0,05$ ).
- El análisis de la correlación que existe entre el nivel de curtiente vegetal tara en combinación con 1 % de ácido oxálico con la variable sensorial llenura registró una relación positiva alta directamente proporcional de dependencia, con un coeficiente de  $r = 0,44$ , determinando que al haber un mayor porcentaje de curtiente vegetal tara, existirá un incremento en la calificación de llenura de cuero caprino, destinado a la confección de calzado ( $P < 0,001$ ).
- En la interpretación de la correlación existente entre el nivel de curtiente vegetal tara y la calificación de blandura se observó una relación positiva alta entre las variables ( $r = - 0,48^{**}$ ), deduciendo que a mayor porcentaje de curtiente vegetal tara más 1 % de ácido oxálico, aplicado al cuero caprino existirá un incremento de la ponderación de blandura en forma altamente significativa ( $P < 0,001$ ).
- Finalmente la correlación existente entre el nivel de curtiente tara y la redondez del cuero caprino destinado a la confección de calzado exhiben un elevado coeficiente de correlación positiva baja ( $r = 0,28$ ), lo que representa que a mayor nivel de curtiente vegetal tara más 1 % de ácido oxálico en el curtido del cuero caprino existirá mayor calificación de la redondez ( $P < 0,001$ ).

Cuadro 10. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES (12, 14 Y 16 %), DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA), Y 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO.

	Niveles de tara	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación	lastometría	Llenura	Blandura	Redondez
Niveles Tara	1		*	**		**	
Resistencia a la tensión	- 0,08	1	**	**	**	*	**
Porcentaje de Elongación	0,24	0,07	1		*	**	**
Lastometría	0,11	-0,02	0,5	1	**	**	*
Llenura	0,44	0,07	0,25	0,03	1		*
Blandura	0,48	0,24	-0,17	-0,13	0,55	1	
Redondez	0,28	0,14	0,11	0,20	0,22	0,29	1

\*\* : La correlación es altamente significativa al nivel de  $P < 0,01$ .

#### **D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO.**

Al realizar la evaluación económica de la producción de 24 pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara (12,14 y 16 %), en combinación con 1 % de ácido oxálico que se indica en el cuadro 15, se aprecia que, por la compra de pieles, productos químicos para cada uno de los procesos de producción, alquiler de maquinaria y confección de artículos, se reportan valores de 116,532 dólares al curtir con el 12 % de Tara (T1), 154,45 dólares al utilizar el 14 % de tara (T2) y finalmente 181,37 dólares al aplicar a la fórmula de curtido 16 % de tara (T3), cada uno de ellos combinado con 1 % de ácido oxálico. Una vez obtenidos los cueros ya terminados se calculó los ingresos producto de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero alcanzándose respuestas de 130 dólares para el tratamientos T1 (12 %), 188 dólares para el tratamiento T2 (14 %) y finalmente 218 dólares para el tratamiento T3 (16 %).

Una vez determinados tanto los egresos como los ingresos de la producción de cueros caprinos se procedió a establecer la relación beneficio costo que fue la más alta al utilizar 14 % de tara ya que el valor fue de 1,22; es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 22 centavos, o una ganancia del 22 % y que desciende en el lote de cueros del tratamiento T3 (16 %), con valores de 1,20; es decir, que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 20 centavos, mientras tanto que la rentabilidad más baja reflejada por el índice económico fue de 1,12 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 12 centavos, o una utilidad del 12 %.

Al considerar que las utilidades fluctúan entre 12 a 22 %, se consideran alentadoras ya que superan las ganancias de otras actividades similares, sin mayor riesgo, pero se considera mayor beneficio la remediación ambiental al prescindir del curtiente cromo que es el más usado pero al mismo tiempo el de mayor poder contaminante, considerándose a la presente investigación un referente para ser tomado en cuenta por las empresas que tienen su compromiso con el principio del buen vivir en el que

se considera la producción de un cuero libre de cromo pero sin deterioro de sus características, y que podrán alcanzar mayores precios y competitividad en los diversos mercados.

Cuadro 11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO.

