



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES
NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON
GLUTARALDEHÍDO PARA VESTIMENTA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: LICETH DAYANA CARUA OCHOA

DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, PHD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, **Liceth Dayana Carua Ochoa**

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, Liceth Dayana Carua Ochoa, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25 de enero del 2024

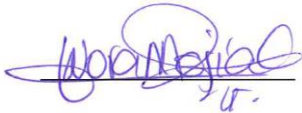

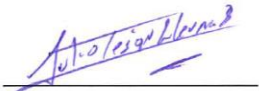


Liceth Dayana Carua Ochoa

0603991522

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular Tipo: Trabajo Experimental, “**CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO PARA VESTIMENTA**”, realizado por la señorita: **LICETH DAYANA CARUA OCHOA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Ing. Nora Tahirí Mejía Cabezas, Ms.C PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2024-01-25 |
| Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2024-01-25 |
| Ing. Julio César Llerena Zambrano ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2024-01-25 |

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar mi etapa universitaria y llenarme de fuerzas para vencer todos los obstáculos en mi vida, gracias a mis padres que estuvieron junto a mí en toda esta etapa a mi mamá Blanca Ochoa por brindarme todo el amor, comprensión, el apoyo incondicional en cada momento de mi vida a mi papá Oswaldo Carua por su amor y sabiduría durante estos años. A mi hermano Fabricio Perero por ser mi ejemplo de constancia y alentarme a seguir y no rendirme durante esta gran etapa a mis mascotas por ser mi compañía en todo momento.

Liz

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme culminar mi carrera universitaria, a mi Madre y padre, su compromiso y sacrificio han sido la luz que ilumina mi camino hacia la culminación de esta tesis. Su constante aliento y paciencia han sido mi mayor fortaleza en los momentos desafiantes, y su amor incondicional ha sido mi mayor motivación.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de este proceso académico. Esta tesis representa el resultado de un viaje lleno de aprendizaje, desafíos y crecimiento, y no habría sido posible sin el valioso aporte de diversas personas. Sus palabras de aliento y paciencia han sido un pilar fundamental en los momentos más desafiantes. Gracias a mi novio por su apoyo incondicional durante esta etapa.

Liz

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiii |
| RESUMEN..... | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | | |
|-------|------------------------------------|---|
| 1. | DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1 | Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 | Justificación | 2 |
| 1.3 | Objetivos | 3 |
| 1.3.1 | <i>Objetivo General</i> | 3 |
| 1.3.2 | <i>Objetivos Específicos</i> | 3 |

CAPITULO II

| | | |
|-------|--------------------------------|---|
| 2. | MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 | La piel..... | 4 |
| 2.2 | Estructura de la piel..... | 4 |
| 2.2.1 | <i>Epidermis</i> | 5 |
| 2.2.2 | <i>Dermis</i> | 6 |
| 2.2.3 | <i>Tejido subcutáneo</i> | 6 |
| 2.3 | Partes de la piel | 6 |
| 2.3.1 | <i>Crupón</i> | 7 |
| 2.3.2 | <i>Faldas</i> | 7 |
| 2.3.3 | <i>Cuello</i> | 7 |

| | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4 | Piel Caprina..... | 8 |
| 2.5 | Origen del curtido..... | 9 |
| 2.6 | El curtido vegetal..... | 9 |
| 2.7 | Curtientes Vegetales..... | 10 |
| 2.7.1 | <i>Extractos Vegetales.....</i> | <i>11</i> |
| 2.8 | Curtición con extractos vegetales..... | 11 |
| 2.9 | Tara o Guarango..... | 12 |
| 2.10 | Proceso de Curtido..... | 13 |
| 2.10.1 | <i>Etapa de Ribera.....</i> | <i>13</i> |
| 2.10.2 | <i>Remojo.....</i> | <i>13</i> |
| 2.10.3 | <i>Descarnado.....</i> | <i>14</i> |
| 2.10.4 | <i>Piquelado.....</i> | <i>14</i> |
| 2.10.4.1 | <i>Pelambre.....</i> | <i>14</i> |
| 2.10.4.2 | <i>Desencalado.....</i> | <i>15</i> |
| 2.10.4.3 | <i>Descarnado.....</i> | <i>15</i> |
| 2.10.4.4 | <i>Desengrase.....</i> | <i>15</i> |
| 2.10.4.5 | <i>Purga enzimática.....</i> | <i>15</i> |
| 2.10.5 | <i>Etapa de piquelado.....</i> | <i>15</i> |
| 2.10.6 | <i>Etapa de Curtido.....</i> | <i>16</i> |
| 2.10.7 | <i>Proceso de acabado en húmedo de las pieles.....</i> | <i>16</i> |
| 2.10.8 | <i>Procesos húmedos de post-curtición.....</i> | <i>16</i> |
| 2.10.8.1 | <i>Secado y acabado.....</i> | <i>17</i> |
| 2.10.8.2 | <i>Engrasado.....</i> | <i>17</i> |
| 2.10.8.3 | <i>Planchado y clasificación.....</i> | <i>17</i> |
| 2.11 | Exigencias del cuero para vestimenta..... | 18 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----------|-------------------------|-----------|
| 3. | METODOLOGÍA..... | 20 |
|-----------|-------------------------|-----------|

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1 | Localización y duración del experimento | 20 |
| 3.2 | Unidades experimentales | 20 |
| 3.3 | Materiales, equipos e insumos..... | 20 |
| 3.3.1 | <i>Materiales</i> | <i>20</i> |
| 3.3.2 | <i>Equipos</i> | <i>21</i> |
| 3.3.3 | <i>Insumos</i> | <i>21</i> |
| 3.4 | Tratamiento y diseño experimental..... | 22 |
| 3.4.1 | <i>Esquema del experimento</i> | <i>22</i> |
| 3.5 | Mediciones experimentales..... | 23 |
| 3.5.1 | <i>Mediciones físicas</i> | <i>23</i> |
| 3.5.2 | <i>Evaluación sensorial.....</i> | <i>23</i> |
| 3.5.3 | <i>Variables económicas.....</i> | <i>23</i> |
| 3.6 | Técnicas estadísticas | 23 |
| 3.7 | Procedimiento experimental | 24 |
| 3.7.1 | <i>Recepción de pieles</i> | <i>24</i> |
| 3.7.2 | <i>Remojo</i> | <i>24</i> |
| 3.7.3 | <i>Pelambre por embadurnado</i> | <i>24</i> |
| 3.7.4 | <i>Pelambre en bombo.....</i> | <i>25</i> |
| 3.7.5 | <i>Descarnado.....</i> | <i>25</i> |
| 3.7.6 | <i>Desencalado.....</i> | <i>25</i> |
| 3.7.7 | <i>Piquelado 1.....</i> | <i>25</i> |
| 3.7.8 | <i>Desengrase.....</i> | <i>26</i> |
| 3.7.9 | <i>Piquelado 2.....</i> | <i>26</i> |
| 3.7.10 | <i>Curtido</i> | <i>26</i> |
| 3.7.11 | <i>Remojo</i> | <i>26</i> |
| 3.7.12 | <i>Recurtido catiónico</i> | <i>26</i> |
| 3.7.13 | <i>Neutralizado</i> | <i>27</i> |
| 3.7.14 | <i>Recurtido aniónico</i> | <i>27</i> |
| 3.7.15 | <i>Engrase.....</i> | <i>27</i> |

