



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

**"CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS (*Capra hircus*), CON  
DIFERENTES NIVELES DE OXAZOLIDINA, EN COMBINACIÓN  
CON CASTAÑO"**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: SEBASTIAN ALEJANDRO VINUEZA BRAVO**

**DIRECTOR: ING. MSc. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. Ph.D**

**Riobamba – Ecuador**

**2020**

## Urkund Analysis Result

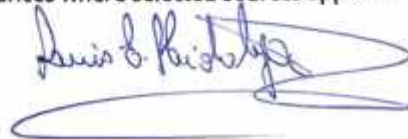
Analysed Document: Tesis Sebastian Vinuesa 08-03-2020.docx (D65334531)  
Submitted: 3/12/2020 8:56:00 PM  
Submitted By: lulsedua08@yahoo.es  
Significance: 7 %

### Sources included in the report:

Tesis paola Siguenza FINAL.docx (D40264708)  
tesis-ultimoKAREN-1.docx (D47096187)  
Tesis-jhonatan-01.07.2019.docx (D54271830)  
[https://www.researchgate.net/publication/268521025\\_SOSTENIBILIDAD\\_DE\\_PEQUENAS\\_Y\\_MEDIANAS\\_CURTIEMBRES\\_DE\\_VILLAPINZON\\_Area\\_tematica\\_Productividad\\_y\\_Competitividad](https://www.researchgate.net/publication/268521025_SOSTENIBILIDAD_DE_PEQUENAS_Y_MEDIANAS_CURTIEMBRES_DE_VILLAPINZON_Area_tematica_Productividad_y_Competitividad)  
<https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/productos-para-curtiembre/procesos-de-curtido-ecotan/curtici-n-vegetal.html>  
<https://docplayer.es/147907494-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo.html>  
[https://www.researchgate.net/publication/311893577\\_Comparacion\\_de\\_la\\_curticion\\_con\\_harina\\_de\\_Caesalpinia\\_Spinosa\\_con\\_una\\_curticion\\_mineral\\_con\\_sulfato\\_de\\_cromo\\_para\\_pieles\\_caprinas](https://www.researchgate.net/publication/311893577_Comparacion_de_la_curticion_con_harina_de_Caesalpinia_Spinosa_con_una_curticion_mineral_con_sulfato_de_cromo_para_pieles_caprinas)  
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/12/pleles-caesalpinia-spinosa.html>

### Instances where selected sources appear:

31



© 2020, **Sebastián Alejandro Vinueza Bravo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Sebastian Alejandro Vinueza Bravo**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 23 de Julio del 2020

---

Sebastián Alejandro Vinueza Bravo  
CI 060467946-4

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

### CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

#### CERTIFICACIÓN

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: el trabajo de investigación: Tipo proyecto de investigación **“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS (*Capra hircus*), CON DIFERENTES NIVELES DE OXAZOLIDINA, EN COMBINACIÓN CON CASTAÑO”** de responsabilidad del señor **Sebastián Alejandro Vinueza Bravo**, revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal

Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Tatiana Sánchez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_ 23 de Julio de 2020

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

\_\_\_\_\_

Dr. Guido Gonzalo Brito MsC.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme bendecido con una familia incondicional, guiarme en el camino dando cada paso; a mis padres Jorge Modesto y Lester Dolores por haberme apoyado en cada acierto y mucho más en los errores para seguir aprendiendo cada día; a mis hermanos que siempre han sido un ejemplo y un apoyo incondicional.

A mis amigos porque ellos son la familia que uno puede escoger ya que ellos han estado en los buenos momentos y con mucha más razón en los malos, dedico este pequeño paso a todas las personas que me han apoyado.

## **AGRADECIMIENTO**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. La piel caprina .....	3
1.2. El cuero de cabra .....	6
1.3. Curtición de la piel .....	7
1.3.1. Curticiones con productos orgánicos.....	7
1.3.2. Curticiones con productos inorgánicos .....	8
1.4. Nuevas alternativas de curtición .....	8
1.5. Oxazolidina.....	9
1.5.1. Curtición con oxazolidina .....	9
1.6. Los extractos vegetales y el curtido.....	12
1.7. Ventajas del curtido vegetal.....	13
1.8. Castaño .....	15

### CAPITULO II

2. MARCOMETODOLÓGICO.....	17
2.1. Localización y duración del experimento .....	17
2.2. Unidades experimentales.....	17
2.3. Materiales, equipos e insumos .....	17
2.3.1. Materiales.....	17
2.3.2. Equipos.....	18
2.3.3. Productos químicos.....	19
2.4. Tratamientos y diseño experimental .....	20
2.5. Mediciones experimentales .....	21
2.5.1. Físicas .....	21



2.5.2.	<i>Sensoriales</i> .....	21
2.5.3.	<i>Económicos</i> .....	22
2.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	22
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	22
2.7.1.	<i>Remojo y Pelambre por embadurnado</i> .....	22
2.7.2.	<i>Desencalado, rendido y piquelado</i> .....	23
2.7.3.	<i>Curtido y basificado</i> .....	23
2.7.4.	<i>Neutralizado y recurtido</i> .....	23
2.7.5.	<i>Tintura y engrase</i> .....	24
2.7.6.	<i>Aserrinado, ablandado y estacado</i> .....	24
2.8.	<b>Metodología de evaluación</b> .....	24
2.8.1.	<i>Análisis sensorial</i> .....	24
2.8.2.	<i>Análisis de laboratorio</i> .....	25
2.8.2.1.	<i>Resistencia a la tensión</i> .....	25
2.8.2.2.	<i>Porcentaje de elongación</i> .....	29
2.8.2.3.	<i>Lastometría</i> .....	30

### **CAPITULO III**

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
3.1.	<b>Evaluación de las resistencias físicas del cuero caprino curtido con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño</b> .....	31
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup></i> .....	31
3.1.2.	<i>Porcentaje de elongación, %</i> .....	33
3.1.3.	<i>Lastometria, mm</i> .....	35
3.2.	<b>Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño</b> .....	36
3.2.1.	<i>Llenura, puntos</i> .....	36
3.2.2.	<i>Blandura puntos</i> .....	39
3.2.3.	<i>Redondez puntos</i> .....	42
3.3.	<b>Evaluación económica</b> .....	44
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla -1-2:</b>	Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.....	17
<b>Tabla -2-2:</b>	Esquema del experimento .....	21
<b>Tabla -3-2:</b>	Esquema del ADEVA .....	21
<b>Tabla -4-2:</b>	Cálculos de medición de la resistencia la tensión .....	27
<b>Tabla 1.1-3:</b>	Evaluación de las resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con castaño.....	31
<b>Tabla 2-3:</b>	Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con castaño.....	37
<b>Tabla 3-3:</b>	Valoración económica de la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con un porcentaje fijo de castaño.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura -1-1.</b> Sección transversal de la dermis de una piel bovina curtida (izquierda) y de una piel caprina curtida (derecha).....	4
<b>Figura 2-1.</b> Estructura de la fibra de colágeno. ....	5

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-2.</b> Corte de la probeta de cuero. ....	26
<b>Fotografía 2-2.</b> Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero. ....	26
<b>Fotografía 3-2:</b> Equipo para medir el calibre del cuero. ....	27
<b>Fotografía 4-2</b> Medición de la longitud inicial del cuero. ....	28
<b>Fotografía 5-2</b> Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras. ....	28
<b>Fotografía 6-2</b> Encendido del equipo. ....	28
<b>Fotografía 7-2</b> . Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero. ....	29
<b>Fotografía 8-2</b> . Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero. ....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo B:** Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo C:** Lastometria de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo D:** Llenura de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo E:** Blandura de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo F:** Redondez de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño
- Anexo G:** Receta del proceso de ribera de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería masculino utilizando 8,9 y 10 % de Oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.
- Anexo H:** Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.
- Anexo I:** Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

- Anexo J:** Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.
- Anexo K:** Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.
- Anexo L:** Evidencia fotográfica del proceso de ribera de las pieles caprinas en el Laboratorio de Curtiembre de la FCP, de la ESPOCH.
- Anexo M:** Remojo de las pieles en el Laboratorio.
- Anexo N:** Evidencia fotográfica del proceso de pelambre por embadurnado.
- Anexo O:** Evidencia fotográfica del proceso de pelambre en bombo.
- Anexo P:** Evidencia fotográfica del proceso de descarnado, desencalado, piquelado y desengrase.
- Anexo Q:** Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.
- Anexo R:** Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.
- Anexo S:** Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.

## RESUMEN

Este proyecto se enfocó en la curtición de pieles caprinas (*Capra hircus*), con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con 6 % de castaño, se realizó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias. El número de unidades experimentales fue 24 pieles, modelados bajo un diseño completamente al azar, utilizando 3 tratamientos (8, 9 y 10 % de oxazolidina), con 8 repeticiones por tratamiento. Los resultados indicaron que, al utilizar el 10% de oxazolidina, se consigue mayor resistencia a la tensión (2423.13 N /cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (68.44%) y lastimetría (10.08 mm), que superaron las exigencias de las normas de calidad vigentes. Las sensaciones que provocó a los sentidos, obtienen una calificación excelente al trabajar con 10 % de oxazolidina con un valor de llenura (4.63 puntos), blandura (4.50 puntos), y redondez (4.75 puntos) que son agradables tanto a la apreciación del manufacturero y consumidor, puesto que el cuero es de primera calidad. Los costos de producción fueron de 1.87; 1.90 y 1.92 para el 8, 9 y 10 % de oxazolidina respectivamente; y, la rentabilidad más alta en los cueros del tratamiento T3 (10 %); con, relación beneficio/costo de 1.27, teniendo una utilidad de 27 centavos de dólar que resulta beneficio tanto en el factor económico como en el ambiental. Por lo que se recomienda la curtición con 10 % de oxazolidina en combinación con 6% de castaño, puesto que el material obtenido es resistente y con buenas prestaciones sensoriales.

## PALABRAS CLAVES

<TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>, <ZOOTECNIA>, <CURTICIÓN>, <PIEL CAPRINA (*Capra hircus*)>, <OXAZOLIDINA>, <CASTAÑO>, <RESISTENCIA A LA TENSIÓN>, <BLANDURA DEL CUERO>.



17-06-2020

0066-DBRAI-UPT-2020

## **ABSTRACT**

This project focused on the goatskin tanning process (*Capra hircus*), with different levels of oxazolidine in combination with a 6% chestnut was carried out in the fur tanning laboratory of the Facultad de Ciencias Pecuarias. The number of the experimental unit was 24 skins modeled under a completely randomized design using 3 treatments (8, 9, and 10% oxazolidine), with 8 repetitions per treatment. Results suggested that when we use 10% oxazolidine greater resistance to tension (2423.13 N / cm<sup>2</sup>), the percentage of elongation (68.44%) and lastometry (10.08 mm) were achieved which exceeded the requirements of quality standards in force. The sensations that it provoked to the senses obtain the rating an excellent with a compliance 10% of oxazolidine with a value of fullness (4.63 points), softness (4.50 points), and roundness (4.75 points) that are pleasing both to the appreciation of the manufacturer and consumer because of high-quality leather. Production costs were 1.87; 1.90 and 1.92 for 8, 9 and 10% of oxazolidine respectively, and the highest profitability in the leathers of the T3 treatment (10%) with a benefit/cost ratio of 1.27, taking account of a profit of 27 cents which is acceptable as part of both economic and environmental factors. It is recommended to use the goat tanning process 10% oxazolidine in combination with a 6% chestnut because the material obtained is resistant and with good sensory benefits.

## **KEYWORDS**

<AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <ZOOTECNICS>, <TREATMENT>, <CAPRINE SKIN (*Capra hircus*)>, <OXAZOLIDINE>, <CHESTNUT>, <LEATHER SOFTNESS>



## INTRODUCCIÓN

La utilización del cuero es una de las más antiguas industrias, posiblemente los pueblos primitivos encontraron aplicación de los cueros y pieles, en la necesidad de cubrirse o protegerse de las inclemencias del tiempo, antes de conocer la aplicación de las fibras textiles.

El origen de la industria del curtido se remonta a los tiempos más remotos. Los fenicios ya conocían perfectamente la elaboración de los cueros y su coloración. Los métodos empleados hoy en día tienen su origen en épocas remotas; con los años ha ido lográndose su perfeccionamiento y se ha podido abreviar el tiempo de curtido y mejorar las calidades. En Oriente ya se utilizaban las nueces de agallas y la corteza de roble para curtir sus pieles de calidad fina.

Los Árabes introdujeron el curtido con alumbre y sal común, y a mediados del siglo 20 se comenzaron a aplicar los procedimientos llamados al cromo. Hoy en día la preparación de la piel para el curtido sigue basándose en la experiencia, tanto en los pequeños talleres artesanales como en las grandes fábricas, Las fases del trabajo son básicamente las mismas. (Iglesias, 2008, p. 68).

Con los cambios relacionados a la protección del ambiente y desarrollo de nuevas tecnologías limpias de producción, la industria de curtición de pieles está abocada a realizar innovaciones en sus procesos; y, uno de ellos es la sustitución de productos curtientes de origen mineral por productos de origen vegetal, químico o combinaciones de productos menos agresivos al ambiente.

Actualidad el curtido con cromo cubre el 90% de pieles curtidas con este metal. En este contexto se ha realizado diversas investigaciones sobre el manejo adecuado del cromo III en los procesos productivos como separación, recuperación, reutilización, entre otros; pero sin reflexionar sobre el final del ciclo de vida de los artículos de cuero, siendo llevados a los vertederos de basura donde se origina un mayor problema, al transformarse el cromo trivalente en hexavalente por oxidación. Además, la presencia de alergias en los usuarios de objetos de cuero curtidos con mineral cromo III, (Hidalgo, 2004, p. 32)

Se ha impulsado ampliamente el uso de insumos inorgánicos en la producción del cuero que países históricamente importantes en el desarrollo de la industria de la curtiembre han abandonado por completo el uso de curtientes vegetales, como es el caso de la mayoría de los países europeos, a excepción de Italia. El proceso de curtición transforma un residuo procedente de los mataderos en piel curtida, un material resistente, duradero y de aspecto muy agradable que puede utilizarse para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería, tapicería, confección, etc. En el proceso

industrial se realizan diversas operaciones químicas y mecánicas, siendo la curtición la más importante (Bacardit, 2004, p. 43).

En la presente investigación se utilizó como curtientes la *Oxazolidina*, en combinación con el Castaño, al ser dos productos que no alteran el equilibrio del ambiente se considera un proceso ecológico, ya que la *Oxazolidina* es un compuesto químico muy potente, teniendo como ventaja ser amigables con el ambiente usando el (8,9 y 10%) que han sido recomendados en investigaciones pasadas. Además, el Castaño tiene la ventaja de ser un producto natural fácilmente manejable y que no causa ningún daño al medio ambiente. (Soler, 2004, p. 12).

Al no utilizarse sales de cromo en la curtición, se evita la posible oxidación del cromo III a cromo VI, identificado como cancerígeno y mutagénico por inhalación, tóxico por ingestión y alergénico por contacto con la piel, y cuyo contenido se ha limitado por la UE a menos de 3 ppm en el cuero en contacto con la piel del usuario, por el riesgo de sensibilización cutáneas, (Bacardit, 2004, p. 43).