CONCEPTO	NIVELES DE TARA MAS 1 % DE ÁCIDO OXÁLICO		
	12 %	14 %	16%
	T1	T2	T3
Compra de pieles caprinas	8	8	8
Costo por piel caprina	1	1	1
Valor de pieles caprinas	8	8	8
Productos para el remojo	16,78	16,78	16,78
Productos para el curtido	22,012	27,93	29,85
Productos para engrase	19,78	19,78	19,78
Productos para acabado	15,3	15,3	15,3
Alquiler de Maquinaria	16,66	16,66	16,66
Confección de artículos	18	50	75
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>116,532</b>	<b>154,45</b>	<b>181,37</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	50	49	58
Costo cuero producido pie <sup>2</sup>	1,97	1,99	1,83
Cuero utilizado en confección pie <sup>2</sup>	10	15	24
Excedente de cuero	40	34	34
Venta de excedente de cuero	80	68	68
Venta de artículos confeccionados	50,00	120,00	150,00
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>130,00</b>	<b>188,00</b>	<b>218,00</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>	<b>1,12</b>	<b>1,22</b>	<b>1,20</b>

## V. CONCLUSIONES

- Los resultados expuestos del análisis de las resistencias físicas del cuero caprino determinaron la mejor resistencia a la tensión (3297,90 N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (80,31 %) y mayor lastometría (8,98 mm), al curtir las pieles con 14 % de tara en combinación con 1 % de ácido oxálico, produciendo un cuero muy resistente, que se moldea fácilmente para tomar la forma del artículo que se quiere confeccionar y sobre todo que al ser sometido a fricción no se rompe.
- Las mejor calificaciones de llenura (4,50 puntos), blandura (4,8 puntos) y redondez (4,63 puntos), se logró al curtir las pieles caprinas con el 14 % de tara; que corresponde a cueros con una suavidad y caída ideal para la confección de diversos artículos; elevando su preferencia por el artesano y consumidor final y sobre todo mejorando su clasificación en la tenería y su precio en el mercado.
- La curtición vegetal se considera una tecnología limpia ya que se prescinde del curtiente cromo y se obtienen resultados físicos y sensoriales en el cuero muy competitivos, utilizando un tanino proveniente de una planta que en nuestra provincia está en auge su explotación hasta el punto de formar cooperativas que se encargan de producirlo y que requieren de alternativas para su uso.
- Al analizar los costos de producción de cueros de primera calidad se determinó que la opción más adecuada es curtiendo con el 14 % de tara (T1), ya que la relación beneficio costo fue de 1,22; es decir que, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 22 %, a la que se le debería sumar un rubro muy importante considerado por el cuidado ambiental ya que no es necesario tratamientos primarios a los residuos líquidos del curtido que son muy costosos y muchas veces inaccesibles.



## **VI. RECOMENDACIONES**

En base las conclusiones expuestas se plantean las siguientes recomendaciones:

- Para obtener la mayor resistencia física de los cueros caprinos es recomendable curtir con la combinación de 14 % de tara y 1 % de ácido oxálico, ya que el material producido soportará mayores fuerzas extremas, tanto en la manufactura como en el uso diario del artículo confeccionado.
- Se recomienda la utilización del 14 % de tara (T3), si lo primordial es producir un cuero con una blandura adecuada, llenura suficiente para que no se deforme el calzado o los productos de marroquinería y sobre todo que sea fácil de moldear tanto en el armado como en el uso diario, elevando su consumo.
- En los actuales momentos en los que la perspectiva productiva está direccionado hacia la creación de tecnologías innovadoras que sean amigables con el ambiente, los resultados expuestos en la presente investigación se encuentran dentro de los nuevos paradigmas del proceso de curtición orgánica que está sustituyendo un producto altamente contaminante como es el cromo, sin desmejorar la calidad del producto final.
- Se considera una alternativa económica positiva la aplicación de 14 % de tara ya que los beneficios son muy altos en relación a otras actividades similares, sobre todo tomando en cuenta que la recuperación del capital con sus respectivas ganancias no superan los 2 meses que es el tiempo que dura el proceso productivo.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2006. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
3. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2001. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. Normas técnicas IUP 8 y de resistencia a la tensión y porcentaje de elongación a la rotura del cuero.
4. AGUDELO, S. 2007. Ahorro de agua y materia prima en los procesos de pelambre y curtido del cuero mediante precipitación y recirculación de aguas. 1a ed. Barcelona, España. Edit CIPRO. pp. 45 – 49.
5. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. sn. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 24 -52.
6. AGRAZ, G. 2016. Como se realiza el desencalado y rendido de las pieles caprinas. Recuperado el 26 de agosto del 2017 en el sitio web: <https://www.inspiration.org>
7. ALVES, J. 2016. Efectos negativos de la presencia de contaminantes en el los efluentes de las curtiembres. Recuperado el 10 de julio del 2017 en el sitio web: <http://www.pagina12.com.ar>
8. ARMENDÁRIZ, A. 2016. Contaminación por plomo en las curtiembres. Recuperado el 02 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.monografias.com>

9. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
10. BARTOLINI, P. 2016. Recirculación del cromo después de precipitación y redisolución. Recuperado el 15 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.lapiel.com>
11. BORRAS, D. 2016. Una sustitución parcial de cromo parece ser la salida. Recuperado el 28 de Julio del 2017 en el sitio web: <http://www.meigaweb.com>
12. BERMEJO, M. 2006. La importancia de aprender la tecnología del cuero. Bogotá, Colombia. Edit Universidad Nacional de Colombia. pp. 28 - 34.
13. BELLO, M. 2010. El desengrase de cueros ovinos y ovinos. 2a ed. Madrid, España. pp. 11 – 16.
14. BORRELLI, P. y OLIVA, G. 2001. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. 2a ed. Buenos Aires. Argentina EditErreGé y Asociados. pp 10 – 21.
15. BOUCHARD, J. 2016. Como se realiza el remojo y pelambre de las pieles caprinas. Recuperado el 4 de Septiembre del 2017 en el sitio web: <http://www.chem.unep.ch/mercury>
16. BARTOLINI, P. 2016. Métodos de Curtición de las pieles caprinas. Recuperado el 20 de Septiembre del 2017 en el sitio web: <http://www.ambiental.net>
17. BUXADÉ, C. 2006. Producción Ovina en Zootecnia bases de producción animal. Tomo VIII. Madrid-España. Edit. Mundi Prensa pp 34 - 46.

18. CANTERA, A. 2009. Efluentes de curtiembre Reutilización de los licores de pelambre, C.S. Buenos Aires, Argentina. presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Químicos del Cuero . p. 17.
19. CALETA, O. 2016. Como se realiza el piquel de las pieles caprinas. Recuperado el 15 de Julio del 2017 en el sitio web: <http://wwwes.scribd.com>
20. CARTAGENA, A. 2016. Características de la piel bovina. Recuperado el 8 de Septiembre del 2017 en el sitio web: <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel>.
21. CARRASCO, M. 2016. Aplicación de un sistema de curtición mixta con la utilización de diferentes niveles de órgano-cromo en la obtención de cuero para calzado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 78-80.
22. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA DEL CUERO. 2016. Manual Basico de curtición. Recuperado el 15 de Julio del 2017 en el sitio web: <http://www.worldlingo.com>
23. CORDERO B. 2016. Tecnología de la Curtición. 1a ed. Cuenca, Ecuador. Sin editorial. Primer tomo. Pp 28-29, 30-42.
24. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
25. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2007. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
26. ESPAÑA. International Union Physical Test. 2002. Norma Técnica IUP 6. Determinación de la resistencia al desgarre y a la tracción de los cueros.

27. ESPAÑA. International Union Colour Fastness Test. 2012. Norma Técnica IUF 450. Determinación de la solidez del color del cuero al frote.
28. EUCERÍN, E. 2016. Características químicas de la piel bovina. Recuperado el 15 de Octubre del 2017 en el sitio web: <http://www.cueronet.com>
29. FONT, J. 2001. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12-18, 40-49, 52-58.
30. GANSSER, A. 2006. Manual del Curtidor, 4a.ed. Barcelona-España. Edit Gustavo Gili S.A. pp 12 – 15.
31. GÄHR, F. 2016. Clasificación, características y acción sobre el cuero. Recuperado el 8 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.biblioteca.org.ar>
32. GUAMINGA, L. 2016. Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 65-67.
33. HERMANUTZ, F. 2016. Hidratación de iones de la piel bovina. Recuperado el 14 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.tilz.tearfund.com>.
34. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
35. HIDALGO, L. 2017. Escala de calificaciones de las pieles caprinas curtidas al aluminio con la inclusión de diferentes niveles de acomplejante. Riobamba, Ecuador. Laboratorio de Curtiembre de pieles.
36. JIMÉNEZ, L. 2016. Curtición al cromo de alto agotamiento. Recuperado el 10 de Septiembre del 2017 en el sitio web: <http://www.tilz.tearfund.com>.

37. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
38. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
39. LULTCS, W. 2003. IX Conferencia de la Industria del Cuero. se. Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp , 9, 11, 25, 26, 29.
40. LUNETI, P. 2016. Diferentes Secciones de la piel bovina. Recuperado el 8 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.p2pays.cromo.org>.
41. MAYA, J. 2017. Curtición de piel caprina con la utilización de niveles de tara y un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 57-59.
42. MAZÓN, V. 2016. Evaluación de cuatro extractos tánicos a partir de la vaina de guarango (*Caesalpinia spinosa*) utilizada en el proceso de curtición de pieles ovinas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. pp. 57-59.
43. OPPERMANN, W. 2016. Como se realiza el remojo y pelambre de las pieles caprinas. Recuperado el 10 de Octubre del 2017 en el sitio web: <http://www.casaquimica.com>
44. PORTAVELLA, M. 2005. Tenería y medioambiente, aguas residuales. Vol 4. Barcelona, España. Edit CICERO. pp .91,234,263.
45. RIECHE, A. 2006. Química orgánica. 1a ed. Igualada. España. Edit. Dorssat, pp, 78-86.
46. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp 23 – 29.

47. RODRIGUEZ, P. 2016. Estudio de la estructura de la piel. Recuperado el 14 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.milksci.unizar.es>
48. SALDARRIAGA, L. 2016. Características de la epidermis de la piel bovina. Recuperado el 10 de Octubre del 2017 en el sitio web: <http://www4.ujaen.es>.
49. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.
50. STRYER, L. 2005. Bioquímica. 2 a. ed. Barcelona, España. Edit Reverté S.A. pp 12 – 16.
51. TOMASIN, A. 2016. Contaminación por cromo en las curtiembres. Recuperado el 5 de Septiembre del 2017 en el sitio web: <http://www.gea.com.uy>.
52. TORSTENT, A. 2016. Teoría química del hinchamiento de la piel. Recuperado el 5 de Septiembre del 2017 en el sitio web: [http://www.cueronet.com/tecnica/div\\_superficie.htm](http://www.cueronet.com/tecnica/div_superficie.htm)
53. VANDEVIVERE, P. 2016. Procesos de curtición de las pieles caprinas. Recuperado el 10 de Octubre del 2017 en el sitio web: <http://www.coselsa.com>.
54. VANVLMERN, P. 2016. Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales. 5a Ed. Toronto, Canada. Edit. Chemists. pp. 71, 318, 335.
55. VERSTRAETE, W. 2016. Características de la dermis y el tejido subcutáneo de la piel. Recuperado el 10 de Julio del 2017 en el sitio web: <http://wwwforos.hispavista.com>

56. VULLIERMET, B. 2016. Tipos de hinchamiento en la piel bovina. Recuperado el 10 de Julio del 2017 en el sitio web: <http://www.indigoquimica.net>
57. ZACHARA, M. 2016. Composición del colágeno de la piel caprino. Recuperado el 10 de Agosto del 2017 en el sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co>



**ANEXOS**

Anexo 1. Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1972,22	1531,58	1525,00	1550,00	1900,00	4646,15	4142,86	3466,67
2684,21	377,78	3576,47	3311,11	3625,00	4887,50	3911,11	4010,00
2123,08	2035,71	1857,14	2161,54	2146,15	3066,67	2888,89	2790,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Probabilidad	Significación
Total	23	29232711,7	1270987,4					
Tratamiento	2	3673984,81	1836992,4	1,51	3,47	5,78	0,24	ns
Error	21	25558726,9	1217082,2					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de tara	Media	Grupo
12 %	2591,81	a
14 %	3297,90	a
16%	2383,65	a

Anexo 2. Evaluación del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
							55,0
47,50	80,00	70,00	60,00	67,50	87,50	90,00	0
							92,5
75,00	90,00	90,00	62,50	90,00	75,00	67,50	0
							52,5
75,00	100,00	70,00	120,00	75,00	77,50	65,00	0

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	6298,96	273,87					
Tratamiento	2	553,65	276,82	1,01	3,47	5,78	0,38	ns
Error	21	5745,31	273,59					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de tara	Media	Grupo
12 %	69,69	a
14 %	80,31	a
16%	79,38	a

Anexo 3. Lastometría de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
7,72	9,90	8,25	7,70	7,65	7,50	8,43	7,46
8,10	9,42	8,41	9,53	8,56	9,81	9,73	8,30
7,95	9,26	8,06	11,04	7,20	7,36	7,43	8,40

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	23,07	1,00					
Tratamiento	2	3,48	1,74	1,87	3,47	5,78	0,18	ns
Error	21	19,59	0,93					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de tara	Media	Grupo
12 %	8,08	a
14 %	8,98	a
16%	8,34	a