| | | |
|---------|-----------------------------------------------|----|
| 3.7.16 | <i>Fijación de la anilina</i> | 27 |
| 3.7.17 | <i>Aserrinado, ablandado y estacado</i> | 27 |
| 3.7.18 | <i>Pintado</i> | 28 |
| 3.7.19 | <i>Lacado Final</i> | 28 |
| 3.8 | Metodología de evaluación | 28 |
| 3.8.1 | <i>Análisis de resistencias físicas</i> | 28 |
| 3.8.2 | <i>Análisis Sensorial</i> | 30 |
| 3.8.2.1 | <i>Llenura</i> | 30 |
| 3.8.2.2 | <i>Finura de la Flor</i> | 30 |
| 3.8.2.3 | <i>Curvatura del cuero</i> | 31 |
| 3.8.3 | <i>Análisis económico</i> | 31 |

CAPITULO IV

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 32 |
| 4.1 | Características físicas de los cueros caprinos aplicando diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído para vestimenta | 32 |
| 4.1.1 | <i>Resistencia a la tensión (N/cm²)</i> | 32 |
| 4.1.2 | <i>Porcentaje de elongación</i> | 34 |
| 4.1.3 | <i>Temperatura de encogimiento</i> | 36 |
| 4.2 | Características sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con 4% de glutaraldehído | 37 |
| 4.2.1 | <i>Llenura</i> | 38 |
| 4.2.2 | <i>Finura de la Flor</i> | 40 |
| 4.2.3 | <i>Curvatura del cuero</i> | 42 |
| 4.3 | Evaluación económica a través del indicador beneficio costo | 44 |
| | CONCLUSIONES | 46 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1-3: Esquema del experimento..... | 23 |
| Tabla 2-3: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)..... | 24 |
| Tabla 1-4: Análisis de las características físicas de las pieles caprinas curtidas con distintos niveles de Tara en combinación con el 4% de glutaraldehído para vestimenta. | 32 |
| Tabla 2-4: Características sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído. | 38 |
| Tabla 5-3: Evaluación económica de la producción de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído | 45 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1-2: Estructura de la piel | 5 |
| Ilustración 2-2: Partes de la Piel Fresca | 7 |
| Ilustración 3-2: Tara (Caesalpinia spinosa)..... | 12 |
| Ilustración 1-4: Resistencia a la tensión del cuero caprino con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído | 33 |
| Ilustración 2-4: Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído. | 35 |
| Ilustración 3-4: Temperatura de encogimiento del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído..... | 36 |
| Ilustración 4-4: Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído | 39 |
| Ilustración 5-4: Finura de la flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído. | 41 |
| Ilustración 6-4: Curvatura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído. | 43 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO A: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACION CON 4% DE GLUTARALDEHIDO | |
| ANEXO B: PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACION CON 4% DE GLUTARALDEHIDO..... | 8 |
| ANEXO C: ENCOGIMIENTO DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO. | 10 |
| ANEXO D: LLENURA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO. | 11 |
| ANEXO E: FINURA DE FLOR DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO..... | 12 |
| ANEXO F: CURVATURA DEL CUERO DE LAS PIELES CAPRINA CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO..... | 13 |
| ANEXO G: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 8% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHÍDO..... | 14 |
| ANEXO H: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 10% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHIDO..... | 14 |
| ANEXO I: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 10% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHÍDO..... | 15 |
| ANEXO J: BITÁCORA DE CUEROS CAPRINOS PARA VESTIMENTA..... | 16 |
| ANEXO K: PROCESO DE RIBERA DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO. | 20 |
| ANEXO L: PROCESO DE CURTIDO DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO | 20 |
| ANEXO M: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO..... | 21 |

ANEXO N: PROCESO DE ACABADO EN SECO DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO

ANEXO O: PRUEBAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue aplicar distintos niveles de tara en combinación con Glutaraldehído durante el proceso de curtido de pieles caprinas destinadas a la fabricación de prendas de vestir. Se utilizaron 12 pieles caprinas distribuidas en tres tratamientos (T1: 8% tara, 4% glutaraldehído; T2: 10% tara, 4% glutaraldehído; T3: 12% tara, 4% glutaraldehído), con 4 unidades experimentales para cada tratamiento con un Diseño Completamente al Azar. Los resultados se evaluaron mediante las pruebas estadísticas Análisis de varianza (ADEVA), separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey, prueba de Kruskal-Wallis para variables sensoriales se llevaron a cabo medidas experimentales divididas en resistencias físicas (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, temperatura de encogimiento) y análisis sensorial (llenura, finura, curvatura) para evaluar la calidad de los cueros. Los resultados obtenidos en pruebas físicas se realizaron en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH mostraron que el tratamiento T3 presentó la mayor resistencia a la tensión (7927,97 N/cm²), y con el T1 el mejor porcentaje de elongación (86,43%), y temperatura de encogimiento (81 °C), Por lo tanto en pruebas sensoriales, el T1 obtuvo la mejor puntuación en llenura (5 puntos) y finura de la flor (5 puntos), mientras que la mejor curvatura del cuero (5 puntos) se logró con el T3 en cuanto el análisis económico, se notó que la opción más rentable fue emplear un 8% de tara, con un beneficio costo de 0,78 centavos.

Palabras clave: <CURTICIÓN>, < TARA (Caesalpinia spinosa)>, <GLUTARALDEHÍDO>, <CAPRINOS>, <TEMPERATURA>, <VESTIMENTA>.

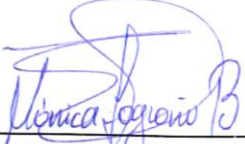
0241-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

This study aimed to apply different tannin levels in combination with Glutaraldehyde during the tanning process of goat skins intended for garment manufacturing. Twelve goat hides were used, distributed among three treatments (T1: 8% tannin, 4% glutaraldehyde; T2: 10% tannin, 4% glutaraldehyde; T3: 12% tannin, 4% glutaraldehyde), with four experimental units for each treatment using a Completely Randomized Design. The statistical tests of Analysis of Variance (ANOVA), mean separation ($P < 0.05$) through Tukey's test, and the Kruskal-Wallis test were statistical tools to evaluate the results for sensory variables. Experimental measurements were conducted for physical resistances (tensile strength, percentage of elongation, shrinkage temperature) and sensory analysis (fullness, fineness, curvature) to assess leather quality. The Physical testing conducted at the Leather Tanning Laboratory of the Faculty of Animal Sciences at ESPOCH showed that treatment T3 showed the highest tensile strength (7927.97 N/cm²), while T1 showed the best percentage of elongation (86.43%) and shrinkage temperature (81°C). Therefore, in sensory tests, T1 scored highest in fullness (5 points) and flower fineness (5 points), whereas the best leather curvature (5 points) resulted in T3. Regarding economic analysis, the findings reported that the most cost-effective option was to use 8% tannin, with a cost-benefit of 0.78 cents.