Existe además una reciente presión ambiental sobre las industrias de curtidos y una tendencia al aumento de requisitos ecológicos en las pieles, que ha provocado la continua introducción de mejoras en los procesos de curtición que reduzcan la contaminación. Por otro lado, la crisis que el sector del cuero está experimentando, la competencia de terceros países con bajos costes laborales y las exigencias de sectores industriales como el automóvil, impulsan el planteamiento de nuevas estrategias de mercado y la implantación de procesos innovadores (Fontalvo, 2009, p. 32)

Por tanto, existe una necesidad de desarrollar una nueva tecnología de curtición que proporcione, mediante procesos con menor impacto ambiental, pieles de calidad que cumplan las exigencias del mercado en cuanto a calidad y contenido en sustancias restringidas. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Aplicar en la curtición de pieles caprinas del ecotipo criollo, diferentes niveles de *Oxazolidina*, (8, 9 y 10%) en combinación con 6% de Castaño, para la obtención de materia prima de calidad.
- Determinar el mejor tratamiento de *Oxazolidina*, (8, 9 y 10%) en combinación con 6% de Castaño, en la curtición de pieles caprinas evaluadas mediante pruebas físicas y sensoriales, para poder cumplir los requerimientos de calidad en la Industria del Cuero.
- Establecer los costos de producción de cada uno de los tratamientos.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. La piel caprina

La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas como ser el órgano de protección sumamente eficaz. También es un órgano termorregulador, cumple con la función de mantener la temperatura corporal y la cumple en base a determinadas estructuras fundamentales que son las glándulas sudoríparas y la vasculización (irrigación sanguínea). Es un órgano sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras. Es un reservorio sanguíneo. Actúa como depósito de determinadas sustancias químicas, como son los lípidos. Es un órgano de secreción de diferentes productos que van desde el sudor, hasta productos de secreción mucho más elaborados como la secreción láctea. (Zurita, 2012, p. 68).

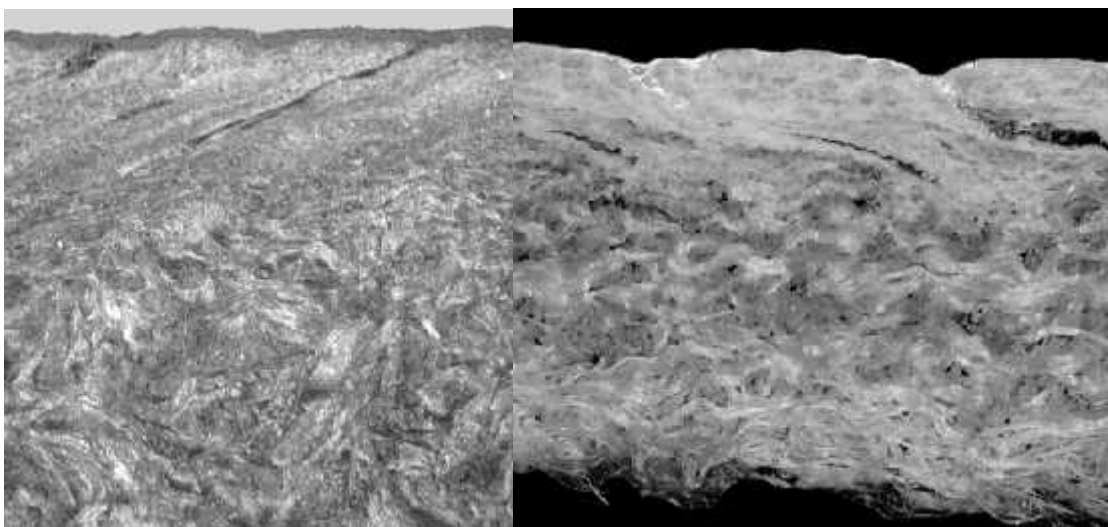
La piel de cabra se caracteriza por ser de condiciones muy finas y flexibles, lo cual las hace resistentes, pero a su vez con una estructura muy compacta. Incluso, es considerada una de las pieles más finas del mercado, puesto que una vez trabajadas y curtidas, son comúnmente utilizadas para la fabricación y confección de costosos zapatos y guantes, e inclusive para la encuadernación de obras, enciclopedias y todo tipo de publicaciones de muy alta calidad. (Villegas, 2007, p. 45).

Las cabras más jóvenes ofrecen al mercado un cuero aún más fino y con un valor muy superior a otros tipos de cuero, debido a su delicada resistencia. Por su alta capacidad de reproducción y de adaptarse a casi todo tipo de lugares, aún con falta de áreas de pastoreo, los caprinos y su cuero son uno de los preferidos en la industria de la peletería. La estructura interna de la piel está constituida por tres capas: (Prat, 2000, p. 45)

- Epidermis. Es la zona más exterior de la piel. Es una capa delgada que representa aproximadamente el 1% del espesor total de la piel en bruto. La epidermis presenta distintas capas, en su parte más externa está formada por células queratinizadas que se desprenden por descamación y que son reemplazadas por otras células de las capas más internas. La zona más interna está formada por células vivas y en ella se encuentran los gránulos de melanina que dan a la epidermis su coloración característica. Las células de la zona más interna, por su proximidad a los capilares sanguíneos se pueden desarrollar adecuadamente, pero con el

tiempo pasan a la zona externa que carece de capilares sanguíneos, y las células degeneran por falta de alimentación, se queratinizan, mueren y por roce se eliminan.

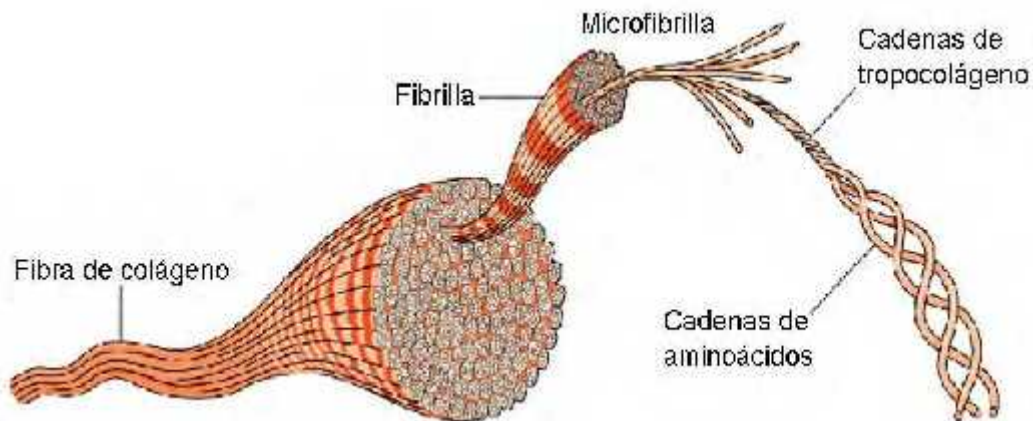
- **Dermis o Corium.** Se localiza inmediatamente por debajo de la epidermis y se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la membrana hialina. La dermis constituye la parte principal de la piel y su espesor representa aproximadamente el 84% del espesor total de la piel. Químicamente su principal componente es la proteína de colágeno. Está formada a su vez por dos capas, una capa reticular inferior (lado carne del cuero) y la llamada capa de flor (lado flor) que está en contacto con la epidermis.
- La capa de flor tiene unas fibras muy finas y apretadas, su empaquetamiento es muy compacto, y además contiene glándulas sudoríparas, sebáceas, tejido nervioso, el músculo erector del pelo y los bulbos pilosos. La capa reticular inferior tiene un espesor varias veces superior a la capa de flor. En ella las fibras de colágeno son más gruesas y fuertes. Salvo en la zona próxima al tejido subcutáneo no contiene glándulas ni vasos sanguíneos. La figura II.1. Muestra las imágenes de la sección transversal de la dermis completa de una piel bovina y de una piel caprina curtidas. (Hidalgo, 2004, p. 54).
- **Tejido subcutáneo.** Constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruto. Es la parte de la piel que asegura su unión con el cuerpo del animal. Cuando en el matadero la piel se separa del animal, parte del tejido conectivo queda adherido a ella, junto con cantidades variables de tejido adiposo y tejido muscular, todo ello constituye el tejido subcutáneo como se ilustra en la figura 1-1. (Thorstensen, 2002, p. 45).



**Figura -1-1.** Sección transversal de la dermis de una piel bovina curtida (izquierda) y de una piel caprina curtida (derecha).

Fuente: (Hidalgo, 2004, p. 54).

De estas tres capas, solamente la dermis se utiliza para la producción de cuero, las otras dos se eliminan durante el proceso de fabricación., el principal componente de la dermis es el colágeno. Existen distintos tipos de colágeno, siendo el tipo I la principal proteína constituyente de la piel. El colágeno se caracteriza por tener una estructura insoluble y de forma fibrilar. Las fibras de colágeno se componen de una triple hélice formada por 3 cadenas de aminoácidos entrelazadas. Las cadenas laterales de los aminoácidos se proyectan hacia el exterior de la hélice. (Jones, 2002, p. 56).



**Figura 2-1.** Estructura de la fibra de colágeno.

Fuente: (Bacardit, 2004, p. 45)

La cadena de colágeno puede considerarse como el resultado de la polimerización de tripletes de aminoácidos, Gly-X-Y, ya que éstos se repiten secuencialmente. La glicina ocupa siempre la primera posición, las posiciones X e Y generalmente no presentan una orientación tan definida hacia ningún aminoácido, sin embargo, un tercio de los aminoácidos que constituyen el colágeno son la prolina y la hidroxiprolina, aminoácidos cíclicos necesarios para la estructura de triple hélice. La composición global de los aminoácidos que forman el colágeno tipo I varía en las distintas especies de animales mamíferos. (Churata, 2003, p. 79).

La estructura nativa de las proteínas se encuentra estabilizada por un gran número de interacciones que contribuyen a mantener su configuración original. Las uniones salinas y los puentes de hidrógeno son los enlaces más fuertes que se forman, aunque las interacciones hidrófobas también son muy importantes en este sentido, pues a pesar de que son más débiles se producen en un gran número. (Lampartheim, 2008, p. 45).

La unión iónica se puede romper por ácidos o bases o por cualquier agente que interactúe con una de las dos cadenas laterales que intervienen en su formación. Así, los ácidos descargan los grupos carboxilos, disminuyendo las fuerzas cohesivas de la proteína, y los álcalis ejercen un efecto similar por descarga de los iones amonio. Las fibras de colágeno se dan en toda la extensión

de la dermis, por el lado flor son muy finas y más gruesas en el corium, donde van paralelamente formando un tejido característico a modo de fieltro. (Bacardit, 2004, p. 78).

## **1.2. El cuero de cabra**

Ancestralmente, el cuero es un material que se ha utilizado para confeccionar vestidos o indumentaria, zapatos y hasta armas en tiempo memoriales. Y se obtiene de manera natural mediante la extracción de la capa de tejido o piel que recubre el cuerpo de algunos tipos de animales. Es un material sumamente flexible y resistente, que permite, luego de ser sometido a procesos de curación y manufactura, ser trabajado y manipulado para ser utilizado de diferentes maneras, en la confección y fabricación de diversas piezas, desde prendas de vestir a usos industriales. (Vargas, 2011, p. 45).

Para obtener el cuero el proceso consiste en separar la piel, con el objeto de eliminar los pelos o lana, según sea el caso, para luego someter la pieza a un proceso de curtido, que impide que esta piel se descomponga y que por el contrario pueda ser utilizada para fabricar zapatos, chaquetas, carteras, mobiliario, tapicería, entre otras piezas y productos. (Artigas, 2007, p. 78).

Uno de los cueros más utilizados en la rama de la peletería, es el del ganado caprino, obtenido del conjunto de animales conocidos como cabras. Esta especie animal es un mamífero de tipo rumiante, del cual se obtienen muchos beneficios para la producción alimenticia. Sin embargo, el aprovechamiento de su pelaje es uno de los principales aspectos que lo hacen tan atractivo para quienes lo comercializan como para quienes adquieren y usan las piezas confeccionadas con su piel y cuero. (Artigas, 2007, p. 37)

Este tipo de animales se reproducen con gran rapidez y durante todo el año y fue domesticado hace milenios, aprovechándose todo de él, como su carne, leche, su piel y hasta sus desechos o lo que se conoce como estiércol, muy útil para abonos y otros usos. (Balla, 2011, p. 34).

El cuero del caprino en relación a la estructura de su piel es mucho más firme y más gruesa que la piel de los ovinos, por ejemplo, por lo que es considerada muy apta para la confección y fabricación de vestidos y todo tipo de prendas de vestir, ropa para el invierno o de protección de bajas temperaturas, zapatos y también como revestimiento de todo tipo de artículos de cuero. Otra de las ventajas es que tolera ampliamente el proceso de teñido, por lo que es posible encontrarlo comercialmente de una amplia gama de colores variados. (Altamirano, 2017, p. 67).

### **1.3. Curtición de la piel**

El proceso de curtición consiste en la estabilización de la proteína colagénica de la piel, gracias a la formación de enlaces transversales (reticulación) entre grupos reactivos de residuos aminoácidos de cadenas vecinas de colágeno y los agentes curtientes. La curtición confiere a la piel en bruto una serie de características como son, resistencia a microorganismos, resistencia hidrotérmica, resistencia enzimática, etc. Esta mejora general de propiedades constituye el primer paso importante para conseguir la transformación de la piel en un material de utilidad práctica. (Avalos, 2009, p. 56).

Los agentes químicos curtientes tienen la propiedad de estabilizar permanentemente la estructura de la piel. De forma generalizada se pueden clasificar en productos orgánicos y en productos inorgánicos. Actualmente están surgiendo nuevos sistemas de curtición a partir de la combinación de varios curtientes. (Adzetz, 2005, p. 89).

#### **1.3.1. Curticiones con productos orgánicos**

Bajo esta denominación se incluyen las curticiones realizadas con productos tales como los extractos vegetales (taninos) y sintanes (productos sintéticos de estructura similar a los extractos vegetales), diversos aldehídos y quinonas, así como las parafinas sulfo-cloradas y múltiples resinas. (Font, 2006, p. 26).

En la actualidad, de todas ellas la que mayor importancia tiene desde el punto de vista económico es la curtición con extractos vegetales. Se utiliza como curtición única y proporciona un tipo de cuero del cual no se conoce que produzca alergias cutáneas. Se distingue de los demás por la cantidad de agente curtiente que incorpora a la piel, que puede llegar al 100% en peso de la misma. Los extractos vegetales, los sintanes y las resinas también se suelen utilizar como precurticiones o recurticiones para rellenar las partes fofas de las pieles curtidas al cromo. (Bacardit, 2004, p. 90).

Los productos orgánicos curtientes, entre los que se incluyen los taninos vegetales, gluteraldehído, oxazolidina, sales de fosfonio y las resinas de melamina, muestran diferentes propiedades y capacidades de reacción con el colágeno. En función del tipo de radical orgánico, las pieles obtenidas alcanzan temperaturas de contracción de hasta 80-85°C lo que les confiere una estabilidad térmica adecuada para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería, confección, etc. Sin embargo, en algunos casos las pieles pueden presentar un aspecto poco natural, escasa plenitud y flexibilidad, etc. como es el caso las sales de fosfonio y las resinas de

melamina o implicar un mayor grado de contaminación de los efluentes residuales del proceso, como sucede con los taninos vegetales. (Asociación Química Española del Cuero, 2002, p. 84).

### **1.3.2. Curticiones con productos inorgánicos**

Para que una sal inorgánica tenga capacidad curtiente es necesario que en disolución acuosa la sal se hidrolice y forme sales básicas que pueden penetrar en la piel y reaccionar con ella. Además de las sales de cromo cuya acción curtiente es ampliamente conocida, tienen aplicación industrial las curticiones con sales de aluminio, circonio y titanio. Se sabe que otras sales tales como las de cobre, wolframio, vanadio, zinc, mercurio, cloro, cobalto, cadmio, estaño, plomo y plata tienen un cierto efecto curtiente sobre la piel, pero no se ha encontrado aplicación industrial. (Fontalvo, 2009, p. 67).

La piel curtida seca posee gran número de espacios vacíos en forma de canales microscópicos entre las fibras de colágeno. Estos poros permiten que los gases como el aire y el vapor de agua puedan pasar a su través con relativa facilidad, propiedad que se denomina permeabilidad de la piel. Esta característica es común también a todos los cueros de curtición vegetal. (Font, 2002, p. 78).

### **1.4. Nuevas alternativas de curtición**

La problemática medioambiental que plantean las pieles curtidas al cromo ha propiciado que las líneas de investigación en nuevos sistemas de curtición se centren en curticiones alternativas a las sales de cromo. Estas alternativas están basadas en agentes químicos orgánicos o inorgánicos tales como circonio, aluminio, titanio, aldehídos o fosfatos orgánicos. (Casa Comercial Bayer, 2007, p. 87).