Anexo 4. Llenura de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00
5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00
4,00	3,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	11,83	0,51					
Tratamiento	2	4,33	2,17	6,07	3,47	5,78	0,01	*
Error	21	7,50	0,36					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de tara	de	Media	Grupo
12 %		3,50	b
14 %		4,50	a
16%		4,25	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	4,33	2,167	6,067	0,0084
Residuos	21	7,5	0,35714286		
Total	23	11,8			

Anexo 5. Blandura de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00
5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00
4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	5,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	12,63	0,55					
Tratamiento	2	7,00	3,50	13,07	3,47	5,78	0,000	**
Error	21	5,63	0,27					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de tara	Media	Grupo
12 %	3,63	b
14 %	4,88	a
16%	3,88	b

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	7	3,5	13,067	0,00021
Residuos	21	5,625	0,27		
Total	23	12,625			

Anexo 6. Redondez de las pieles caprinas curtidas por efecto de la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico.

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00
5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00
5,00	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	12,63	0,55					
Tratamiento	2	4,00	2,00	4,87	3,47	5,78	0,02	ns
Error	21	8,63	0,41					

C. Separación de las medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles tara	de	Media	Grupo
12 %		3,63	b
14 %		4,63	a
16%		4,13	c

Anexo 7. Evaluación estadística en el programa infostat de las resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara.

Análisis de la varianza					
Resistencia a la tensión					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
tension	24	0,13	0,04	40	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3673984,66	2	1836992,33	1,51	0,2441
niveles tara	3673984,66	2	1836992,33	1,51	0,2441
Error	25558723,5	21	1217082,07		
Total	29232708,2	23			
Test:Duncan Alfa=0,05		Error: 1217082,0725 gl: 21			
niveles tara	Medias	n	E.E.		
16	2383,65	8	390,05	A	
12	2591,81	8	390,05	A	
14	3297,9	8	390,05	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Porcentaje de elongación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
elongación	24	0,09	1,00E-03	21,63	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	553,65	2	276,82	1,01	0,3806
niveles tara	553,65	2	276,82	1,01	0,3806
Error	5745,31	21	273,59		



Total	6298,96	23			
Test:Duncan Alfa=0,05		Error: 273,5863 gl: 21			
niveles tara	Medias	n	E.E.		
12	69,69	8	5,85	A	
16	79,38	8	5,85	A	
14	80,31	8	5,85	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
lastometría					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
lastometría	24	0,15	0,07	11,41	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,48	2	1,74	1,87	0,1795
niveles tara	3,48	2	1,74	1,87	0,1795
Error	19,59	21	0,93		
Total	23,07	23			
Test:Duncan Alfa=0,05		Error: 0,9327 gl: 21			
niveles tara	Medias	n	E.E.		
12	8,08	8	0,34	A	
16	8,34	8	0,34	A	
14	8,98	8	0,34	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Anexo 8. Evaluación estadística en el programa infostat de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Llenura	24	0,37	0,31	14,64	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,33	2	2,17	6,07	0,0083
niveles tara	4,33	2	2,17	6,07	0,0083
Error	7,5	21	0,36		
Total	11,83	23			
Test:Duncan Alfa=0,05					
Error: 0,3571 gl: 21					
niveles tara	Medias	n	E.E.		
12	3,5	8	0,21	A	
16	4,25	8	0,21		B
14	4,5	8	0,21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
blandura	24	0,55	0,51	12,55	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7	2	3,5	13,07	0,0002
niveles tara	7	2	3,5	13,07	0,0002
Error	5,63	21	0,27		
Total	12,63	23			
Test:Duncan Alfa=0,05					
Error: 0,2679 gl: 21					
niveles tara	Medias	n	E.E.		
12	3,63	8	0,18	A	

16	3,88	8	0,18	A	
14	4,88	8	0,18		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
redondez					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
redondez	24	0,32	0,25	15,54	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4	2	2	4,87	0,0183
niveles tara	4	2	2	4,87	0,0183
Error	8,63	21	0,41		
Total	12,63	23			
Test:Duncan Alfa=0,05			Error: 0,4107 gl: 21		
niveles tara	Medias	n	E.E.		
12	3,63	8	0,23	A	
16	4,13	8	0,23	A	B
14	4,63	8	0,23		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Anexo 9. Remojo y pelambre de las pieles caprinas.