Keywords: <TANNING> <TANNIN (*Caesalpinia spinosa*)> <GLUTARALDEHYDE> <GOATS> <TEMPERATURE>.


Lic. Mónica Logroño B. Mgs.
060274953-3

0241-DBRA-UPT-2024

INTRODUCCIÓN

La curtición es una técnica que ha sido utilizada durante siglos, y ha evolucionado a lo largo del tiempo con el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos. También existen diferentes tipos de curtición, como la curtición vegetal, que utiliza extractos vegetales, y la curtición cromada, que utiliza cromo. Cada tipo de curtición produce cueros con características y propiedades diferentes. La curtiembre tara es un agente curtiente natural que se obtiene de la planta de tara (*Caesalpinia spinosa*). Se utiliza en diversos procesos de curtido de cuero y curtido vegetal los taninos contenidos en la tara son conocidos por proporcionar propiedades de curtido al cuero, como la firmeza y la lisura. Mediante la curtiembre se evita que la piel se descomponga, lo que ocurriría de forma natural, y convertirla en un material resistente a la humedad, al desgaste y a la putrefacción. Además, durante este proceso se pueden aplicar técnicas para colorear y dar forma al cuero, lo que lo hace apto para una variedad de usos.

La curtición es un proceso industrial que se utiliza para transformar la piel de un animal en cuero, un material duradero y resistente. El cuero es ampliamente utilizado en la fabricación de productos como zapatos, bolsos, cinturones, prendas de vestir y muebles, debido a su resistencia y versatilidad. El proceso de curtición implica varias etapas, que incluyen la preparación de la piel, la eliminación de partes no deseadas como el pelo y la grasa, y el tratamiento con sustancias químicas llamadas curtientes, estos curtientes ayudan a estabilizar la estructura de las fibras de colágeno en la piel y evitan que se descomponga con el tiempo. Además, se pueden agregar otros productos químicos para darle al cuero ciertas características, como color, suavidad o resistencia al agua.

El proceso de curtición es importante en la industria del cuero, ya que garantiza que el material resultante sea adecuado para una variedad de aplicaciones y cumpla con estándares de calidad. Sin embargo, también plantea preocupaciones ambientales debido al uso de productos químicos, por lo que la industria del cuero está trabajando en desarrollar métodos de curtición más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El proceso de curtido plantea riesgos significativos para el medio ambiente y, por ende, para la salud de la población, ya que conlleva la liberación de elevadas cantidades de materia orgánica y efluentes que contienen sulfuro y cromo trivalente. Estas descargas pueden alcanzar concentraciones tóxicas con exposiciones intensas y prolongadas. En contraste, optar por un curtiente vegetal como la tara se presenta como una alternativa más natural y respetuosa con el medio ambiente, la utilización de taninos de tara no solo ofrece un producto final con características destacadas en términos de confort, apariencia, estilo, tradición, exclusividad y versatilidad, sino que también contribuye a reducir los impactos negativos asociados con el curtido convencional. El color natural claro que se logra con la tara, junto con la resistencia a la luz, son atributos beneficiosos. Además, los cueros curtidos con taninos de tara exhiben propiedades de llenado y flexibilidad, manteniendo la superficie lisa y firme. La resistencia a la carga de rotura de la flor en las pieles curtidas con taninos de tara supera a la obtenida con otros métodos de curtido vegetal.

1.2 Justificación

El curtiente mineral convencional utilizado desde hace tiempo es el cromo, el cual, si bien muestra una eficiencia destacada en el proceso de curtido, presenta una notable toxicidad y contribuye a la contaminación ambiental. Por consiguiente, la investigación actual tiene por objetivo mejorar la sostenibilidad ambiental en la industria del curtido, al tiempo que busca optimizar las propiedades físicas del cuero caprino que no solo sea resistente y duradero, sino también versátil en términos de estilo y confort, para su aplicación en prendas de vestir. Este enfoque busca contribuir a prácticas más respetuosas con el medio ambiente y avanzar en la calidad del cuero utilizado en la confección de vestimenta, considerando la demanda creciente de productos sostenibles y de alta calidad en la industria de la moda.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Curtir pieles caprinas con diferentes niveles de tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con glutaraldehído para vestimenta.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Curtir pieles caprinas en combinación de tara al (8,10 y 12%) y glutaraldehído al (4%) para obtención de cuero para vestimenta.
- Evaluar las características sensoriales y resistencias físicas en los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.
- Determinar la rentabilidad a través del indicador beneficio/costo en la producción de cueros caprinos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La piel

La piel, que conforma la capa externa de los cuerpos de los animales, es una estructura diversa que comúnmente está cubierta de pelo o lana y consta de múltiples capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal y muestra numerosas características específicas y significativas, como la edad, el sexo, la dieta, el entorno y el estado de salud (Adzet, 2005, p. 54).

Esta cubierta exterior desempeña una función de protección, pero también cumple otras funciones importantes, como la regulación de la temperatura corporal, la eliminación de desechos, la albergación de órganos sensoriales que nos permiten percibir sensaciones de temperatura, tacto y otros estímulos sensoriales, el almacenamiento de grasas y la protección del cuerpo contra la entrada de bacterias (Adzet, 2005, p.54).

La piel, que es la capa exterior de los cuerpos de los animales, es una sustancia diversa que suele estar cubierta de pelo o lana y está compuesta por múltiples capas superpuestas. Esta envoltura desempeña una función protectora y, al mismo tiempo, cumple otras importantes funciones, como regular la temperatura corporal, eliminar desechos, albergar órganos sensoriales que nos permiten percibir sensaciones de temperatura, tacto y otros estímulos sensoriales, almacenar grasas y proteger el cuerpo contra la entrada de bacterias (Bacardit, 2004, p. 29).

2.2 Estructura de la piel

La composición de la piel de los animales difiere entre especies y, dentro de un mismo animal, la piel consta de tres componentes principales:

- Epidermis.
- Dermis.
- Tejido subcutáneo

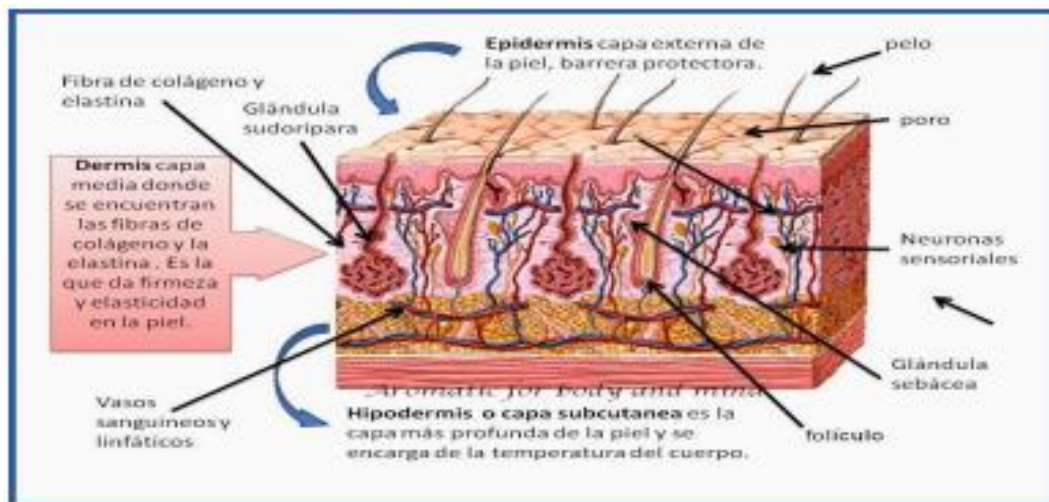


Ilustración 1-2: Estructura de la piel

Fuente: (Adzet, 2005)