En INESCOP la investigación se ha centrado en dos líneas, por un lado, la curtición con sales de titanio, mediante el desarrollo del proyecto europeo TiLeather (Ecofriendly leather tanned with titanium) y por otro lado la curtición con oxazolidina, a través del proyecto europeo Oxatan (Environmentally friendly oxazolidine-tanned leather). Ambos proyectos fueron financiados dentro de VII Programa Marco de la Unión Europea y el objetivo común es la obtención de pieles curtidas mediante tecnologías limpias y que mantienen las propiedades físicas adecuadas para su uso en calzado o tapicería. (Libreros, 2003, p. 68).

En general, las experiencias obtenidas hasta el momento con un único agente curtiente no han dado resultados tan satisfactorios como con las sales de cromo, por lo que la mayoría de las nuevas alternativas de curtición están basadas en diferentes combinaciones de agentes curtientes. (Roch, 2004, p. 68).



## **1.5. Oxazolidina**

Las oxazolidinonas son una clase de compuestos que contienen anillos de 2-oxazolidona en su estructura. En química, son útiles como auxiliares de Evans, que son usados para síntesis quiral. Generalmente, el sustrato cloruro de acilo reacciona con la oxazolidinona para formar una imida. Los sustituyentes en la posición 4 y 5 de la oxazolidinona dirigen cualquier reacción aldólica a la posición alfa del carbonilo del sustrato. (Soler, 2004, p. 54).

Las Oxazolidina son compuestos heterocíclicos saturados preparados mediante reacción primaria de amino-alcoholes con formaldehído. La formación de las estructuras de Oxazolidina monocíclicas o bicíclicas depende de la elección de los productos químicos iniciales, de manera que, es posible sintetizar una gran variedad de Oxazolidina a partir de diferente amino-alcohol. (Altamirano, 2017, p. 76).

Las Oxazolidina son productos químicos muy empleados que tienen una gran variedad de aplicaciones: inhibidores de corrosión, emulsionantes, diluyentes o agentes de curtición. Las Oxazolidina comercializadas para su uso como agente curtiente son compuestos solubles en agua y compatibles con la mayoría de los productos químicos comúnmente utilizados en las operaciones de curtición por lo que pueden introducirse en diferentes etapas del proceso". (Schubert, 2007, p. 73).

### ***1.5.1. Curtición con oxazolidina***

El proceso de curtición transforma un residuo procedente de los mataderos en piel, un material resistente, duradero y de aspecto muy agradable que puede utilizarse para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería, tapicería, confección, etc. En el proceso industrial se realizan diversas operaciones químicas y mecánicas, siendo la curtición la más importante de todas ellas. En esta etapa, el colágeno, principal componente de la piel, reacciona con un producto curtiente lográndose la estabilización del mismo. (Thorstensen, 2002, p. 90).

En el proceso de curtición tradicional, empleado en más del 90% de las pieles curtidas en todo el mundo, se utilizan sales básicas de cromo trivalente como agente curtiente. En ocasiones se detectan alergias a este compuesto y también oxidaciones a cromo hexavalente que es un compuesto cancerígeno. (Yuste, 2002, p. 79).

Por estos motivos surge el proyecto Life-Oxatan, cuyo principal objetivo consiste en demostrar, promocionar y difundir en la Unión Europea que la curtición con oxazolidina, combinada con

otros curtientes vegetales o sintéticos, es una alternativa viable a la curtición tradicional con cromo. Por estos motivos surge el proyecto Life-Oxatan, como herramienta para la validación y difusión de la tecnología de curtición con oxazolidina combinada con otros curtientes vegetales o sintéticos. (Iglesias, 2008, p. 89).

La principal ventaja que presenta la curtición con oxazolidina es que permite obtener pieles curtidas con elevadas prestaciones, al tiempo que se consigue evitar la presencia de metales (cromo) tanto en los residuos líquidos como en los residuos sólidos derivados del proceso de curtición, dado que hasta la fecha no existe constancia de problemas derivados del uso de la oxazolidina. De esta forma, se consigue reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante el proceso de curtición de las pieles y también al final del ciclo de vida de este material, sea en forma de recortes en las fábricas de calzado o cuando se desechan los zapatos usados. (Prat, 2000, p. 89).

Con la implementación de esta técnica en las curtidurías, es posible reducir considerablemente el impacto ambiental generado, tanto durante el proceso de curtido del cuero como también al final del ciclo de vida del material, ya sea en forma de residuos de cuero en las fábricas o cuando los artículos de cuero (zapatos, bolsos, etc.), se desechan por el consumidor tras su uso. A día de hoy, son varias las marcas de calzado que han incluido modelos fabricados con pieles curtidas con oxazolidina en sus colecciones y se comercializan con éxito. (Vargas, 2011, p. 98).

Los productos orgánicos curtientes, entre los que se incluyen los taninos vegetales, gluteraldehído, oxazolidina, sales de fosfonio y las resinas de melamina, muestran diferentes propiedades y capacidades de reacción con el colágeno. En función del tipo de radical orgánico, las pieles obtenidas alcanzan temperaturas de contracción de hasta 80-85°C lo que les confiere una estabilidad térmica adecuada para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería, confección, etc, (Bacardit, 2004, p. 89).

Sin embargo, en algunos casos las pieles pueden presentar un aspecto poco natural, escasa plenitud y flexibilidad, etc. como es el caso las sales de fosfonio y las resinas de melamina o implicar un mayor grado de contaminación de los efluentes residuales del proceso, como sucede con los taninos vegetales. (Vera, 2018, p. 53) .

En el caso del gluteraldehído, las pieles obtenidas muestran un aspecto y propiedades físicas adecuadas, pero presenta el inconveniente de que se trata de una sustancia con un importante riesgo en su manejo y utilización para los operadores. Además, las pieles muestran una escasa solidez a la luz y presentan problemas de amarilleamiento. (Casa Comercial Bayer, 2007, p. 32).

Por tanto, existe una necesidad de desarrollar una nueva tecnología de curtición que proporcione, mediante procesos con menor impacto ambiental, pieles de calidad que cumplan las exigencias del mercado en cuanto a calidad y contenido en sustancias restringidas. En este contexto, la curtición con oxazolidina, combinada con otros curtientes sintéticos o vegetales, permite la obtención de cueros de calidad que pueden ser utilizados por las industrias del calzado, tapicería y marroquinería. (Chasiquiza, 2014, p. 80).

Como agente curtiente, la oxazolidina E reacciona de forma irreversible con el colágeno de la piel a un pH del orden de 4,0, con una velocidad de reacción controlada por las condiciones de operación: dosificación, temperatura, etc. La capacidad curtiente de la oxazolidina E se debe a la formación de un intermedio de reacción (por la apertura del anillo en medio ácido) que reacciona con los grupos amino del colágeno (lisina, hidroxilisina, tirosina y metionina) mediante enlaces covalentes estables. (Libreros, 2003, p. 65).

Las pieles curtidas sólo con oxazolidina alcanzan temperaturas de contracción inferiores a 75°C por lo que es necesario realizar la curtición con oxazolidina en combinación con curtientes sintéticos o vegetales para alcanzar temperaturas de contracción superiores a 80°C y obtener pieles curtidas de calidad comparables a las pieles de curtición mineral. (Lampartheim, 2008, p. 16).

Aunque la Patente GB148108 antes citada describe la posibilidad de aplicar con posterioridad a la oxazolidina curtientes sintéticos o vegetales, no describe el tipo de dichos curtientes sintéticos o vegetales ni la formulación de la combinación de los mismos, al tiempo que contempla también la combinación de la oxazolidina con curtientes minerales, cuyo uso pretende evitarse con la presente invención. Tampoco describe un tratamiento final de acondicionamiento para eliminar el formaldehído de las pieles. (Vera, 2018, p. 53) .

La Patente GB 2287953 también describe la combinación de curtientes orgánicos y oxazolidina y otros curtientes, siendo las proporciones y procedimiento diferentes y sin incluir un tratamiento final de acondicionamiento para eliminar el formaldehído de las pieles. Otras Patentes, como la Patente CN101781688 describen el uso de la oxazolidina como agente curtiente pero en diferente proporción a la descrita por la presente invención puesto que establece un rango muy elevado de entre 20-100 partes y sin describir la combinación con otros agentes curtientes como los descritos en la presente invención. (Soler, 2004, p. 67).

## **1.6. Los extractos vegetales y el curtido**

Entre todos los varios tipos de curtido, el curtido al vegetal es todavía hoy el más clásico, tradicional, reconocible, único capaz de dar al cuero propiedades inconfundibles, el más cercano a la naturaleza, el más respetuoso del medio ambiente, el más idóneo a conjugar comodidad y estética, moda y tradición, versatilidad de uso y unicidad del producto. (Roch, 2004, p. 18).

Natural es la sensación al tacto que los extractos vegetales confieren a los cueros; natural es el perfume típico de los cueros producidos por hábiles artesanos mezclando los mejores extractos con aceites y engrases seleccionados, natural es la forma en que las carteras, portafolios, billeteras, botas y cinturones son usados por sus propietarios. (Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, 2002, p. 45).

Los cueros curtidos al vegetal absorben las huellas de lo vivido. Cuando son nuevos, son luminosos y con tonos cálidos. Envejecen, pero no se arruinan. Los cambios y las personalizaciones por el uso y el tiempo testimonian la naturaleza del producto. Las coloraciones de los taninos confieren con el tiempo, tonalidades cálidas a los cueros, que tienen a reaparecer en superficie con el uso, personalizándose de modo único e irreproducible, como le sucede a nuestra piel. El producto tiende a transformarse según el uso que se le dé, mostrando su mejor parte. (Artigas, 2007, p. 67).

Materias curtientes son aquellas sustancias que tienen la propiedad que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, las transforman en cueros. Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros una finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante y la facilidad que tengan durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo. (Bühler, 2009, p. 45).

El curtido vegetal es tan antiguo como la historia del hombre y aun se remonta a la prehistoria. Surgió, como tantos otros avances, por la observación que puso en evidencia que, si una piel cruda entraba en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas, aquella se manchaba y esas partes aparentemente dañadas, resultaban favorecidos al quedar indemnes a la putrefacción. (Libreros, 2003, p. 24).

Con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta

que se inició la industria del curtido al cromo. El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. (Artigas, 2007, p. 67).

### **1.7. Ventajas del curtido vegetal**

Las ventajas del curtido vegetal son, (Bacardit, 2004, p. 58):

- El curtido vegetal es responsable con el medio ambiente, lo que significa que un producto que se puede reciclar.
- El curtido vegetal es una tradición antigua, por lo cual la mayoría de las curtiembres poseen artesanos muy hábiles que producen el cuero.
- Debido al uso de taninos naturales, los productos de curtido vegetal son únicos y poseen vida propia. No son los mismos durante toda su vida útil, sino que cambian permanentemente para mejorarse.
- Los colores que produce el curtido vegetal son tonos ricos y cálidos que lucen completamente naturales.
- Las materias primas utilizadas para el curtido vegetal son los taninos naturales, disponibles de forma líquida o en polvo, que se obtienen de diversas partes de plantas como maderas, cortezas, frutas, vainas y hojas. (Asociación Química Española del Cuero, 2002, p. 78).

El término tanino ha sido usado por primera vez en 1796 para indicar una sustancia presente en los extractos vegetales capaz de formar complejos insolubles con las proteínas de la piel animal, evitando que las acciones de las enzimas proteolíticas pudieran comprometer el estado físico de la piel. Este proceso en los años ha sido practicado con frecuencia incremental tanto que representa el principio base del curtido de pieles para la producción de cueros para suela. (Lampartheim, 2008, p. 68).

Esta substancia se encuentra en numerosos tipos de árboles y plantas y puede estar presente tanto en la corteza como en las hojas, en la madera o en los frutos y raíces. Los taninos son quienes confieren a la piel esa característica de unicidad que la hace tan particular, inmediatamente distinguible de otros tipos de curtido: el mismo “perfume de cuero” por ejemplo, es algo irrepitible, connotativo de una sensación inconfundible. (Jones, 2002, p. 187).

Los taninos son compuestos poli fenólicos muy astringentes (capacidad para secar las mucosas) y de gusto amargo, su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro. Los taninos son sustancias amorfas solubles en agua, que forman soluciones coloidales, en alcohol y en acetona. Abundan en las cortezas de los robles (donde están especialmente concentrados en las agallas) y el castaño, entre otros árboles. (Bühler, 2009, p. 45).

Químicamente los taninos son metabolitos secundarios de las plantas, fenólicos, que no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos. Abundan en las cortezas de los robles (donde están especialmente concentrados en las agallas) y los castaños, entre otros árboles. La fórmula  $C_{14}H_{14}O_{11}$ , considerada en algunos libros como la del tanino común, es sólo aproximada, ya que son polímeros complejos. Hay dos categorías de taninos, clasificados con base en su vía de biosíntesis y en sus propiedades químicas: los taninos condensados y los taninos hidrolizables. (Bacardit, 2004, p. 37).

Los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos formados por ácidos fenólicos, en particular ácido gálico, y azúcares simples. Son más pequeños que los taninos condensados y son hidrolizados con más facilidad; sólo basta ácido diluido para lograrlo. La mayoría tiene una masa molecular de entre 600 y 3000. (Iglesias, 2008, p. 45).

En la práctica curtiente de hoy se usan extractos tánicos líquidos o en polvo. El más conocido y antiguo es el extracto de castaño obtenido del tronco de la planta homónima. Igual de difundido en el curtido al vegetal es el extracto de quebracho, un árbol que crece prevalentemente en Argentina: De su madera se obtiene un polvo de un característico color rojo, que da a los cueros una inconfundible tonalidad cálida y brillante. (Lampartheim, 2008, p. 68).

Además de los extractos de castaño y de quebracho, se usan en el ámbito curtiente taninos de tara prevalentemente utilizados en el sector de la tapicería de autos y mobiliario. Los extractos de mirabolano, por último, dan al cuero un color uniforme y blando. (Vargas, 2011, p. 145).

Los taninos obtenidos de la madera de castaño (*Castanea sativa*) son de tipo pirogálico, pertenecen, es decir a esa categoría de taninos glucosídicos que son fácilmente hidrolizables. El extracto de castaño tiene una discreta cantidad de grupos ácidos y de ácidos orgánicos naturales, que determinan la marcada astringencia y la propiedad de combinarse en gran medida con la sustancia dérmica. (Yuste, 2002, p. 125).

Estas características hacen que el extracto de castaño sea particularmente adecuado para el curtido de pieles pesadas y en especial del cuero para suelas, puesto que permiten obtener un alto rendimiento en peso, un cuero firme, compacto pero flexible, elástico, de buen color, resistente a la luz y con buena impermeabilidad al agua. (Villegas, 2007, p. 25).

## **1.8. Castaño**

La *Castanea* es un género de plantas de la familia de las fagáceas, nativas de las regiones templadas del hemisferio norte, conocidas comúnmente como castaños. Se conoce como castaña al fruto de estos árboles. El género tiene 9 especies aceptadas, de los casi 180 taxones descritos. (Jones, 2002, p. 45).

Son árboles o arbustos de hojas alternas caducas en invierno, a veces rizomatosos, entomófilos. Las hojas son de márgenes aserrados, con estípulas prominentes y tempranamente caducas, con limbo delgado algo coriáceo y nervios secundarios no ramificados que se extiende hasta el margen, cada nervio terminando en un diente afilado o arista bien desarrollada. Las inflorescencias, en amentos axilares erectos, rígidos o flexibles, llevan las flores masculinas en su parte distal y las femeninas en la base. (Artigas, 2007, p. 67).

Las flores masculinas, con perianto de 6 lóbulos ovado-obtusos, tienen 10-20 estambres, mientras las femeninas se organizan en grupos de 1-3 flores (cimas triflores/dicasios) de perianto urceolado más o menos hirsuto con 6-8 lóbulos, 6-9 estilos en el ápice del ovario, ápice cubierto de pelos sedosos adpresos que se extienden hasta la base de los estilos -y persistirán en el aquenio derivado de dicho ovario-, y 6-8 estambres rudimentarios, cada grupo de flores rodeado por un involucreo cupuliforme de brácteas. Infrutescencia con cúpula (o calibio) de 2-4 válvulas, connadas marginalmente hasta la maduración, y que encierran completamente o casi completamente los aquenios. (Villegas, 2007, p. 25).