Proceso	Operación	Productos	%	°t	Tiempo
REMOJO	Baño	Agua	200	Ambiente	30 min
		Tensoactivo	1		
		Cloro	0,5		
Botar baño					
REMOJO	Baño	Agua	200	Ambiente	3 HORAS
		Tensoactivo	0,5		
		Cloruro de sodio	2		
Botar baño					
APELAMBRADO EMBADURNADO	Pasta	Agua	5	Ambiente	12 HORAS
		Cal	3		
		Sulfuro de sodio	2,5		
		Yeso	1		
Sacar lana y pesar pieles					
PELAMBRE EN BOMBO		Agua	100	Ambiente	10 min
		Sulfuro de sodio	0,2		10 min
		Sulfuro de sodio	0,2		10 min
		Agua	50		30 min
		Cloruro de sodio	0,5		30 min
		Sulfuro de sodio	0,5		30 min
		Cal	1		30 min
		Cal	1		3 HORAS
Girar 5 horas y descansar 1 hora durante 20 horas					
Botar baño					
LAVADO	Baño	Agua	200	Ambiente	20 min
Botar baño					
LAVADO	Baño	Agua	100	Ambiente	30 min
		Cal	0,5		
Botar baño					

Anexo 10. Descarnado rendido y piquelado de las pieles caprinas.

Proceso	Operación	Productos	%	°t	Tiempo
Descarnado					
Pesar pieles					
REHIDRATADO	Baño	Agua	200	25 °C	20 Min
Botar baño					
REHIDRATADO	Baño	Agua	200	25 °C	1 Hora
Botar baño					
DESENCALADO	Baño	Agua	100	25 °C	1 Hora
		Bisulfito de sodio	1		
		Formiato de sodio	1		1 HORA
Botar Baño					
Lavado	Baño	Agua	200	30 °C	20 Min
Botar Baño					
RENDIDO O PURGADO	Baño	Agua	100	35 °C	40 Min
		RINDENTE	0,5		
	BAÑO	AGUA	200	AMBIENTE	20 Min
Botar Baño					
PIQUELADO	Baño	Agua	100	Ambiente	10 Min
		Cloruro de sodio	5		
		Ácido fórmico 1:10	1,4		
		1 parte diluida			20 Min
		2 parte diluida			20 Min
		3 parte diluida			60 Min
		Ácido fórmico	0,4		
		1 parte diluida			20 Min
		2 parte diluida			20 Min
		3 parte diluida			20 Min
Botar Baño					

Anexo 11. Desengrase, segundo piquelado y curtido de las pieles caprinas.

Proceso	Operación	Productos	%	°t	Tiempo	
DESENGRASE	baño	agua	100	35 °c	1 hora	
		tensoactivo	2			
		diesel	4			
	botar baño					
	baño	agua	100	35 °c	10 min	
	tensoactivo	2				
botar baño						
SEGUNDO PIQUELADO	baño	agua	100	ambiente	10 min	
		cloruro de sodio	5		20 min	
		ácido fórmico	1,4		20 min	
		1 parte diluida			60 min	
		2 parte diluida			20 min	
		3 parte diluida			20 min	
		ácido fórmico	0,4		60 min	
		1 parte diluida			20 min	
		2 parte diluida			20 min	
		3 parte diluida			60 min	
		CURTIDO			tara	12
ácido oxálico	1			1 hora		
1 parte				1 hora		
2 parte				1 hora		
3 parte				1 hora		
agua	100			2 horas		
botar baño						
perchar los cueros por un día						
raspar calibre 1,2 mm						

Anexo 12 Rehidratado, Neutralizado, recurtido, tinturado y engrase.

Proceso	Operación	Productos	%	°t	Tiempo	
Rehidratado	Baño	Agua	200	Amb..	30 min	
		Tensoactivo	0,2			
		Ácido fórmico	0,2			
Botar baño						
Neutralizado		Agua	100	40° c	30 min	
		Formiato de sodio	1		60 min	
		Recurtiente neutral	2			
	Botar baño					
			Agua	300	40 °c	30 min
Botar baño						
Recurtido		Agua	100	40 °c	20 min	
		Dispersante	2			
		Rellenante de faldas	3		20 min	
		Agua	10	60°c	1 hora	
		Tara	3			
Botar baño						
Tinturado	Baño	Agua	200	70 °c	2 horas	
		Anilina (café, caterpillar y negro)	2			
Engrase	Baño	Ester fosfórico	6		70 °c	2 horas
		Lanolina	4			
		Aceite mineral	2			
		Grasa cruda	2			
		Ácido fórmico	0,5		10 min	
Botar baño						
Lavado	Baño	Agua	200	Amb.	15 min	
Botar baño						
Perchar y estacar						
Lijar						