2.2.1 *Epidermis*

La epidermis es la capa más externa de la piel, y su grosor representa aproximadamente un 1% del espesor total de la piel en bruto. Esta capa se elimina durante los procesos de desollado o curtido. Está separada de la dermis por una membrana hialina. La epidermis presenta, de afuera hacia adentro, las siguientes capas: la capa córnea, la capa granular y la capa mucosa de Malpighi o capa basal. La capa de Malpighi es fácil de eliminar ya que está compuesta por células vivas con una apariencia mucosa o gelatinosa que tienen poca resistencia. Estas células son susceptibles de ser atacadas fácilmente por la acción de bacterias que causan la descomposición, enzimas y álcalis (Adzet, 2005, p.83).

La epidermis es una capa que carece de vasos sanguíneos y recibe los nutrientes que necesita a través de la difusión desde los lechos capilares de la dermis, la capa más profunda de la piel. Principalmente, la epidermis está compuesta por células llamadas queratinocitos, que reciben este nombre debido a su capacidad para sintetizar queratina. La queratina es una proteína estructural insoluble que tiene una notable resistencia tanto a altas temperaturas como a variaciones de pH, y es bastante resistente a la descomposición por enzimas. La queratina se divide en dos categorías principales: la queratina dura, que constituye el cabello y las uñas, y la queratina blanda, que forma el componente esencial de las células cornificadas que se encuentran en las capas más externas de la piel. Sin embargo, también se puede encontrar queratina en el espacio extracelular, donde actúa como una sustancia que une y cementa (Hidalgo, 2004, p.10).

2.2.2 Dermis

La dermis se encuentra directamente debajo de la epidermis, se extiende hacia la capa subcutánea y está separada de la epidermis por la capa hialina. Representa alrededor del 84% del grosor total de la piel en bruto y es la parte que se utiliza en la fabricación del cuero. En la dermis, se distinguen dos capas: la capa papilar o de flor, y la capa reticular. La capa de flor está compuesta por una trama de fibras entrelazadas en todas direcciones, en su mayoría dispuestas de manera perpendicular a la superficie de la piel (Jones, 2002, p. 23).

Desde una perspectiva química, la dermis se compone de fibras de colágeno y una cantidad significativa de fibras elásticas que fortalecen su estructura. La capa de flor es especialmente relevante para la apariencia estética del cuero acabado, ya que desempeña un papel importante en su aspecto general. La capa reticular recibe su nombre debido a su aspecto en forma de red. Esta capa está compuesta por fibras gruesas y resistentes que se entrelazan formando un ángulo aproximado de 45 grados con respecto a la superficie de la piel. A medida que se profundiza en las capas más internas de la piel, estas fibras cambian su orientación, volviéndose más horizontales y, finalmente, quedan completamente paralelas a la superficie de la piel. El grosor de la capa reticular representa entre el 50% y el 80% del espesor total de la dermis, y este porcentaje puede variar según la edad del animal (Andrade, 2006,p.6).

2.2.3 Tejido subcutáneo

El tejido subcutáneo representa alrededor del 15% del grosor total de la piel en bruto y se elimina mediante un proceso mecánico conocido como descarnado durante la etapa de ribera. Esta parte de la piel es esencial para la conexión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo está compuesto por un entrelazado suelto de fibras largas que discurren paralelas a la superficie de la capa de flor, y entre estas fibras se encuentran células grasas, cuya cantidad varía según la especie del animal (Lacerca, 2003, p. 112).

2.3 Partes de la piel

La piel que se obtiene tras el desollado de los animales sacrificados se conoce como "piel fresca" o "piel en verde". En la piel fresca, es común encontrar áreas con diferencias significativas en cuanto al grosor y la capacidad. Estas disparidades son particularmente notables en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel fresca se pueden identificar tres zonas claramente diferenciadas.

- El crupón
- El cuello
- Las faldas

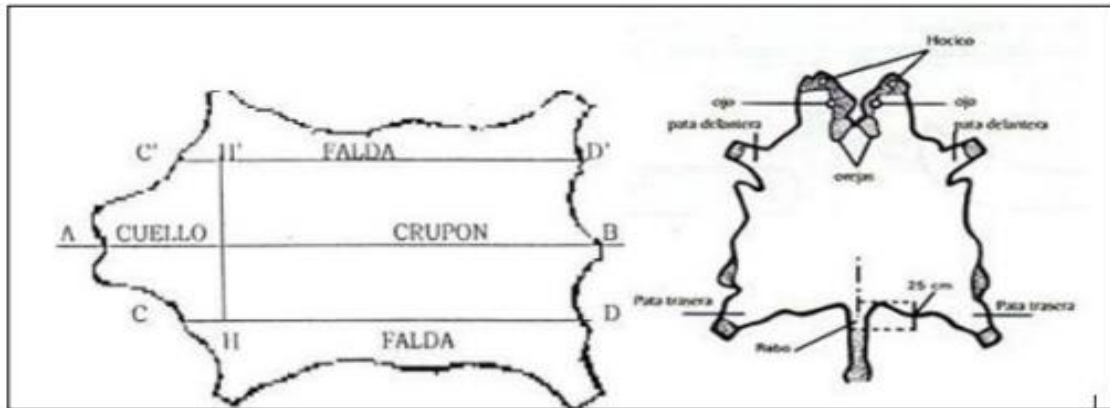


Ilustración 2-2: Partes de la Piel Fresca
Fuente: (Cotance, 2004, p.208).

2.3.1 *Crupón*

El crupón se refiere a la sección de la piel que cubre la región dorsal y lumbar del animal esta área es la más uniforme tanto en grosor como en la estructura dérmica, además, es la más densa y, por lo tanto, la más valiosa su peso representa aproximadamente el 46% del total de la piel fresca la piel que cubre la parte superior de la cabeza se denomina testuz, y las áreas laterales se conocen como carrillos (Cotance, 2004, p. 208).

2.3.2 *Faldas*

Las faldas hacen referencia a la porción de la piel que rodea el vientre y las patas del animal esta área presenta notables variaciones en términos de grosor y textura, siendo las partes cercanas a las axilas las más suaves y las de las patas algo más endurecidas, las faldas representan aproximadamente el 28% del peso total de la piel. Además, en una piel, se pueden identificar dos lados distintos: el lado exterior, que contiene el pelaje del animal, y una vez que se elimina el pelaje, se llama "lado de la flor" el lado interno de la piel, que estuvo en contacto con la carne del animal, se denomina "lado de la carne" (Belda, 2006,p. 24).