Dicha cúpula involucra la dehiscente, que deriva del involucreo bráctea, es densamente espinosa, con espinas irregularmente ramificadas, a menudo entrelazadas, más o menos cubiertas de pelos simples. Hay 1-3 aquenios/nueces, por definición indehiscentes -aunque, al resecarse, pueden presentar eventualmente una ruptura fisural superficial del endocarpo coriáceo, dejando al descubierto la semilla rodeada de su tegumento -por cúpula, cada uno de dichos aquenios correspondiendo a una de las flores de la inflorescencia femenina. (Libreros, 2003, p. 45).

Tienen el pistilo y sus estilos peludos persistentes, centimétrico, en el ápice así como una amplia cicatriz basal ovalada con una ancha marca estrellada/"explotada" en su parte central y que

corresponde a su fijación dentro la cúpula; su forma es plano-convexa, y si son 3, la central está a menudo reducida y aplanada, y si es solitaria toma forma más redondeada. (Vargas, 2011, p. 145). El endocarpo es coriáceo, fino y de interior peludo, rodeando una única semilla ruminada, carente de endospermo y con un epispermo membranáceo íntimamente pegado a su superficie y también a la capa peluda del interior del endocarpo. (Lampartheim, 2008, p. 34).

Esta especie está muy extendida en el territorio europeo y también en América del Norte, pero las mayores formaciones de bosques naturales están en Europa, principalmente en Francia, Italia y Yugoslavia. El castaño se desarrolla preferentemente en roca primitiva y los árboles de estas zonas son los que mayor porcentaje tienen de material curtiente. En cambio, los que se desarrollan en llanuras, con suelos más permeables y ricos, tienen menor porcentaje de tanino. (Gili Bas, 2019, p. 56).

Los castaños se van descortezando en los bosques a medida que se los tala, para posteriormente entregar a las fábricas de curtientes solamente el duramen del árbol, pero también se pueden descortezar una vez que se han terminado de cortar, lo cual depende exclusivamente del tipo de explotación (Cordero, 2011, p. 145).

Recién cortada, la madera del duramen del castaño, contiene aproximadamente un 70% de agua, pero luego al dejarla secar en los depósitos su humedad disminuye hasta alcanzar un 40 a 45% solamente, para reducirse luego de rallada al 28 o 30 %. (Roch, 2004, p. 45).

El promedio de sustancia curtiente de esta especie, se puede estimar en un 7 a 10%, con un contenido de humedad, como promedio, de 14,5% en Europa. En América del Norte, el porcentaje de tanino que produce el curtiente de esta madera oscila en un 7% para la región norte y un 10% en los bosques del sur. (Prat, 2000, p. 45).

Las raíces son las que tienen mayor proporción de materia curtiente, pudiendo ella llegar a un 18 o 20% con una humedad promedio de 14-15%. Por el alto precio de la mano de obra, el castaño es un extracto caro. (Casa Comercial Bayer, 2007, p. 67).



## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental se realizó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicados en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, kilómetro 1 ½ 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 60 días. En la tabla 1-2, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

INDICADORES	Valor
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s)	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales (2019).

#### 2.2. Unidades experimentales

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles caprinas de animales adultos, se escogieron animales criollos, procurando seleccionar las pieles para evitar el mayor porcentaje de defectos, las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

#### 2.3. Materiales, equipos e insumos

##### 2.3.1. *Materiales*

- 24 pieles caprinas
- Mandiles

- Percheros
- Raides 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.

### **2.3.2. Equipos**

- Bombos de remojo
- Bombos de curtido
- Máquina divididora
- Toggling.
- Equipo de flexometría.
- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Calefón.

### **2.3.3. *Productos químicos***

- Cloruro de sodio.
- Sulfato de sodio.
- Formiato de sodio.
- Sulfuro de sodio.
- Hidróxido de Calcio
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín
- Dispersante.
- Pigmentos
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Oxazolidina,
- Castaño.
- Bicarbonato de sodio.
- Laca

## 2.4. Tratamientos y diseño experimental

Las unidades experimentales fueron modelados bajo un diseño completamente al azar utilizando 3 tratamientos que se consideran los niveles de Oxazolidina en combinación con un nivel fijo de Castaño con 8 repeticiones por tratamiento y un tamaño de la unidad experimental de 1, dando un total de 24 unidades experimentales cuyo modelo lineal aditivo fue:

*Ecuación 1-2*

$$Y = \mu + T + \epsilon$$

Donde

$Y$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$T$  = Efecto de los tratamientos (niveles de oxazolidina en combinación con castaño).

$\epsilon$  = Efecto del error experimental.

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

*Ecuación 2-2*

$$H = \frac{12}{nT(nT + 1)} + \frac{\sum RT_1^2}{nR T_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

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 la tabla 2-2, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

**Tabla 2-2:** Esquema del experimento

TRATAMIENTO	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE*	Rep./trat.
8 % de Oxazolidina, más 6 % de Castaño.	T1	8	1	8
9 % de Oxazolidina, más 6 % de Castaño.	T2	8	1	8
10 % de Oxazolidina, más 6 % de Castaño.	T3	8	1	8
<b>TOTAL</b>				<b>24</b>

**Realizado por:** VINUEZA, Sebastián 2020

En el cuadro 5, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A	2
Error	21

**Realizado por:** VINUEZA, Sebastián 2020

## 2.5. Mediciones experimentales

### 2.5.1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>.
- Porcentaje de elongación, %.
- Lastometría, mm.

### 2.5.2. Sensoriales

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

### **2.5.3. Económicos**

- Costo de producción.
- Relación Beneficio Costo

### **2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

- Análisis de Varianza ADEVA
- Prueba de Kruskall Wallis
- Comparación de medias según Tukey ( $P < 0,01 - 0,05$ )
- Análisis de regresión y correlación de Pearson

### **2.7. Procedimiento experimental**

#### **2.7.1. Remojo y Pelambre por embadurnado**

- 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 tenso activo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño.
- Para el 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.

### **2.7.2. Desencalado, rendido y piquelado**

- 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 rindiente y se rodó el bombo durante 90 minutos;
- Pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenotaleina 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.
- Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes. Luego 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 se dejó en reposo durante 12 horas exactas.

### **2.7.3. Curtido y basificado**

- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 8% de oxazolidina más 6% de curtiente castaño, para las primeras 8 pieles del tratamiento T1, así como también el 9% de oxazolidina más 6% de curtiente castaño para las 8 posteriores pieles del tratamiento T2, y finalmente se adicionó el 10 % de curtiente oxazolidina más 6% de curtiente castaño para las 8 pieles del tratamiento T3.
- Luego se rodó durante 90 minutos, luego de 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 para luego rodar el bombo durante 5 horas.

### **2.7.4. Neutralizado y recurtido**

- Una vez rebajado a un grosor de 1mm, 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 se procedió a botar el baño y preparar otro con el 80% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, para luego aumentar el 1.5% de recurtiente neutralizante y rodar 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 100% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas se giró el bombo durante 60 minutos.

#### **2.7.5. Tintura y engrase**

- Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar 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 y se dejó reposar durante 1 día en sombra (apilados), para que se escurran y se sequen durante 8 días.

#### **2.7.6. 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 estacó 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 desclavó.

### **2.8. Metodología de evaluación**

#### **2.8.1. Análisis sensorial**

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indican que características debieron presentar cada uno de los cueros caprinos dando una calificación de 5 correspondiente a excelente; 3 a 4 muy buena; y 1 a 2 buena y menos de 1 baja; en lo que se refiere a llenura, blandura, y redondez



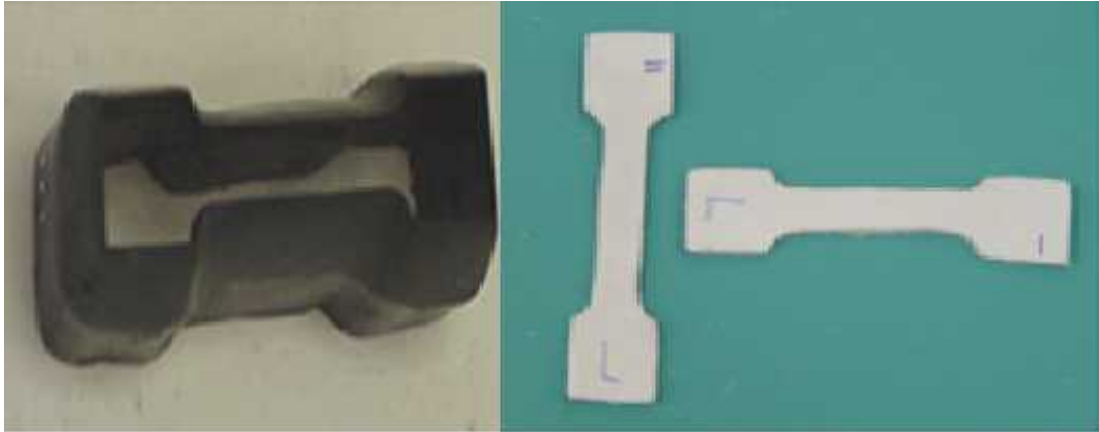
- Para juzgar la llenura, se realizó repetidas palpaciones a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron, ser los precisos de acuerdo al artículo confeccionado ya que si es para calzado estos debían ser más llenos sin llegar al hinchamiento total y cuando fue para vestimenta debieron ser menos llenos, es decir que esta variable sensorial fue evaluada en base a la llenura ideal para la confección del artículo al cual fue destinado alcanzando la calificación más alta cuando se presente la mejor llenura.
- Para 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 determinó a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observó la deformación y se realizó la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento que se realiza en el armado y en el uso diario.
- Para calificar la redondez de los cueros curtidos con diferentes niveles de oxazolidina se manipulo en toda la superficie del cuero para identificar si presenta la característica de arqueado ideal para confeccionar o si se presenta acartonado duro o rugoso que no permita que después de realizar repetidos dobleces regrese a su forma inicial sin provocar el apareamiento de quiebres por soltura de flor calificando en una escala de 1 a 5 de acuerdo al mayor o menor grado de arqueado.

### **2.8.2. Análisis de laboratorio**

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Resistencias de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH, y se los efectuó basándose en la Normas IUP, que regenta la Asociación Española en la Industria del Cuero y cuya metodología se describe a continuación para cada uno de los ensayos de las resistencias físicas del cuero caprino que fue curtido con un porcentaje fijo de castaño (6% ), más diferentes niveles de curtiente oxazolidina (8,9 y 10%), que fueron sido planteados en la presente investigación.

#### **2.8.2.1. Resistencia a la tensión**

Para los resultados de resistencia a la tensión primeramente se procedió al corte de la probeta de cuero como se ilustra en el gráfico 4, de acuerdo a los requerimientos de las normas internacionales del cuero en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fue:



**Fotografía 1-2.** Corte de la probeta de cuero.

Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Piel, 2019)

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 cuidó que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. El troquel que se realizó el corte de la probeta de cuero. La máquina que se utilizó para realizar el test estaba 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 (fotografía 1).



**Fotografía 2-2.** Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Piel, 2019)

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

**Tabla 4-2:** Cálculos de medición de la resistencia la tensión

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

Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pieles, 2019)

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

*Ecuación 3-2*

$$R = \frac{C}{A * E}$$

Rt = 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

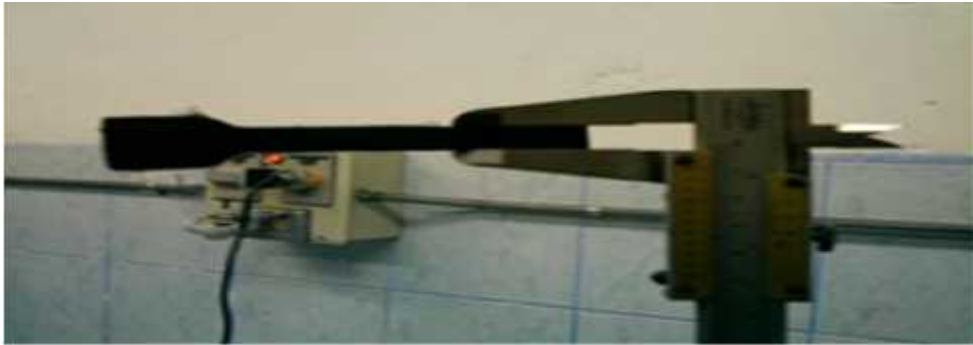
Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo. En el (fotografía 2), se ilustra el equipo para medir el calibre del cuero.



**Fotografía 3-2:** Equipo para medir el calibre del cuero.

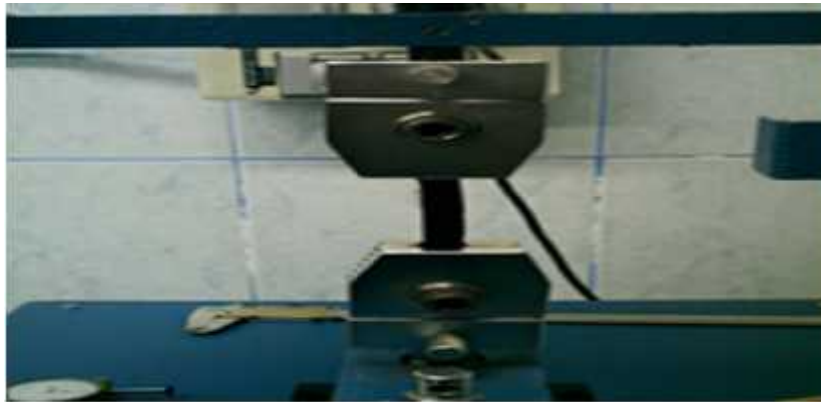
**Fuente:** (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pieles, 2019, p. 1)

Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en el (fotografía 3), se realizó la medición de la longitud inicial del cuero.



**Fotografía 4-2** Medición de la longitud inicial del cuero.  
Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pielés, 2019, p. 1)

Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en el (fotografía 4).



**Fotografía 5-2** Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.  
Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pielés, 2019, p. 1)

Posteriormente se encendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación se elevó el display, presionando los botones negros como se indica en fotografía 5; luego se giro la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display.



**Fotografía 6-2** Encendido del equipo.  
Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pielés, 2019, p. 1)

Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica, en la ilustración de la (fotografía 7-2).



**Fotografía 7-2** . Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.

Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pieles, 2019, p. 1)

#### 2.8.2.2. *Porcentaje de elongación*

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

La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

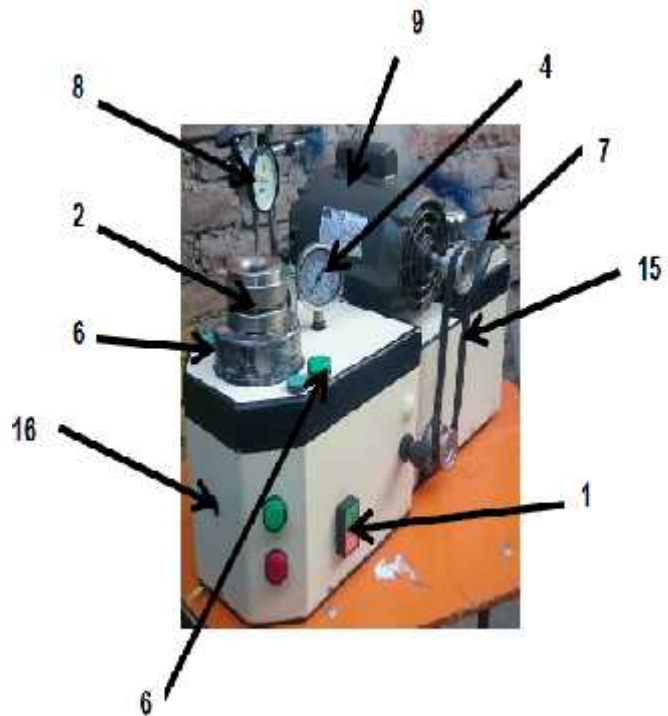
- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introducirán en la ranura practicada en la probeta.

- Estas piezas están fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.

### 2.8.2.3. Lastometría

El cálculo de la lastometría nos ayudó a determinar la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provocó una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebró y se agrietó. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro

1. Cabezal de pruebas
2. Cilindro de presión
3. Manómetro de presión
4. Regulador de presión y caudal
5. Botoneras de accenso y descenso
6. Reservorio de aceite
7. Palpador micrométrico
8. Motor monofásico 0,75 Hp
9. Cilindro doble efecto de 3000psi
10. Válvula 4/3 tipo Tandem
11. Regulador de presión de 0 a 3000 psi
12. Sub-placa base 4 entradas dos salidas
13. Conectores de alta presión.
14. Sistema de transmisión por polea
15. Caja soporte



**Fotografía 8-2** . Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero.

Fuente: (Laboratorio Especializado de Curtiembre de Pieles, 2019, p. 1)

### CAPITULO III

## 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Evaluación de las resistencias físicas del cuero caprino curtido con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

#### 3.1.1. Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>

Al realizar la evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas no existen diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de oxazolidina en combinación con un porcentaje fijo de castaño aplicados al curtido, sin embargo, numéricamente se aprecia una superioridad en las pieles del tratamiento T3 es decir al curtir con el 10% de oxazolidina puesto que el valor fue de 2423.13 N/cm<sup>2</sup>.

Seguida de los resultados reportados al curtir con 8% de oxazolidina ya que la tensión fue de 2380.47 N/cm<sup>2</sup>; finalmente los resultados más bajos de la resistencia a la tensión se aprecian en las pieles del tratamiento T2 (curtición con 9% de oxazolidina), puesto que, los resultados fueron de 1979.51 N/cm<sup>2</sup>, como se aprecia en la tabla 1-3

**Tabla 3.1-3:** Evaluación de las resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con castaño.

VARIABLE	NIVELES DE OXAZOLIDINA , %			EE	Prob	Sign
	8%	9%	10%			
	T1	T2	T3			
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup>	2380.47 a	1979.51 a	2423.13 a	143.23	0.08	ns
Porcentaje de elongación,%	64.06 a	58.75 a	68.44 a	4.97	0.40	ns
Lastometria	10.04 a	10.06 a	10.08 a	0.01	0.10	ns

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey ( $P < 0.05$ )

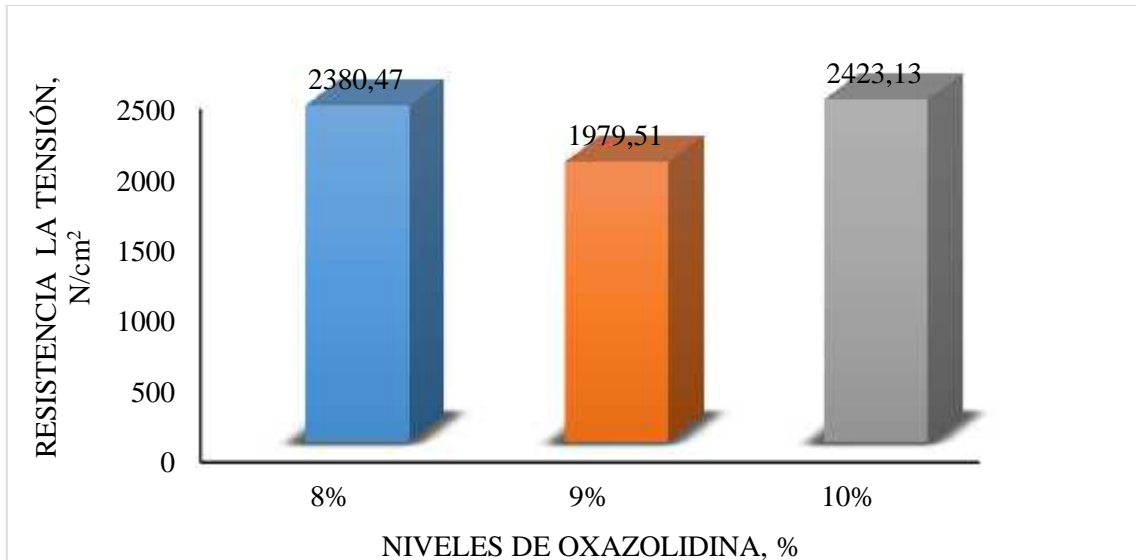
EE: Error estadística

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

De los resultados expuestos se aprecia que la resistencia a la tensión muestra mayores respuestas al utilizar en la curtición 10% de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño, como se ilustra en el gráfico 1-3, sin embargo al no existir diferencias estadísticas se afirma que no se desmejora la calidad del cuero, al utilizar los otros niveles evaluados (8 y 9 %), más bien existe una mayor firmeza del tejido interfibrilar.



**Gráfico 1-3:** Resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

**Elaborado por:** VINUEZA, Sebastián. 2020

Lo que es corroborado por (Soler, 2004, p. 34) quien manifiesta que en este método de curtido es muy importante las bases para nivelar el pH o alcalinidad de la piel y su solubilidad para que el curtiente penetre hasta el interior del complejo colágeno y con ello se refuerce el entretejido fibrilar para que al someter al cuero a fuerzas multidireccionales no se provoque daño o rotura desmejorando la calidad y por ende el precio en el mercado.

Además (Hidalgo, 2016, p. 57), indica que el uso de la oxazolidina que es un compuesto orgánico aromático heterocíclico, se trata de un azol con un oxígeno y un nitrógeno separados por un carbono, tiene como principal ventaja obtener pieles curtidas con elevadas prestaciones físicas, al tiempo que se consigue evitar la presencia de metales (cromo), tanto en los residuos líquidos como en los sólidos derivados del proceso de curtición, dado que hasta la fecha no existe constancia de problemas derivados del uso de la oxazolidina.

De esta forma, se consigue reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante el proceso de curtición de las pieles por el uso del cromo y también al final del ciclo de vida de las pieles, ya sea en forma de recortes de piel cuando se fabrican diferentes artículos o cuando se desechan los mismos después de su uso.

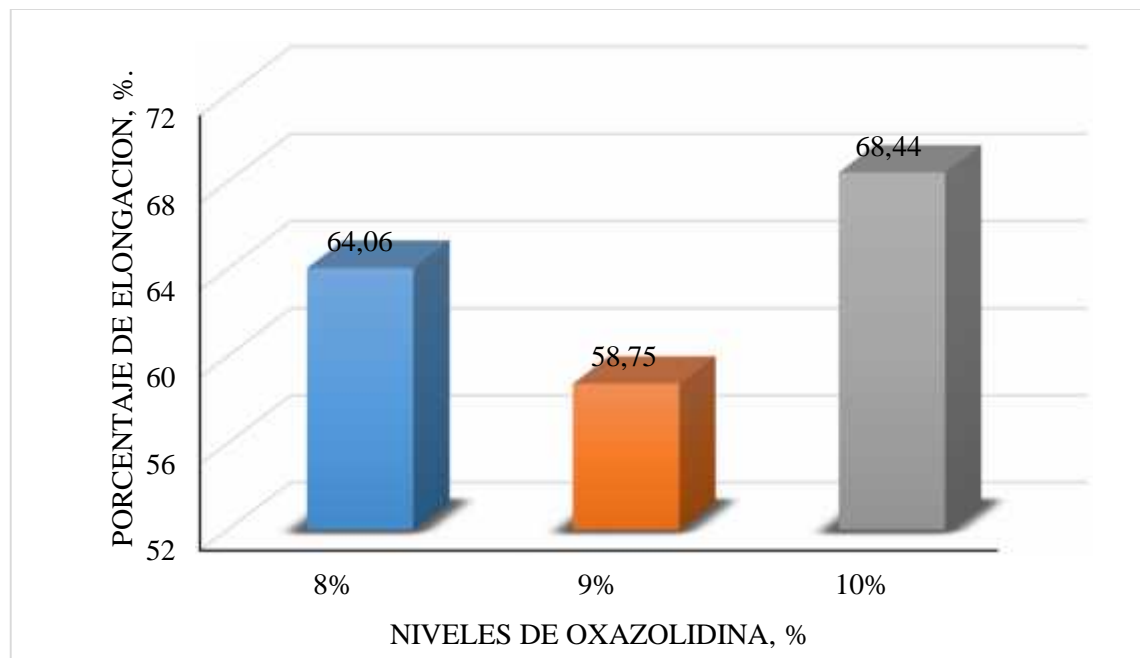


Las respuestas de la resistencia a la tensión del cuero caprino del presente trabajo, cumplen con la normativa de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002), que establece en la norma técnica NTE-IUP6, resultados que van de 800 a 1200 N/cm<sup>2</sup>, para cueros destinados a la confección de calzado siendo mayor esta superioridad en los cueros curtidos con 10 % de oxazolidina, en combinación con 6 % de castaño (T3), ya que como se ha mencionado la combinación de estas dos curtientes refuerza el tejido fibrilar del colágeno

Los valores de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos, son inferiores al ser comparados con los registros de (Puente, 2018, p. 83) quien al evaluar la inclusión de diferentes niveles de *Caelsalpinia Spinosa* (tara), en combinación con 5% de oxazolidina, estableció los resultados más altos con valores de 2717.64 N/cm<sup>2</sup> al curtir con 15 % de tara así como de (Galazar, 2019, p. 46) quien registró los valores de la resistencia a la tensión más altos en las pieles curtidas con 7% de oxazolidina en combinación con el 4 % de sulfato de aluminio (T2), con 2274.75 N/cm<sup>2</sup>

### 3.1.2. Porcentaje de elongación, %

En la característica física de porcentaje de elongación de los cueros caprinos, no se registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño, aunque numéricamente se estableció las respuestas más altas en los cueros del tratamiento T3, ya que la respuesta fue de 64,44% al curtir con 10% de oxazolidina, como se aprecia en el gráfico 2-2



**Gráfico 2-3:** Porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

Mientras tanto que en los cueros del tratamiento T1 es decir al curtir con 8% de oxazolidina las respuestas fueron de 64,06%, presentando los resultados de elongaciones más bajos en los cueros del tratamiento T2, con valores de 58,75% al aplicar 9% de oxazolidina, lo que permite inferir que numéricamente al utilizar mayores niveles de curtiente se eleva el porcentaje de elongación del cuero, es decir se alarga fácilmente sin romper el tejido fibrilar y luego regresa a su forma original sin perderse el pesaje.

Al respecto (Callejas, 2014, p. 34), manifiesta que las oxazolidina son compuestos heterocíclicos saturados preparados por reacción de amino alcoholes primarios con formaldehído. En función del tipo de materias primas de partida, es posible la formación de compuestos monocíclicos o bicíclicos por lo que es posible sintetizar una gran variedad de oxazolidina partiendo de diferente amino alcoholes. Las oxazolidinas tienen una gran variedad de aplicaciones industriales como son inhibidores de la corrosión, emulsionantes, diluyentes, agentes curtientes, etc, al combinarse con tanino vegetal, permite la transformación adecuada del entretejido fibrilar la cual no debe ser drástica pues producirá el debilitamiento de las fibras y fibrillas que forman el colágeno con la consecuente pérdida de elasticidad, produciéndose un cuero muy rígido que al mínimo estiramiento se romperá.

El porcentaje de elongación en las pieles caprinas es sustentada por la norma IUP 6 (2002), de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002, p. 1), que establece que las pieles curtidas deben cumplir con una exigencia de 40 a 80 % de elongación para considerarlos de muy buena calidad, como se aprecia en los resultados expuestos se cumple con esta normativa de calidad, independiente del nivel de oxazolidina empleado en la curtición de las pieles caprinas.

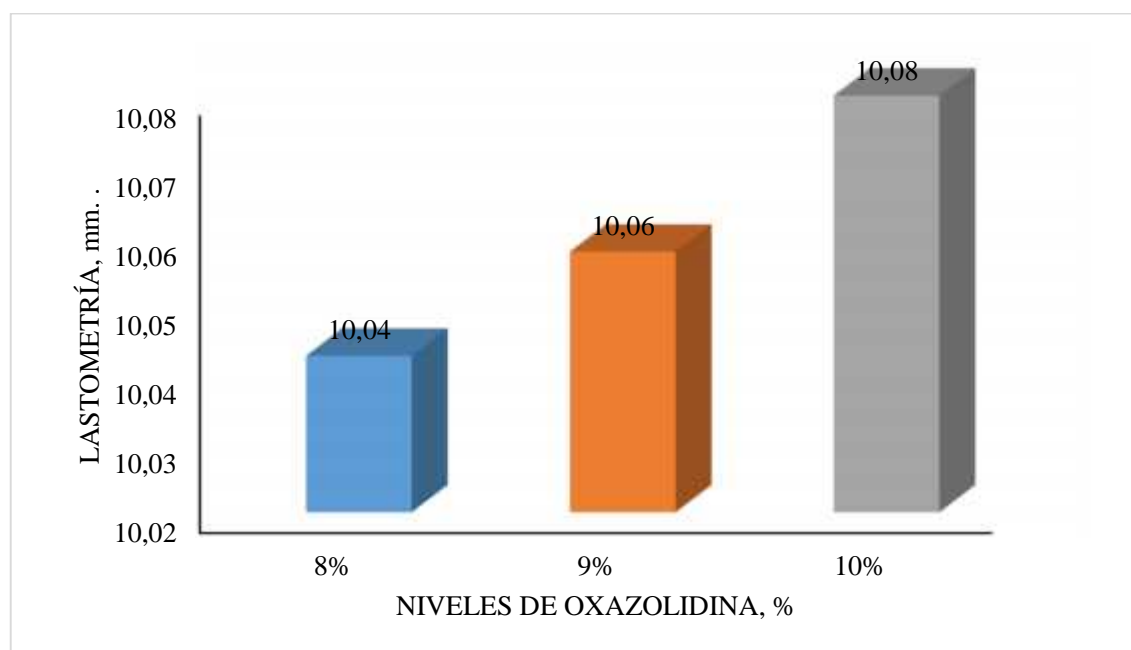
Los resultados de la presente investigación son similares al ser comparados con los de (Pilamunga, 2015, p. 56), quien al realizar la evaluación de una curtición mixta de Tara, más tres diferentes niveles de oxazolidina, estableció que las mejores respuestas se presentaron al curtir las pieles con 7 % oxazolidina con valores de 53,67 %, así como de (Garcés, 2017, p. 64), quien obtuvo valores de elongación de 62,19% cuando curtió las pieles caprinas con el 5% de sulfato de aluminio, en combinación con un curtiente vegetal.

Además también son superiores a los reportes de (Puente, 2018, p. 90) quien indica que el porcentaje de elongación de los cueros estableció los resultados más altos en el tratamiento T3 (18% de oxazolidina), con 61,54 % pero son inferiores a los (Galazar, 2019, p. 56), quien indico las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 7% de oxazolidina (T2) cuyas medias fueron de 86.88 %. Empero se afirma que al combinar la del castaño con la oxazolidina se proporciona mayor elasticidad y alargamiento a la fibra del colágeno para pasar fácilmente de la forma plana

la espacial al realizarse el moldeo del artículo final en este caso portafolios, que deben presentar una elegancia insuperable al ser un artículo.

### 3.1.3. Lastometría, mm

Para la variable lastometría las diferencias entre medias no fueron significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes niveles de oxazolidina aplicados en combinación con 6 % de castaño, reportándose que numéricamente los resultados más altos se alcanzaron en los cueros del tratamiento T3 (10% de oxazolidina), con valores de 10,08 mm, seguida de las respuestas registradas por los cueros del tratamiento T2 (9% de oxazolidina), ya que las medias fueron de 10,06 mm, mientras que la lastometría más baja fue la registrada en los cueros del tratamiento T1 (8% de oxazolidina), donde se observa medias de 10,04 mm, como se ilustra en el gráfico 3-3.



**Gráfico 3-3:** Lastometría de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

Los resultados alcanzados de lastometría de las pieles caprinas al indicar superioridad con la utilización del 10% (T1), oxazolidina tienen su fundamento en lo que manifiesta (Adzett, 2005, p. 34), quien señala que la tendencia natural de las pieles caprinas es presentar menores resistencias al desgarrar, a la tracción y de la flor y lastometría o fricción, que las pieles al cromo, por lo tanto es recomendable utilizar curtientes vegetales como es el castaño combinados con uno de naturaleza más fuerte como es la oxazolidina, debido a que las fibras de colágeno que forman la compleja estructura de la piel están algo pegadas entre sí y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores.