2.3.3 *Cuello*

El área del cuello engloba la piel que cubre tanto el cuello como la cabeza del animal. Su grosor y densidad son variables y su estructura puede ser más suave. La superficie del cuello muestra

arrugas, que se vuelven más pronunciadas a medida que el animal envejece. La piel del cuello constituye aproximadamente el 26% del peso total de la piel (Bermeo, 2006, p. 28).

2.4 Piel Caprina

La piel se compone principalmente de los siguientes componentes: agua (64%), proteínas (33%), grasas (2%), sustancias minerales (0.5%), y otras sustancias (0.5%). Entre las proteínas, se pueden distinguir varias categorías, que incluyen colágeno (94-95%), elastina (1%), queratina (1-2%), y otras proteínas no fibrosas. Además, la piel puede contaminarse con sustancias externas como orina, estiércol, tierra y similares. Si se deja una piel tal como se obtiene del animal en un ambiente cálido y húmedo, comenzará a descomponerse. Este proceso de descomposición se puede prevenir mediante la adición de una solución bactericida. No obstante, incluso si se evita la descomposición, al secarse, la piel se vuelve rígida y pierde su flexibilidad (Lacerca, 2003, p. 43).

Es posible realizar el control de calidad tanto en la piel (antes y después del proceso de curtido) como en la piel de un animal vivo o sacrificado. Estos controles implican la definición de criterios de clasificación que determinan el valor en el mercado del cuero. La calidad del cuero y la piel está estrechamente relacionada con la forma en que se manejan los animales, cómo se sacrifican, cómo se les quita la piel, cómo se conserva, almacena y finalmente cómo se lleva a cabo el proceso de curtido. La dermis es la parte de la piel que se convierte en cuero y representa aproximadamente el 85% de su grosor. Se ubica directamente debajo de la epidermis, y la transición entre estas dos capas no es uniforme, caracterizándose por la presencia de protuberancias y depresiones que se entrelazan y se ajustan entre sí (Frankel, 2009, p.32).

Las pieles de cabra exhiben una estructura fibrosa extremadamente densa, con fibras medulares en toda su superficie. Estas pieles finas se utilizan en la fabricación de ropa, calzado y guantes de alta calidad. Se puede llevar a cabo un control de calidad tanto en el cuero (después del proceso de curtido) como en la piel del animal antes y después del sacrificio. Esto implica la definición de criterios de clasificación que determinan su valor en el mercado (Soler, 2002, p. 131).

La piel de cabra consta de dos capas que no están claramente separadas. La capa más superficial es conocida como la capa papilar o termostática, donde se encuentran los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas, así como el músculo erector del pelo. Esta capa está compuesta por tejido conectivo laxo y fibras diminutas (Costa, 2008, p. 256).

2.5 Origen del curtido

El proceso de curtir pieles es una de las ocupaciones más ancestrales de la humanidad, y se remonta a la época en que nuestros antepasados primitivos descubrieron que los animales proporcionaban recursos más allá de la comida. Desde entonces, comenzaron a emplear las pieles de mamíferos de gran tamaño como vestimenta protectora contra las inclemencias del clima (Silva, 2015, p. 2).

El curtido es el procedimiento mediante el cual la piel se convierte en un material que mantiene su integridad a lo largo del tiempo, exhibiendo propiedades de flexibilidad, robustez y atractivo estético que le confieren un considerable valor tanto en términos comerciales como visuales. La curtición es un procedimiento destinado a preservar las propiedades naturales de la piel de un animal, evitando su descomposición y putrefacción. El proceso de curtición se enfoca en mantener las características más apreciadas de la piel, que incluyen su resistencia al desgaste, su capacidad para resistir la humedad, su flexibilidad y su atractivo aspecto tanto al tacto como a la vista. Además, es importante destacar que la piel tratada mediante la curtición rara vez desencadena reacciones alérgicas, y si se presentan, suelen estar relacionadas con los tintes utilizados en las pieles que ya han sido curtidas (Flores y Mayo, 2021, p. 7).

El proceso de curtido de la piel es un procedimiento que combina aspectos físicos y químicos con el propósito de prevenir la descomposición microbiana de los tejidos presentes en la piel o en la parte orgánica de esta, lo que permite la fabricación de diversas prendas de vestir y artículos artesanales. Los pasos involucrados en este proceso incluyen la obtención de la piel, el remojo de la misma, su posterior secado, humectación, aflojamiento, eliminación de manchas y el acabado final. Estos pasos son esenciales en la temática del curtido de la piel (Bacardit, 2004,p.15).

El curtido es un proceso que implica la estabilización del colágeno presente en la capa interna de la piel, conocida como la dermis, mediante la aplicación de sustancias curtientes, ya sean de origen mineral o vegetal, con el fin de transformarla en cuero (Chancusig, 2011,p.30).

2.6 El curtido vegetal

El curtido es un proceso químico mediante el cual se transforman las pieles de animales en cuero. El término "cuero" se utiliza para referirse a la cubierta corporal de animales más grandes, como vacas o caballos, mientras que "piel" se utiliza para la cubierta corporal de animales más pequeños, como ovejas, el proceso de curtido implica fortalecer la estructura proteica del cuero al establecer enlaces entre las cadenas de péptidos. El cuero está compuesto por tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea (Cordero, 2011, p. 15).

La dermis consta de aproximadamente un 30% a un 35% de proteínas, principalmente colágeno, junto con agua y grasa en menor proporción para fabricar cuero a partir de la dermis, se eliminan las capas adicionales utilizando métodos químicos y mecánicos. Durante el proceso de curtido, se emplean sustancias como ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes las cuales tienen la función de disolver las grasas y las proteínas no fibrosas, y también de establecer enlaces químicos entre las fibras de colágeno para fortalecer la estructura del cuero (Prat, 2002, p. 34).

La curtición vegetal es un proceso que implica la eliminación de grupos polares y agua, al tiempo que protege las uniones polipeptídicas en la piel. En este método, los taninos se adhieren al colágeno mediante enlaces de hidrógeno. Estos enlaces también se forman entre moléculas de taninos, lo que da lugar a una agregación o deposición en los espacios entre las fibras de colágeno. Es importante destacar que estos enlaces son débiles en comparación con los enlaces covalentes presentes en la curtición al cromo. Esto explica por qué el cuero curtido de manera puramente vegetal tiene una estabilidad discreta y puede liberar taninos fácilmente durante el lavado o el secado. Además, su temperatura de contracción se sitúa entre 70-80°C. Sin embargo, este cuero contiene una mayor proporción de agente curtiente en relación al colágeno en comparación con otros métodos de curtido. Estas características únicas hacen que los cueros obtenidos sean altamente valorados y adecuados para ciertos productos (Adzet, 2005, p. 199).

2.7 Curtientes Vegetales

Los curtientes vegetales son sustancias con la capacidad de transformar las pieles de los animales en cuero cuando son absorbidas por estas. La calidad de los curtientes se refleja en el color que le otorgan al cuero después de completar el proceso de industrialización, en la calidad general del producto resultante y en su capacidad para generar ácidos durante el proceso de curtido. La formación de ácidos desempeña un papel fundamental en la obtención de un acabado de alta calidad en el producto final (Morera, 2007, p. 100).