Por lo que se obtienen mejores respuestas de lastometría, que es una característica representativa en la calidad del cuero y que refleja los resultados de los acabados, pero también influyen los procesos de ribera y curtición que sirven para la penetración adecuada de todos los productos químicos.

Los ensayos de demostración de las ventajas medioambientales del proceso de curtición con oxazolona se han realizado en las instalaciones piloto de curtición de INESCOP (a escala semi-industrial) y en tenerías españolas e italianas (a escala pre-industrial). Para ello, diferentes tipos de pieles (vacuno cordero caprino entre otras) fueron curtidas empleando oxazolidina en combinación con curtientes vegetales o sintéticos. En todos los ensayos, las pieles obtenidas mostraron un aspecto agradable, buenas resistencias físicas y una adecuada suavidad, blandura, plenitud lastometría y flexibilidad.

Los resultados registradas de lastometría en la presente investigación al utilizar los tres diferentes niveles de oxazolidina superan los límites exigidos para cueros destinados a la confección de calzado por las normas de calidad de la (Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, 2002), que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere un mínimo de 7 mm, antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero.

Al comparar los reportes indicados de lastometría en la investigación se aprecia que son superiores a los registrados por (Galazar, 2019, p. 23), quien reportó entre medias por efecto de la aplicación de diferentes niveles de oxazolidina más el 4 % de sulfato de aluminio, los valores más altos en las pieles curtidas con el 6 %, de oxazolidina (T1), con respuestas de 9.86 mm, así como de (Garcés, 2017, p. 58). quien registra en las pieles caprinas una lastometría media de 6,93 mm, cuando fueron curtidas con el 8 % de sulfato de aluminio, más un curtiente vegetal.

### **3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño**

#### **3.2.1. Llenura, puntos**

Las calificaciones asignadas a la calificación sensorial de llenura de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, registraron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), según el criterio Kruskal Wallis por efecto del nivel de curtiente de oxazolidina más 6 % de curtiente vegetal castaño, estableciéndose los resultados más altos en los cueros del nivel 10 %, (T3), con ponderaciones medias de 4,63 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2020, p. 1).

**Tabla 3.2-3:** Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con castaño

VARIABLE	NIVELES DE OXAZOLIDINA , %			EE	PROB	SIGN
	8% T1	9 % T2	10 % T3			
Llenura, puntos	2.75 c	3.63 b	4.63 a	0.23	6.0E-05	**
Blandura, puntos	2.63 b	4.00 a	4.50 a	0.24	5.9E-05	**
Redondez, puntos	3.50 b	4.25 a	4.75 a	0.23	0.004	**

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0.05)

EE: Error estadística

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

A continuación, se aprecian las respuestas registradas por los cueros curtidos con el 9 % de oxazolidina más 6 % de castaño, ya que las calificaciones fueron de 3,63 puntos, y calificación muy buena según la menciona escala mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados por los cueros del tratamiento T1 (8 % de oxazolidina más 6 % de castaño), que estableció promedios de 2,75 puntos y calificación buena.

Es decir que al utilizar mayores niveles de oxazolidina 10 %, se consigue una mejor calificación de llenura, debido a lo expresado por (Fontalvo, 2009, p. 56), quien manifiesta que la formación de puentes de hidrógeno es un factor importante, que permite que el cuero presente una llenura natural. La piel de caprina tiene muchas propiedades haciéndola un material superior para la tapicería, ropa, sombreros, bolsas de mano, cinturones y calzado.

Es más gruesa y resistente y menos propensa a romperse que otro tipo de piel de animal, incluyendo el cuero de caballo, y la piel del borrego. La ropa de piel es flexible, transpirable y dúctil, mientras se adapta a la forma del cuerpo que la usa. Es durable, envejece bien y dura hasta cinco veces más que las telas y otros materiales sintéticos, así como el calzado es muy suave u resistente que no permite la transpiración del pie y sus consecuentes molestias tanto estéticas como de salud.

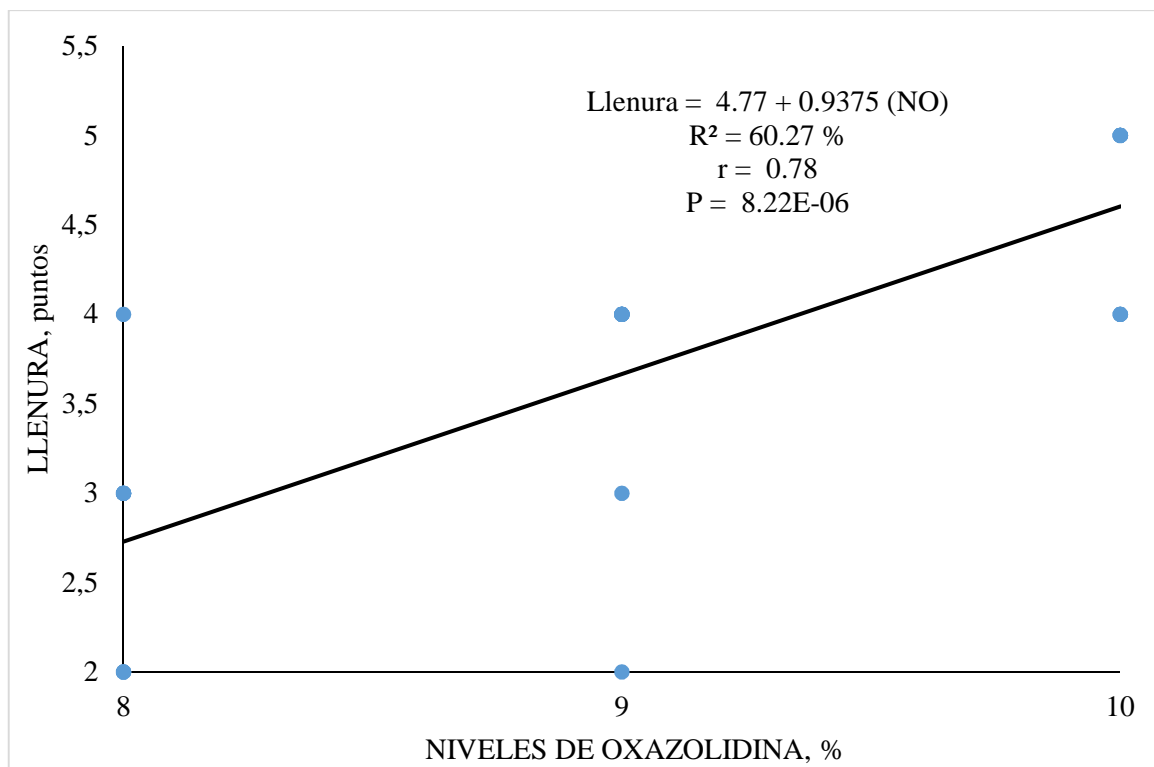
La capacidad de la oxazolidina como agente curtiente se basa en la formación de un intermedio de reacción debido a dos posibles mecanismos, la primera es la protonación del oxígeno de cada anillo en medio ácido, que debilita, es necesario combinar la curtición con oxazolidina con curtientes vegetales como es el curtiente castaño para alcanzar mayores temperaturas de contracción y obtener pieles de calidad comparable a las pieles de curtición mineral, sobre todo en lo que tiene que ver con su capacidad adecuada de llenura sin perder la maleabilidad, ya que los curtientes vegetales reaccionan directamente a través de sus grupos hidroxilo (-OH) con los aminoácidos del colágeno mediante puentes de hidrógeno.

Cabe considerar que los resultados registrados en la presente investigación son superiores al ser comparados con (Galazar, 2019, p. 58), quien estableció la mejor llenura del cuero al curtir las pieles con el 7% de oxazolidina (T2) cuyas medias fueron de 4.38 puntos, y calificación excelente, así como (Garcés, 2017, p. 79), quien obtuvo medias de 3.25 puntos cuando curtió las pieles ovinas con el 5% de sulfato de aluminio más oxazolidina que son los que generan las reacciones de transformación e incrementan el hinchamiento de las pieles así como también los factores que se presentaron en la línea de flujo del proceso.

Así como de (Pilataxi, 2017, p. 63), quien registró que en la evaluación de la característica llenura se establecieron las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 9% de sulfato de aluminio (T3) en combinación con un curtiente vegetal con medias de 4,71 puntos, y calificación excelente, así como de (Yáñez, 2019, p. 59), quien al realizar la evaluación de llenura de las pieles reportó las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 16% de mimosa mas 4 % de cromo (T3), con ponderaciones de 4,50 puntos y calificaciones de excelente, es decir una curtición mixta como la de la presente investigación

Al efectuar el análisis de regresión de la llenura que se ilustra en el gráfico 4-3, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva; es decir que, partiendo de un intercepto de 4.77 la calificación de llenura se incrementó en 0.93 por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente mineral oxazolidina en combinación con 6 % de castaño aplicado a la fórmula de curtido de las pieles caprinas.

Además, se aprecia un coeficiente de determinación  $R^2$  del 60.27 %; en tanto que, el 39.73 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la procedencia los productos químicos tanto orgánicos como inorgánicos que pueden variar su naturaleza de acuerdo a muchos factores como son la procedencia, los factores climáticos y las casas comerciales entre otros,



**Gráfico 4-3:** Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

Asimismo, se estima que el coeficiente correlacional de Pearson registró un valor de  $R = 0.78$ , es decir que existe una correlación positiva alta lo que indicia que con el incremento de los niveles de oxazolidina en el curtido de las pieles caprinas se evidenciara un incremento en la calificación de llenura de los cueros en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ )

### 3.2.2. *Blandura puntos*

Al realizar el análisis estadístico de la calificación sensorial de blandura de los cueros curtidos con diferentes niveles de oxazolidina se reporta que existen diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos; observándose una mayor respuesta en los cueros del tratamiento T3 (10 %), con valores medios de 4.50 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2020, p. 1), que descendieron a 4,00 puntos al curtir con 9% de oxazolidina (T2); y calificación muy buena.

Mientras tanto que las respuestas más bajas para la blandura fueron apreciadas en el lote de cueros caprinos del nivel 8 %, con calificaciones medias de 2, 63 puntos, y calificación baja según la mencionada escala.

De los resultados expuestos se desprende que para obtener una mayor blandura del cuero es recomendable curtir con mayores niveles de oxazolidina es decir (10 %), más 6 % de oxazolidina ya que una mejor caída y blandura de los cueros caprinos pero sobre todo estamos utilizando una técnica más amigable con el ambiente puesto que se prescinde del cromo que se considera el curtiente más utilizado por sus beneficios al transformar la piel en cuero, sin embargo, nos encontramos con el problema ambiental que es fuertemente controlado.

Al respecto (Hidalgo, 2004, p. 34), manifiesta que la blandura debe ser uniforme en toda la superficie del cuero, para no encontrar regiones más suaves y caídas o más duras y acartonadas, por lo que la blandura de los cueros es una característica sensorial muy difícil de conseguir ya que depende de muchos factores especialmente por los productos químicos empleados o la calidad de la materia prima por lo que es sumamente necesario conjugar estos factores con la utilización de una maquinaria de ablandado para conseguir este fin.

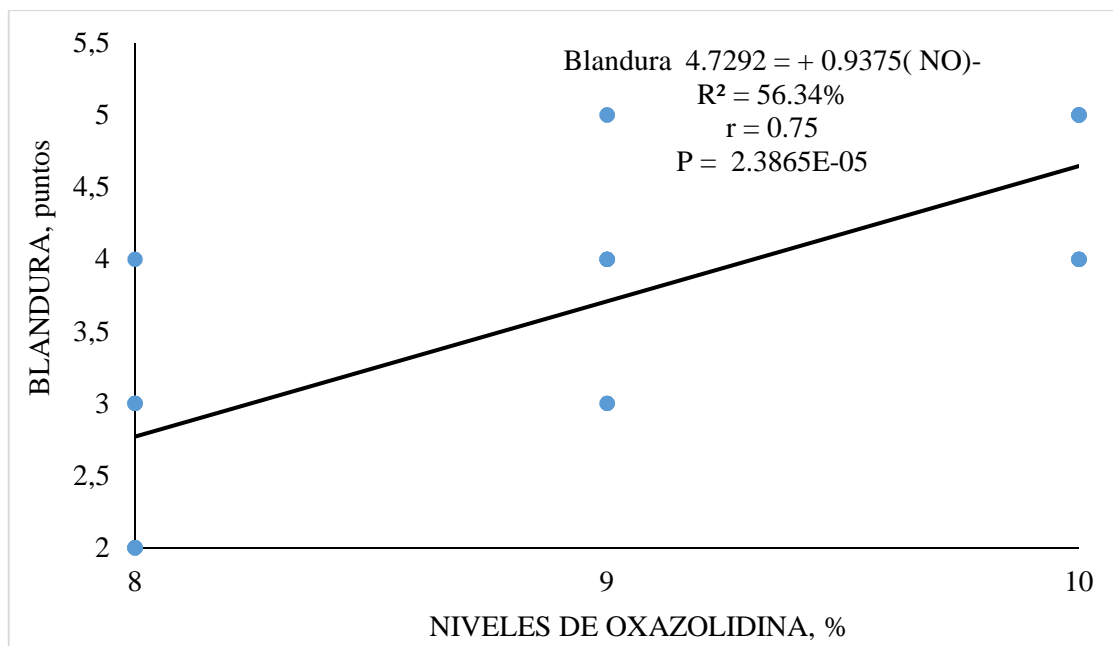
La curtición con oxazolidina más un curtiente vegetal permite obtener pieles curtidas que no contienen metales en su composición, pero mantienen un aspecto suave blando y dúctil que son, cualidades y propiedades adecuadas para su utilización en la fabricación de calzado, marroquinería, confección, tapicería, etc.

Esta curtición, consistente en la estabilización de la piel mediante la reacción de las proteínas del colágeno con un agente curtiente principal, oxazolidina, combinado con curtientes sintéticos o vegetales (castaño, que permite obtener pieles de color claro, inodoras, con un grano fino y con una adecuada suavidad, blandura, plenitud y flexibilidad, que cumplen los estándares de calidad y composición química recomendados para la fabricación y comercialización de artículos de piel

Así mismo (Fontalvo, 2009, p. 78), manifiesta que los taninos obtenidos de la madera de castaño (*Castanea sativa*) son de tipo pirogálico, pertenecen, es decir a esa categoría de taninos glucosídicos que son fácilmente hidrolizables. El extracto de castaño tiene una discreta cantidad de grupos ácidos y de ácidos orgánicos naturales, que determinan la marcada astringencia y la propiedad de combinarse en gran medida con la sustancia dérmica, proporcionando una suavidad insuperable al cuero.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 5-3, determinó que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,01^{**}$ ), es decir que la calificación de blandura partiendo de un intercepto de 4.792 se eleva en 0.9375, por cada unidad de cambio en el nivel de oxazolidina en combinación con un porcentaje de castaño adicionado a la fórmula de curtido de las pieles caprinas





**Gráfico 5-3:** Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

Además, se aprecia que existe un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), del 56,34%, mientras tanto que el 43,66 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la precisión en el pesado y dosificación de los diferentes niveles de oxazolidina, así como de su procedencia y pureza que influyen en el curtido.

En tanto que el coeficiente de correlación fue de  $R = 0.75$  y que manifiesta que la asociación entre los niveles oxazolidina y la calificación de blandura son altos y positivos es decir que a medida que se incrementa el nivel de oxazolidina también se eleva la calificación de blandura de los cueros caprino en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los reportes de (Yáñez, 2019, p. 59) quien determinó las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 16% de mimosa (T3), con ponderaciones de 4,50 puntos, así como de (Galazar, 2019, p. 65) quien estableció los mejores resultados al curtir las pieles con el 7% de oxazolidina (T2) mas 4 % de sulfato de aluminio cuyas medias fueron de 4.38 puntos, y calificación muy buena,

Asi como de los que reporta (Garcés, 2017, p. 79) , quien obtuvo medias de 3.25 puntos cuando curtió las pieles ovinas con el 5% de sulfato de aluminio en combinación con oxazolidina debido a que esta combinación genera las reacciones de transformación e incrementan el hinchamiento de las pieles así como también los factores que se presentaron en la línea de flujo del proceso.

### 3.2.3. *Redondez puntos*

El análisis estadístico de los valores medios reportados de la redondez del cuero caprino reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,004$ ), de acuerdo al criterio Kruskal Wallis por efecto de la utilización de diferentes niveles de oxazolidina, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar 10% de oxazolidina (T3) ya que, los resultados fueron de 4,75 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2020, p. 1).

A continuación se apreció los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con 9 % de oxazolidina más 6 % de castaño (T2), ya que las respuestas fueron de 4,25 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala; mientras tanto que, la calificación de redondez más baja se apreció en los cueros curtidos con 8% de oxazolidina (T1), con ponderaciones de 3,50 puntos; y calificación de buena, es decir que, la opción adecuada para conseguir cueros que sean moldeables, con un buen arqueado o curvatura se consigue al utilizar mayores niveles de oxazolidina (10 %) + 6 % de castaño).

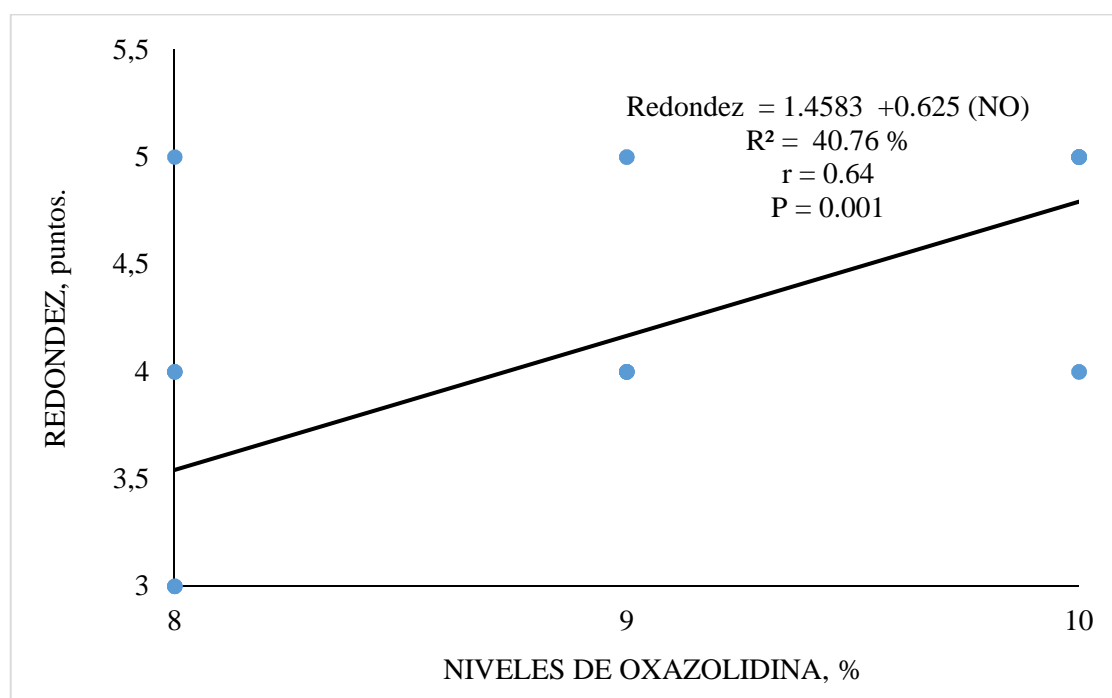
Es decir que al utilizar mayores niveles de curtiente oxazolidina se eleva la calificación de redondez o arqueado del cuero caprino lo que tiene su fundamento con lo expuesto por (Libreros, 2003, p. 2) , quien menciona que la curtición con curtiente vegetal castaño en combinación con oxazolidina, permite que los taninos de baja astringencia se ubiquen entre los espacios interfibrilares de la estructura del cuero, que al ser comprimido contra sí mismo no provoca la presencia de arrugas, formando una curvatura redonda que permite que el cuero regrese fácilmente a su posición inicial, evitando que el armado y el calzado ya confeccionado no pierda su forma original y con ello su plesaje y tenga mayor durabilidad. Los cueros destinados a calzado se someten a los tests más severos respecto de cualquier tipo de artículo preferentemente en lo que tiene que ver con la deformación y restitución de su forma original

La redondez de las pieles curtidas con oxazolidina se ha validado mediante la fabricación de diferentes artículos de piel. En todos los casos, se realiza de la manera habitual y no se observan diferencias en las técnicas o en el aspecto final de los artículos producidos respecto a artículos realizados con pieles de curtición mineral, sobre todo en lo referente a la evaluación sensorial especialmente su redondez que es muy importante sobre todo el momento de jugar un cuero ya que al realizar dobleces repetidos no se romperá adoptando la forma del artículo que se confecciona y retomando su forma original sin quedar rasgos de las arrugas formadas.

Indico asimismo (Soler, 2004, p. 34), que la piel al ser curtida con extractos vegetales, como es el castaño tiene la propiedad de llenarse más entre fibras, sin afectar su redondez o capacidad de moldeo, porque existe la tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición), y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles y rellene los espacios vacíos en el entretejido fibrilar proporcionando una mayor sensación de llenura especialmente tomando en consideración que el cuero es destinado a la confección de calzado que es un artículo que se lo usara por periodo de tiempo largos .

Al realiza el análisis de regresión para la redondez del cuero caprino como se puede apreciar en el gráfico 6-3, se determinó que los datos se ajustan a una tendencia lineal positiva altamente significativa (P = 0.001), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 1.4583 la calificación de redondez se eleva en 0.625 por cada unidad de cambio en el nivel de oxazolidina combinado con castaño .

Además, se aprecia un coeficiente de determinación  $R^2 = 40.76\%$  mientras tanto que el 59.24 % % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la capacidad que presenta la piel para receptor los productos no solamente del curtido sino también desde el remojo hasta el acabado puesto que de ello depende la elasticidad adquirida o lo contrario su rigidez.



**Gráfico 6-3:** Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 6 % de castaño.

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

La medición del coeficiente de correlación de Pearson determinó un grado de asociación del  $r = 0.64$  entre el nivel de curtiente y a calificación de redondez del cuero, lo que indica que a medida que se incrementa el nivel de curtiente oxazolidina en combinación con castaño se produce una elevación en la calidad sensorial de redondez de los cueros caprinos en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

Los resultados expuestos en el presente trabajo son superiores al ser comparados con los registros de blandura de (Balla, 2011, p. 23) quien al evaluar una curtición ecológica utilizando como curtiente harina de mimosa en pieles caprinas determinó una blandura de 3,21 puntos. Así como de (Galazar, 2019, p. 45), , quien obtuvo las respuestas más altas al utilizar 7% de oxazolidina (T2) ya que, los resultados fueron de 4.50 puntos y calificación excelente de las pieles caprinas. .

### **3.3. Evaluación económica**

Para la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con castaño, se reportó egresos por la compra de pieles caprinas, además de productos químicos para cada uno de los procesos tanto de ribera como de acabado, alquiler de maquinaria, confesión de artículos entre otros de 146.86 dólares americanos para el tratamiento en el que se utilizó 8 % oxazolidina (T1), , en tanto que al curtir las pieles caprinas con 9 % de oxazolidina los costos fueron de 138.86 dólares, mientras tanto que al utilizar 10 % de oxazolidina (T3) se utilizó 141.86 dólares.

Una vez que se obtuvo los egresos antes mencionado se procedió al cálculo de los ingresos producto de la venta de artículos confeccionados y el excedente de cuero caprino destinado a la confección de calzado de lo cual se registró valores de \$175.50; \$174.00 y \$180.00 para el tratamiento T1 (8 %); T2 (9 %) y finalmente T3 (10 %), en su orden.

Con las respuestas expresadas de la evaluación económica se determinó que la mayor ganancia fue alcanzada en el lote de cueros caprinos del tratamiento T3 (10 %), ya que la relación beneficio costo fue de 1,27 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 27%; a continuación se evidencia la utilidad generada en los cueros del tratamiento T2 (9% ), con valores de 1,25; o lo que es lo mismo decir que por dólar invertido se espera una ganancia del 25 % mientras tanto que la menor rentabilidad fue registrada en los cueros caprinos del tratamiento T1(8), con una relación beneficio costo de 1,20 es decir una utilidad del 13% o una ganancia de 13 centavos por cada dólar invertido en la producción, como se indica en la tabla 3-3.

La curtición con oxazolidina resulta económicamente rentable puesto que se consigue márgenes de utilidad bastante aceptables que fluctúan entre el 20 al 27 % que la ser comparados con las condiciones de vida de nuestro país se convierten en un ancla de salvación para las personas afines al mundo del cuero y mucho más para las que quieren incursionar en una actividad que a más de ser poco riesgosa requiere de un capital de inicio bajo y una tasa de recuperación.

**Tabla 3.3-3:** Valoración económica de la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de oxazolidina en combinación con un porcentaje fijo de castaño

CONCEPTO	NIVELES DE OXAZOLIDINA MAS CASTAÑO		
	8%	9%	10%
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Compra pieles Caprinas	8	8	8
Costo por piel de Cabra	3.50	3.50	3.50
Valor de pieles de Cabra	28	28	28
Productos para el remojo	12.95	12.95	12.95
Productos para descarnado Y curtido	17	19	22
Productos para engrase	13.66	13.66	13.66
Productos para acabado	31.25	31.25	31.25
Alquiler de Maquinaria	9	9.00	9.00
Confección de artículos	35	25	25
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>146.86</b>	<b>138.86</b>	<b>141.86</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	37	36	40
Costo cuero producido pie 2	1.87	1.90	1.92
Cuero utilizado en confección	4	4	4
Excedente de cuero	33	32	36
Venta de excedente de cuero	55.5	54	60
Venta de artículos confeccionados	120.00	120.00	120.00
<b>Total de ingresos</b>	<b>175.50</b>	<b>174.00</b>	<b>180.00</b>
<b>Beneficio costo</b>	<b>1.20</b>	<b>1.25</b>	<b>1.27</b>

Elaborado por: VINUEZA, Sebastián. 2020

## CONCLUSIONES

- Al aplicar en la curtición de pieles caprinas del eco tipo criollo, diferentes niveles de *Oxazolidina*, (8, 9 y 10%) en combinación con 6% de castaño, se obtuvo un cuero de primera calidad muy amigable con el ambiente; puesto que, se prescinde del cromo que es el curtiente universal que más problemas ocasiona, por ser altamente contaminante.
- El mejor nivel de *Oxazolidina*, fue el 10% de en combinación con 6% de castaño, en la curtición de pieles caprinas debido a que las respuestas alcanzadas fueron las más altas específicamente de resistencia a la tensión (2423.13 N /cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (68.44%) y lastimetría (10.08 mm), que superaron ampliamente las exigencias en las normas de calidad vigentes para cada una de ellas.
- En lo referente a las sensaciones que provocó a los sentidos, se apreció que adquirió una calificación excelente al trabajar con 10 % de oxazolidina con un valor de llenura (4.63 puntos), blandura (4.50 puntos), y redondez (4.75 puntos) valores muy altos que son agradables tanto a la apreciación del manufacturero como del consumidor
- Los costos de producción fueron de 1.87; 1.90 y 1.92 para los cueros curtidos con 8, 9 y 10 % de oxazolidina en combinación con 6% de castaño; y, considerando que el cuero se vende de acuerdo a su clasificación se obtuvo la rentabilidad más alta en los cueros del tratamiento T3 (10 %); puesto que, la relación beneficioso/costa fue de 1.27, es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 27 centavos de dólar que resulta interesante tanto en el factor económico como en el ambiental.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se procede a formular las siguientes recomendaciones

- Es recomendable para la producción de pieles de primera calidad la curtición con 10 % de oxazolidina en combinación con 6% de castaño, puesto que el material obtenido es resistente y sobre todo con buenas prestaciones sensoriales.
- Replicar la presente investigación en otras especies de interés zootécnico para validar los resultados favorables que se alcanzó al curtir con 10 % de oxazolidina que es un curtiente amigable con el ambiente; es decir, es una tecnología limpia muy buscada por los curtidores nuestro país.
- Por lo que es aconsejable difundir los resultados de las formulaciones de cada uno de los procesos para que puedan servir de referente en las diferentes plantas curtidoras del país y evitar tantos problemas de legislaciones ambientales fuertes que se están presentando en los últimos tiempos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ADZETT, J.** *Química Técnica de Tenerife*. Segunda edición. Madrid, España : Edit. UPC. 2005. pp 56 -62.
2. **ALTAMIRANO, W.** *Curtición de pieles ovinas con la combinación de Caesalpinia Spinosa (tara) más un tanino sintético*. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 2017. pp 54 - 69.
3. **ARTIGAS, M.** *Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles*. Segunda edición. Barcelona, España. Edit : Latinoamericana, 2007. pp. 23,34,56,78,89,90.
4. **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO.** *Normas técnicas en la industria del cuero* . Igualada, España Edit : AQUIC, 2002. pp 1 -2.
5. **ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DEL CUERO.** *Manual de Acabado de Pieles*. Madrid, España : Edit. AQEIC, 2002. pp 23 - 25.
6. **AVALOS, A.** *Curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtiembre vegetal, Quebracho Sulfatado ATS*. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador. 2009. pp 54 -59.
7. **BACARDIT, A.** *El acabado del cuero*. Segunda, edición . Igualada, España : Edit. CETI, 2004. pp. 42-52.
8. **BALLA, J.** *Comporación del Sistema de Curtición Tradicional Versus un Sistema de Curtición Ecológica en Pieles Caprinas*. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador : 2011. pp 23,56,61,78.
9. **BÜHLER, B.** *Como hacer trabajos en cuero para talabartería*. Segunda Edición. Barcelona, España. Edit. Kapelus. pp. 42, 53, 69,87.



10. **CALLEJAS, L.** Propuesta de Mejoramiento de la Productividad de la Curtiduría Tungurahua S.A. Ubicada en la ciudad de Ambato. Ambato, Ecuador : Edit Gauyanto., 2014. pp 31 - 39.
11. **CASA COMERCIAL BAYER.** *Curtir, teñir, acabar.* Tercera edicion. Munich, Alemania : Edit BAYER, 2007. pp 32 - 36.
12. **CHASIQUIZA, A.** *Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de Caesalpinia Spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas.* Trabajo de Titulacion. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingenieria Zootecnica 2014. pp 43 - 74.
13. **CHURATA, M.** *Curticion de pieles.* Tacna, Perú. Edit : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2003. pp 45 - 56.
14. **CORDERO, B.** *Tecnología de la Curtición.* Cuenca, Ecuador Edit : Cámara Ecuatoria del libro, 2011. pp 23-41.
15. **FONT, J & MARSAL, A.** *Libro de calidad para la producción de piel y cuero libre de cromo (VI).* Barcelona, España. Edit : Escola d'Adoberia d'Igualada, Elche. 2006. pp. 19-29.
16. **FONT, J.** *Análisis y ensayos en la industria del curtido.* Igualada, España. Edit : Escola Superior d' Adoberia d' Igualada, 2002. pp 39 - 52.
17. **FONTALVO, J.** *Características de las películas de emulsiones.* Medellín. Colombia. Edit : Rohm and Hass, 2009. pp 21, 26,35,52.
18. **GALAZAR, M.** *"Curtición De Pieles Caprinas (Capra Hircus), Con Diferentes Niveles De Oxazolidina, En Combinación Con Sulfato De Aluminio Para La Elaboración De calzado de dama.* Trabajo de Titulacion. Ingeniera en Industrias Pecuarias Escuela

Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera De Ingeniería En Industrias Pecuarias, Riobamba, , Ecuador 2019. pp 34 - 68.