El proceso de curtido vegetal es tan antiguo como la historia de la humanidad y se remonta a la prehistoria. Surgió a partir de la observación de que cuando una piel cruda entraba en contacto con la corteza, madera o hojas de ciertas plantas, se manchaba pero, paradójicamente, esas áreas parecían protegerse de la putrefacción. Con el tiempo, se desarrolló la industria del cuero basada en el uso de taninos que se obtenían de una amplia variedad de plantas y que se podían aplicar de manera relativamente sencilla. El curtido vegetal fue el método estándar en la producción de cuero curtido hasta que se introdujo la industria del curtido al cromo (Lacerca, 2003, p. 114).

2.7.1 *Extractos Vegetales*

Las materias primas empleadas en el proceso de curtido vegetal son los taninos naturales, que pueden encontrarse en forma líquida o en polvo, y se extraen de diversas partes de plantas como maderas, cortezas, frutas, vainas y hojas. Los taninos más comunes se obtienen de fuentes como la madera de castaño (*Castaanea sativa*), la madera de quebracho (*Schinopsis lorentzii*), las vainas de tara (*Caesalpinia spinosa*), el catechu (*Acacia Catechu*), las agallas de roble de China (*Rhustypkina semialata*), el gambier (*Uncaria gambir*), el mirabolano (*Terminalia chebula*), la madera de roble (*Quercus sp*), las hojas de sumac (*Rhustypkina coriaria*), las agallas de roble de Turquía (*Quercus infectoria*), las cúpulas de valonia (*Quercus macrolepis*), la corteza de acacia negra (*Acacia meamsii*) y las hojas de mimosa púdica (*Chiliquinga*, 2020, p. 9).

2.8 **Curtición con extractos vegetales**

El proceso de curtido vegetal tiene la ventaja de conservar la integridad de las fibras del cuero y le añade ciertas características de suavidad al tacto y elasticidad. Estas cualidades son el resultado de los materiales y métodos utilizados en este proceso. A pesar de que los curtientes minerales han reemplazado en gran medida a los curtientes vegetales, estos últimos todavía se emplean en los procesos de curtición y recurtición. Además, es posible llevar a cabo operaciones como el engrase, escurrido, repasado y secado, de manera similar a como se haría con pieles curtidas de forma vegetal (Enciso, 2011, p.56).

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales, específicamente polifenoles, con un peso molecular medio a alto y un tamaño molecular o micelar considerable. Son conocidos por su capacidad curtiente, ya que pueden interactuar con múltiples cadenas laterales del colágeno, lo que les permite estabilizar el cuero y protegerlo de la putrefacción. Esto también contribuye a la formación de cueros o pieles resistentes al deterioro durante el secado, con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Los taninos tienden a precipitar en combinación con la gelatina y otras proteínas, y debido a su naturaleza fenólica, pueden causar que las sales de hierro provoquen oscurecimiento en las coloraciones. Se cree que la fijación de los taninos a las moléculas de colágeno se logra a través de puentes de hidrógeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede descartar la posibilidad de otras formas adicionales de fijación.
- **No taninos** son componentes que, aunque no tienen propiedades curtientes por sí mismos, desempeñan un papel en el proceso de curtido. Están compuestos por carbohidratos, ácidos orgánicos, fenoles con un peso molecular menor que los taninos, sales, proteínas, compuestos

de lignina y otros productos diversos. Cuando los carbohidratos se someten a fermentación, se convierten en ácidos. Estos ácidos, al aumentar la relación entre ácidos y sales, influyen en el proceso de curtido.

- Insolubles: Tal como sugiere su nombre, son partículas o micelas que se encuentran junto a los taninos y no taninos. Durante el proceso de extracción, estas partículas se dispersan en el agua y son arrastradas, pero con el tiempo, tienden a asentarse gradualmente cuando se permite que la mezcla repose.

2.9 Tara o Guarango

Este árbol es de tamaño pequeño, alcanzando alturas de 4 a 8 metros, aunque en condiciones propicias puede crecer hasta 12 metros. Tiene una raíz principal que se adentra profundamente en el suelo y se ramifica en raíces laterales abundantes. Su copa tiene una forma irregular, similar a un parasol, pero no es muy densa, proporcionando sombra sin ser excesiva. Produce flores dispuestas en racimos y frutos en forma de vainas aplanadas que cambian de color a medida que maduran: son verdes cuando están inmaduros, luego se vuelven rosados, y finalmente adquieren un tono rojo parduzco o café rojizo cuando están completamente maduros. Las vainas contienen hasta 10 semillas, que son algo aplanadas y de color café-negruzco cuando alcanzan la madurez. La tara es originaria de los Andes y su distribución abarca desde Venezuela hasta el norte de Chile. En Perú, se encuentra en bosques y matorrales de zonas áridas y semiáridas en las lomas costeras y los valles interandinos (Torre, 2018, p.5).

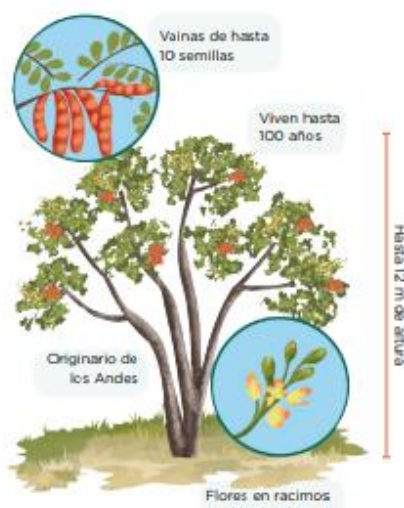


Ilustración 3-2: Tara (*Caesalpinia spinosa*)

Fuente: (Torre, 2018,p.5)

A lo largo de su historia, la tara ha tenido una variedad de usos tradicionales significativos. Sus vainas se han empleado para el curtido de cueros, para impermeabilizar ollas de barro y para la creación de tintes utilizados en textiles, cerámica y escritura. La tara también ha encontrado aplicaciones en la alimentación, la madera, como fuente de combustible y en la medicina, principalmente debido a las propiedades astringentes de sus vainas. En la actualidad, los usos más comunes, debido a su importancia económica, incluyen el uso de las vainas secas para la obtención de taninos utilizados en la curtiembre de cueros, así como el empleo de sus semillas para producir goma como aditivo en alimentos (Torre, 2018, p.6).

La característica distintiva de la tara en comparación con otros extractos vegetales es que, cuando se utiliza por sí sola en el proceso de curtido, produce una piel con un cuerpo blanco y resistente a la luz. Esto es especialmente valioso para los curtidores que desean lograr colores suaves y naturales utilizando métodos de curtido vegetal. La tara se destaca por su excelente resistencia a la luz, ya que los taninos que contiene son bastante resistentes a la oxidación, en parte debido a su baja cantidad de ácido gálico libre. Además, la tara tiene una alta proporción de taninos en comparación con otros componentes, lo que la convierte en uno de los extractos de tanino más astringentes disponibles en el mercado. Si bien esta propiedad es beneficiosa para la producción de pieles con una textura áspera o grano pronunciado, puede ser un inconveniente cuando no se tiene cuidado o atención en su aplicación (Martinez, 2017, p.45).