19. **GARCÉS, S.** “*Comparación De Diferentes Tipos De Curtientes Para El Curtido De Pieles Caprinas*”. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica , 2017. pp 29,32,46,57,68.
20. **GILIBAS, E.** *Coloración de Materias Plásticas*. Segunda edición. Barcelona, España. Edit : Centro de arte y cultura, 2019. pp 51 - 59.
21. **HIDALGO, L.** *Comparación de la curtición con harina de Caesalpinia spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas*. Trabajo de Titulación. Doctor en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad De Ingeniería Industrial, Lima, Peru. 2016. pp 96- 120.
22. **HIDALGO, L.** Escala de calificación para variables sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de oxazolidina. *Escala de calificación sensorial*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 12 de Enero de 2020. 1p
23. **HIDALGO, L.** *Texto básico de Curtición de pieles*. Segunda, edición. Riobamba, Ecuador : Edit ESPOCH, 2004. pp. 15-56.
24. **IGLESIAS, E.** *Las industrias del cuero y del calzado en México*. Segunda, edición . México DF, México Edit: Instituto de Investigaciones Económicas, 2008. pp 23,29,35,39,41.
25. **JONES, C.** *Manual de Curtición Vegetal*. Buenos Aires, Argentina. Edit : American ediciones, 2002. pp 38 - 51.
26. **LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CURTIEMBRE DE PIELES.** Equipos para la medición de las resistencias físicas del cuero. *Fotografías de los Equipos del Laboratorio*. Riobamba : Ecuador. Edit ESPOCH, 2019. 1p

27. **LAMPARTHEIM, G.** *Curtición de pieles de animales domésticos*. Lima, Perú. Edit : El Inca, 2008. pp 32 - 41
28. **LIBREROS, J.** *Manual de tecnología del cuero*. Segunda edición. Barcelona. España. Edit : UACH, 2003. pp 24 - 41.
29. **LIBREROS, J.** *Manual de tecnología del cuero*. Segunda edición. Barcelona, España. Edit : EUETII, 2003. pp 35 - 49.
30. **PILAMUNGA, E.** *Evaluación De Una Curtición Mixta De Granofin F 90, Mas Tres Diferentes Niveles De Caesalpinia Spinosa (Tara)*. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2015. pp 42 - 71.
31. **PILATAXI, A.** *“Utilización de precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio para la curtición de pieles ovinas en la obtención de cuero para calzado”*. Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica Riobamba , Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017. pp 56 - 74.
32. **PRAT, J.** *Química técnica de curtición*. Catalunya, España. Edit: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada. 2000. pp 42 - 52.
33. **PUENTE, C.** *Aplicación De Un Proceso De Curtido De Pieles Bovinas Sin Cromo Utilizando Oxazolidina En Combinación Con Caesalpinia Spinosa (Tara)”*. Trabajo de Titulación. Doctor en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad De Ingeniería Industrial, Lima, Peru. 2018. pp 41 - 52.
34. **ROCH, A.** *Curtición de pieles de animales de granja*. Lima, Perú. Edit : El Inca, 2004. pp 67 - 74.

35. **SCHUBERT, Y** *Procesos de tratamiento de los baños de depilado para reducir la polución de las aguas residuales*. Segunda edición Munich, Alemania. Edit : Technologist, 2007. pp 36 - 42.
36. **SOLER, J.** *Procesos de curtidos*. Segunda edición. Catalunya, España- Edit : CETI, 2004. pp 28 - 39.
37. **THORSTENSEN, E.** *El cuero y sus propiedades en la industria*. Génova, Italia : Edit Interamericana, 2002. pp 23 - 29.
38. **VARGAS, O.** *Curtición de Pieles de Cuy para Peletería con Utilización de Diferentes Niveles de Alumbre*. Trabajo de Titulación. Ingeniero en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Ecuador. 2011. pp 2,32,45,69.
39. **VERA, V & CEIRANO, Z.** Evaluación y preservación de pieles, cueros y sus manufacturas. En línea (Consultado el 22 de Mayo de 2018). 2018. Disponible en: <https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/220/57-Vera-1.pdf?sequence=1>.
40. **VILLEGAS, D & ZAPATA, H.** *Competitividad sectorial internacional Caso: sector del cuero y del calzado*. Quito, Ecuador. Edit. CASEI. 2007. pp. 24-49.
41. **YÁNEZ, J.** *Obtención De Cuero Tallado Para Marroquinería Con La Utilización De Una Curtición Mixta Orgánica E Inorgánica*". Trabajo de Titulación. Ingeniera en Industrias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador, 2019. pp 23,29,36,39,56.
42. **YUSTE, N.** *Utilización de ligantes de partícula fina en el acabado de pieles finas*. Segunda edición. Barcelona, España. Edit : UPC, 2002. pp 23 - 41.
43. **ZURITA, G.** *Análisis descriptivo de la sustentabilidad económica, social y ambiental de la industria del cuero del Ecuador. Análisis de caso. Trabajo de Titulación*

*Economisa*. Colegio de Administración y Economía. Universidad San Francisco De Quito. Quito, Ecuador : 2012. pp 68 - 75

## ANEXOS

**Anexo A:** Resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

### BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	1812.12	2580.00	2825.00	2613.33	2776.67	2075.00	2156.67	2205.00
9%	1021.05	2008.33	1926.67	2385.00	2338.33	2270.00	2335.00	1551.67
10%	2808.33	2776.67	2416.67	2075.00	2221.67	1976.67	2221.67	2888.33

CV: 17.92 %

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	958381	2	479190.5	2.92	0.0761
Niveles	958381	2	479190.5	2.92	0.0761
Error	3446589.61	21	164123.31		
Total	4404970.61	23			

### SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=510.56842 Error: 164123.3147 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	1979.51	a	143.23
9%	2380.47	a	143.23
10%	2423.13	a	143.23

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo B:** Porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	52.50	62.50	85.00	70.00	67.50	57.50	50.00	67.50
9%	50.00	57.50	97.50	52.50	55.00	62.50	50.00	45.00
10%	80.00	72.50	55.00	55.00	90.00	60.00	55.00	80.00

CV: 22.05 %

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	376.56	2	188.28	0.95	0.4016
Niveles	376.56	2	188.28	0.95	0.4016
Error	4148.44	21	197.54		
Total	4525	23			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=17.71338 Error: 197.5446 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	58.75	a	4.97
9%	64.06	a	4.97
10%	68.44	a	4.97

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo C:** Lastometria de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	9.98	9.97	10.06	10.07	10.07	10.06	10.07	10.06
9%	10.07	10.07	10.07	9.96	10.07	10.08	10.07	10.07
10%	10.09	10.08	10.07	10.08	10.08	10.09	10.07	10.08

CV: 0.03 %

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	0.01	2	0.0028	2.53	0.104
Niveles	0.01	2	0.0028	2.53	0.104
Error	0.02	21	0.0011		
Total	0.03	23			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04234 Error: 0.0011 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	10.04	a	0.01
9%	10.06	a	0.01
10%	10.08	a	0.01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Anexo D:** Llenura de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00
9%	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	4.00
10%	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00

CV: 18.1 %

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	14.08	2	7.04	15.99	0.0001
Niveles	14.08	2	7.04	15.99	0.0001
Error	9.25	21	0.44		
Total	23.33	23			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.83643 Error: 0.4405 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	2.75	c	0.23
9%	3.63	b	0.23
10%	4.63	a	0.23

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coeficiente de correlación múltiple	0.7763
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.6027
R <sup>2</sup> ajustado	0.5846
Error típico	0.6492
Observaciones	24

---



---

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	14.06	14.06	33.37	0.00001
Residuos	22	9.27	0.42		
Total	23	23.33			

---

**Anexo E:** Blandura de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00
9%	4.00	3.00	4.00	5.00	4.00	3.00	4.00	5.00
10%	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00

CV: 18.49 %

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	15.08	2	7.54	16.04	0.0001
Niveles	15.08	2	7.54	16.04	0.0001
Error	9.88	21	0.47		
Total	24.96	23			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86423 Error: 0.4702 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	2.63	b	0.24
9%	4.00	a	0.24
10%	4.50	a	0.24

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coeficiente de correlación múltiple	0.751
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.563
R <sup>2</sup> ajustado	0.544
Error típico	0.704
Observaciones	24

---

---

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	14.06	14.06	28.39	2.45E-05
Residuos	22	10.90	0.50		
Total	23	24.96			

---

**Anexo F:** Redondez de los cueros caprinos curtidos diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con castaño

BASE DE DATOS

Niveles de Oxazolidina	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
8%	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	5.00	4.00
9%	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00
10%	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00

CV: 15.71 %

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	p-valor
Modelo	6.33	2	3.17	7.39	0.0037
Niveles	6.33	2	3.17	7.39	0.0037
Error	9	21	0.43		
Total	15.33	23			

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.82505 Error: 0.4286 gl: 21

Niveles	Medias	Rango	E.E.
8%	3.5	b	0.23
9%	4.25	a b	0.23
10%	4.75	a	0.23

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coeficiente de correlación múltiple	0.638
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.408
R <sup>2</sup> ajustado	0.381
Error típico	0.643
Observaciones	24

---

---

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	6.25	6.25	15.14	0.001
Residuos	22	9.08	0.41		
Total	23	15.33			

---

**Anexo G:** Receta del proceso de ribera de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería masculino utilizando 8,9 y 10 % de Oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

Proceso	Oper.	Producto	%	Cantidad	En g/kg	T°	Tiempo
w (74)kg	BAÑO	Agua	300	222	kg	Ambiente	30 min.
Remojo		Tenso activo deja	0,5	370	g		
		1 sachet de Cl	0,01	7,4	ml		
Botar baño							
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	3,7	kg	Ambiente	12 h.
		Ca (OH)2 (cal)	3,5	2590	g		
		Na2S (Sulfuro de Na)	2,5	1850	g		
Botar baño							
w( 49 )kg	BAÑO	Agua	100	49	kg	25	10 min.
Pelambre bombo		Na2S (Sulfuro de Na)	0,7	343	g	Ambiente	10 min.
		Na2S (Sulfuro de Na)	0,7	343	g		10 min.
		NaCl	0,5	245	g		10 min.
		Na2S (Sulfuro de Na)	0,5	245	g		10 min.
		Ca(OH)2 (cal)	1	490	g		30 min.
		H2O	50	24,5	kg		30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	490	g		30 min.
		Ca (OH)2 (cal)	1	490	g		3 HORA.
		Reposo en bombo por 20 horas (Cada hora girar 10 min. Y descanso 3-5horas.).					
Botar baño							

**Anexo H:** Receta para el proceso de desencalado, rendido y purgado, piquelado I, y desengrase de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

PROCESO W (49 kg)	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO			
Desencalado		Agua	200	98	kg	25	30 min.			
		Bisulfito de Sodio	0,2	98	g					
	BOTAR BAÑO									
			Agua	100	49	kg	30	30 min.		
			NaHSO <sub>3</sub> (Bisulfito de Na)	1	490	g				
			Formiato de Sodio	1	490	g				
			Rindente	0,02	9,8	g				
Rendido	Botar baño									
	BAÑO	Agua	200	98	kg	25	20 min.			
	Botar baño									
Piquelado I	BAÑO	Agua	60	29,4	kg	Ambiente	10 min.			
		NaCl (sal)	6	2,94	kg					
		HCOOH1:10(Ac. Formico)	1							
		1 parte (Diluida)		1867	g		20 min.			
		2 parte		1867	g		20 min.			
		3 parte		1867	g		60 min.			
		HCOOH1:10(Ac. Fórmico)	0,4							
		1 parte (Diluida)		1600	g		20 min.			
		2 parte		1600	g		20 min.			
		3 parte		1600	g		20 min.			
		Botar baño								
		Desengrase	BAÑO	Agua	100		49	kg	35	60 min.
Tenso activo deja	2			980	g					
Diésel	4			1960	g					
Botar baño										
BAÑO	Agua		100	49	kg	35	30 min.			
	Tenso activo deja		2	980	g					
Botar baño										



**Anexo I:** Receta para el piquelado II, curtido y basificado de cuero para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO	
Piquelado II	BAÑO	Agua	60	29,4	kg	Ambiente	10 min.	
		NaCl (sal)	10	4,9	kg			
		HCOOH1:10(Ac. Formico)	0,8			kg	Ambiente	30min
		1 parte (Diluida)		130,6				
		2 parte		130,6				
		3 parte		130,6				
Rodar el bombo 30 min.								
Curtido		Castaño	6	2,94	kg		.	
		2%		980	g		1 hora	
		2%		980	g		1 hora	
		2%		980	g		1 hora	
	Rodar 1 horas							
	Reposar 8 horas							
	Rodar 10 min							
			Oxazolidina	8%- 9%- 10%	13,23	Kg		2 Horas
			Basificante diluido 1/10	0,3	147	g		
			1 parte		490	g		1 hora
			2 parte		490	g		1 hora
			3 parte		490	g		5 horas
	Lavar	Botar baño						
Agua		100	49	kg		50	30 min	
Botar Baño								
Perchar y Raspar.								

**Anexo J:** Receta para acabados en húmedo de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w(35)kg		Agua	200	70	kg		
REMOJO	BAÑO	Tenso activo (deja)	0,2	70	g	Ambiente	20 min.
		HCOOH (Ac. Fórmico)	0,2	70	g		
		Botar baño					
Recurtir	BAÑO	Agua	80	28	kg	40	40 min.
		Cromo	1	350	g		
		Aluminio	1	350	g		
		Glutaldehido	2	700	g		
Botar baño							
Neutralizado	BAÑO	Agua	100	35	kg	40	40 min.
		NaCOOH (Formiato de Na)	1,5	525	g		30min
		Recurtiente neutralizante	1,5	525	g		60 min.
	Botar baño						
	BAÑO	Agua	300	105	kg	Ambiente	40 min.
Botar baño							
Tinturado	BAÑO	Agua	50	17,5	kg	40	40 min.
		Dispersante	1	350	g		
		Anilina	4	1400	g		10 min.
		mimosa	6	2100	g		60 min
		Rellenante de faldas	2	700	g		
		Resina acrílica	2	700	g		60min
Engrase	BAÑO	Agua	150	52,5	kg	70	60 min.
		Ester fosfórico	3	1050	g		
		Parafina sulfoclorada	6	2100	g		
		Aceite mineral	1	350	g		10min
		Acido fórmico	1	350	g		10min
Fijar	BAÑO	Anilina	0,4	140	g	70	10 min.
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	1	350	g		10 min.
		Anilina	0,3	105	g		10 min.
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,3	105	g		10 min.
		cromo	2	700	g		10 min.
		Botar baño					
BAÑO	Agua	200	70	kg	Ambiente	20 min.	
Botar baño							
Perchar por 24 horas							
Secado							

**Anexo K:** Receta para acabados en seco de cuero caprino para la obtención de cuero para marroquinería utilizando 8,9 y 10 % de oxazolidina en combinación con el 6% de castaño.

PROCESO (16 kg)	PRODUCTO	(%)	
Acabado en seco	Aceite pull uff	500 partes	Mezclar
	H2O	500 partes	
	Una aplicada reposo 12 horas		
	Plancha a 80 atm. De presión 3 segundos		
	Microligante	20g	Mezclar
	Caseína	5g	
	Cera	5g	
	Penetrante	20g	
	Agua	500g	
	2 a 3 Aplicaciones		
	Secar		
	Hidrolaca	300g	Mezclar
	H2O	680g	
	Cera de Tacto	20g	
	1 aplicación		

**Anexo L:** Evidencia fotográfica del proceso de ribera de las pieles caprinas en el Laboratorio de Curtiembre de la FCP, de la ESPOCH.



**Anexo M:** Remojo de las pieles en el Laboratorio.



**Anexo N:** Evidencia fotográfica del proceso de pelambre por embadurnado.



**Anexo O:** Evidencia fotográfica del proceso de pelambre en bombo.



**Anexo P:** Evidencia fotográfica del proceso de descarnado, desencalado, piquelado y desengrase.



**Anexo Q:** Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.



**Anexo R:** Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.





**Anexo S:** Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL  
APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS



REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 06 /2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Sebastian Alejandro Vinueza Bravo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Facultad de Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Zootécnica
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Zootecnista
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



24-06-2020

0066-DBRAI-UPT-2020