2.10 Proceso de Curtido

2.10.1 Etapa de Ribera

Los procesos de ribera abarcan una serie de procedimientos que combinan operaciones mecánicas, procesos químicos, cambios fisicoquímicos y la acción de enzimas. Su propósito principal es eliminar los componentes no adecuados de la piel, preparando así la estructura fibrosa del colágeno para la etapa de curtición. Algunos expertos consideran que la ribera concluye con la operación de piquel, pero dado que en muchas ocasiones esta última se lleva a cabo junto con la fase de curtición, la incluiremos en los procesos de curtido (Soler, 2002, p.15).

2.10.2 Remojo

El proceso de remojo implica la prehumectación de las pieles en una tina utilizando agua a 20°C, en la que se añaden antisépticos, tensoactivos y productos alcalinos. La duración de este tratamiento en la tina varía de 1 a 3 días, dependiendo del estado de conservación y grosor de las pieles secas. Posteriormente, las pieles húmedas se introducen en un tambor y se someten a un

proceso de secado en seco que dura varias horas. Durante este proceso, se utilizan productos como tensoactivos, enzimas o productos alcalinos. Se sumergen en un baño a una temperatura de 20°C con una cantidad de agua equivalente al 1000% del peso seco de las pieles, al cual se le añaden antisépticos. La duración de este remojo suele ser de 24 a 36 horas, dependiendo de la condición y el grosor de las pieles (Sttofel, 2003,p. 25).

2.10.3 Descarnado

El proceso de descarnado es esencial para eliminar los componentes no deseados de la piel y prepararla para los pasos posteriores en el proceso de curtido. Para llevar a cabo el descarnado, la piel se pasa a través de una máquina que consta de un cilindro de transporte y agarre, un cilindro neumático con garras y otro cilindro con cuchillas helicoidales afiladas. La piel se desplaza en dirección contraria al cilindro de cuchillas, que está configurado para presionar la piel y cortar solo el tejido conjuntivo subcutáneo, dejando la piel en condiciones adecuadas para el curtido. Luego de este proceso, se procede a recortar la piel en piezas más pequeñas, como cabezas y faldas, según lo requerido para su uso final. Las piezas se dividen en función de su espesor, y se seleccionan los descarnes (Castro, 2002,p. 23).

2.10.4 Piquelado

El proceso de piquelado implica sumergir la piel en un baño de agua con sal, con el objetivo de evitar que la piel se hidrate, y posteriormente se le añade ácido mineral. También es común utilizar un método de piquelado buffercado o tamponado, en el cual se agrega formiato de calcio o sodio antes del ácido mineral para ajustar el pH antes de la adición del ácido fórmico (Libreros, 2003,p. 96).

Ya sea que los cueros estén desgrasados o no después de la curtición, es necesario devolverlos a un estado de hidratación apropiado para el proceso de curtido. Además, se debe ajustar el pH de los cueros piquelados a un valor menos ácido, idealmente alrededor de pH 4, para que estén en condiciones óptimas para la curtición con extracto vegetal (Castro, 2002,p. 81).

2.10.4.1 Pelambre

Proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, efectuándose al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa

el mayor aporte de carga orgánica. Además de la presencia de sulfuro y cal, el efluente tiene un elevado pH (11 a 12) (Forcillo, 2015).

2.10.4.2 Desencalado

El desencalado es un proceso destinado a eliminar la cal y sustancias alcalinas del interior de la piel, lo que provoca el hinchamiento alcalino de la piel despojada de la epidermis. Por otro lado, el rendido implica el uso de enzimas proteolíticas para aflojar y suavizar la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se lleva a cabo una limpieza de la piel, eliminando grasas y proteínas no fibrosas, entre otros componentes (Sanchez, 2006,p. 45).

2.10.4.3 Descarnado

Este proceso implica la eliminación mecánica tanto de la grasa natural como del tejido conjuntivo, que son componentes fundamentales para las etapas subsiguientes del proceso de curtido (Cordero, 2016,p. 98).

2.10.4.4 Desengrase

La necesidad de eliminar la grasa se debe a los problemas que causa cuando está presente durante el proceso de fabricación y, sobre todo, a la calidad inferior del cuero resultante. Los motivos por los cuales la grasa representa un obstáculo en la adecuada fabricación del cuero se pueden categorizar en cuatro tipos principales: la grasa obstaculiza la interacción de cualquier producto con las fibras de la piel y su capacidad de penetración (Zaldivar, 2015,p. 67).

2.10.4.5 Purga enzimática

El rendido principalmente afecta la estructura de las fibras de la piel, pero también tiene efectos secundarios en la elastina, los restos de queratina de la epidermis y la grasa natural presente en la piel. Su función complementaria es eliminar las proteínas no estructuradas y limpiar la superficie de la piel, lo que se traduce en una piel más suave y elástica (Cordero, 2016,p. 99).

2.10.5 Etapa de piquelado

Este proceso implica sumergir la piel en una solución salina para prevenir la hidratación de la piel, seguido de la adición de ácido mineral. A menudo, se emplea el método de piquelado

tamponado, que consiste en agregar previamente formiato de calcio o sodio antes del ácido mineral. Esto resulta en una cantidad significativa de ácido en la solución, lo que tiene varios beneficios: facilita la rápida penetración de la sal de cromo curtiente en el interior de la piel, evitando así una curtición superficial y contribuyendo a obtener una superficie de cuero final más delicada y firme (Flores, 2008,p.79).

2.10.6 Etapa de Curtido

El proceso de curtido es un término general que se aplica a cueros y pieles que mantienen su estructura fibrosa natural y han sido tratados de tal manera que se vuelven resistentes a la descomposición, incluso cuando se exponen al agua. Aunque los curtientes minerales han sustituido en gran medida a los métodos tradicionales, estos últimos todavía se utilizan en la curtición y recurtición. Sin embargo, el valor del método de curtido vegetal no se limita a su capacidad de conservación, ya que también se basa en sus propiedades de plenitud, textura y elasticidad, que son efectos generados por este tipo de curtido y la forma en que se lleva a cabo el proceso (Cordero, 2016,p. 99).

2.10.7 Proceso de acabado en húmedo de las pieles

El cuero es una de las invenciones más antiguas de la humanidad y probablemente el primer material natural modificado químicamente por el ser humano. Se obtiene a partir de la conversión de cueros y pieles de animales mediante un proceso de curtido, que involucra una serie de operaciones mecánicas y químicas. Los procesos de acabado en húmedo son esenciales para dar al producto final sus características específicas, como la textura, la resistencia, el color, entre otros. Aunque la secuencia de estas operaciones suele seguir un patrón común y se equilibran en términos de contenido de agua, la carga contaminante se evalúa en el conjunto de todas las operaciones en su conjunto (Bermeo, 2006,p.145).

- División o corte: Consiste en separar el cuero en dos partes, la capa superior (llamada lado flor) y la capa inferior (cama delado) de la piel.
- Raspado: Para dar una textura definida y homogénea al cuero.
- Recortes: Durante esta etapa, se eliminan las partes del cuero que no se utilizarán en el proceso posterior, lo que resulta en recortes de cuero terminado que pueden ser utilizados en otras aplicaciones.

2.10.8 Procesos húmedos de post-curtición

Este proceso se centra en la modificación de colágeno previamente estabilizado para ajustarlo a un producto específico. Comprende una serie de pasos, que incluyen neutralización, recurtido, tintura y lubricación del cuero. En este método, se emplean sales inorgánicas distintas del cromo y curtientes sintéticos como los sintanos. Para la tintura, se utilizan tintes de anilina que, a pesar de carecer de olor, requieren altas temperaturas y proporcionan una variedad de colores al cuero (Bermeo, 2006,p. 146).

2.10.8.1 Secado y acabado

Después de someter las pieles a un proceso de recurtido, se procede a secarlas y desengrasarlas para eliminar el exceso de humedad. También se estiran y preparan para su posterior secado. El proceso de acabado involucra una serie de operaciones mecánicas que se realizan en el lado del grano y en la epidermis, seguidas de la aplicación de una capa de acabado. Esta capa de acabado puede estar compuesta por anilina o pigmento disperso en un aglutinante, que suele ser caseína o un polímero como acrílico o poliuretano. La aplicación se lleva a cabo utilizando fieltro, pistola o rodillo (Boccone, 2017,p. 124).

2.10.8.2 Engrasado

Las etapas iniciales antes del proceso de curtido del cuero, como el depilado y la purga, eliminan la mayoría de los aceites naturales presentes en la piel. Independientemente del tratamiento previo que se aplique a la piel durante el proceso de curtido, al finalizar este proceso, el cuero carece de lubricantes suficientes para evitar que se seque. Como resultado, el cuero curtido suele ser rígido, poco flexible y con una sensación desagradable al tacto. En su estado natural, las pieles tienen una textura agradable y flexibilidad debido a su alto contenido de agua, que constituye alrededor del 70 al 80% de su peso total (Lultes, 2003,p. 89).

2.10.8.3 Planchado y clasificación

Se emplean distintas máquinas en función del tipo de acabado que se desea lograr. Estas máquinas pueden ser de tipo hilado, de sobremesa o prensada, y cada una proporciona un acabado que puede variar desde brillante hasta satinado. Después de esta operación, se procede al planchado de la piel. Para llevar a cabo esta actividad, es necesario utilizar vapor para generar vapor condensado (Soler, 2002,p.89).

2.11 Exigencias del cuero para vestimenta

Las demandas de calidad para el cuero destinado a prendas de vestir se detallan de la siguiente manera:

- **Resistencia al rasgado:** Es de suma importancia para prevenir roturas en las prendas durante su uso y en el proceso de limpieza en seco. Una resistencia insuficiente puede dar lugar a desgarros en las costuras, posibles desgarrones en los ojales de los botones y el riesgo de que las áreas de la piel que han sido excesivamente adelgazadas se rasguen.
- **Solidez al frote:** Es un aspecto relevante para evitar la transferencia de suciedad a otros materiales, especialmente en los puños y cuellos de las camisas. En el caso de prendas que necesiten forro, también se verifica la solidez desde el lado de la carne. Algunas situaciones de baja calidad se observan en cueros aterciopelados debido a que, tras el proceso de esmerilado, quedan atrapadas entre las fibras que permanecen adheridas al cuero restos de fibras desprendidas, creando una fina pelusa que puede ser vista con una lupa. Con el roce, esta pelusa se desprende y se transfiere a los materiales en contacto, ensuciándolos, como si la tintura se desprendiera.
- **Capacidad de lavado en seco:** Es un requisito esencial, especialmente en el caso de prendas afelpadas. Las empresas especializadas en limpieza y restauración tratan en mayor medida las prendas de tipo afelpado debido a su exposición a la suciedad, ya que están menos protegidas que las pieles lisas.
- **Repelencia al agua, evaluada mediante el ensayo de la gota de agua:** A menudo surgen preocupaciones cuando las pieles de confección no han recibido un tratamiento repelente al agua. Este ensayo se realiza de acuerdo con el estándar IUF 420 y consiste en determinar el tiempo que una gota de agua tarda en penetrar en la superficie del cuero. Después de que la piel se ha secado, se examina si se ha formado algún halo, mancha, cambio de color, hinchazón o pérdida de brillo en la zona donde se depositó la gota.
- **Solidez a la luz:** Se refiere a la resistencia de las pieles al efecto del sol y la luz, ya que la exposición a la luz puede causar decoloración en las pieles con una solidez deficiente.
- **Lavabilidad en medio acuoso:** Esta propiedad no es aplicable a todas las pieles, pero es esencial para los pequeños elementos decorativos de piel que se utilizan en algunas prendas textiles, como las de punto, que se lavarán junto con los materiales textiles en condiciones domésticas. Es importante considerar la posibilidad de que el colorante se desprenda y manche otras partes de la prenda (Carvajal, 2018,p.31).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental se ejecutará en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, a una altitud de 2.754 msnm, y una longitud oeste de 78° 28' 00'', y una latitud sur de 01° 38' 02'' y el tiempo de duración fue de 70 días.

3.2 Unidades experimentales

Para efectuar el presente estudio se realizó con 12 pieles caprinas de animales adultos que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

3.3 Materiales, equipos e insumos

3.3.1 *Materiales*

- 12 pieles caprinas
- Overol
- Percheros
- Baldes de distintas dimensiones
- Mascarillas
- Botas de caucho guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Mesas
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Tableros para el estacado
- Clavos
- Cilindro de gas
- Probeta
- Abrazaderas

- Pinzas sujetadoras de probetas
- Rótulo
- Martillo
- Sillas
- Frascos

3.3.2 Equipos

- Saranda
- Equipo para medir tensión y elongación
- Balanza
- Termómetro
- Cronómetro
- Computadora
- Bombos de remojo curtido y recurtido
- Máquina raspadora
- Bombos de teñido

3.3.3 Insumos

- Cloruro de sodio.
- Formiato de sodio.
- Sulfuro de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Tara.
- Ríndente.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Anilinas catiónicas.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.

- Recurtiente neutralizante.
- Cal.
- Coro.
- Tensoactivo.
- Bisulfito.
- Basificante.
- Mimosa.
- Ester fosfórico.
- Glutaraldehído.

3.4 Tratamiento y diseño experimental

Para la presente investigación de curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de Tara (*Caesalpinia spinosa*) y glutaraldehído, para cuero destinado para vestimenta, se utilizaron 12 pieles caprinas utilizando tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, con el que se manejó un Diseño Completamente al Azar Simple, para la determinación de la significancia se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo.

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

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

3.4.1 Esquema del experimento

En la tabla 1-3 se indica el esquema del experimento que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 1-3: Esquema del experimento

| Tara % | Código | Repeticiones | T.U.E | Rep/Trat |
|------------------------|---------------|---------------------|--------------|-----------------|
| 8 | T1 | 4 | 1 | 4 |
| 10 | T2 | 4 | 1 | 4 |
| 12 | T3 | 4 | 1 | 4 |
| Total de pieles | | | | 12 |

TUE. Tamaño Unidad Experimental

Realizado por: Carua, Liceth, 2023

3.5 Mediciones experimentales

Las medidas experimentales que se consideraron para la presente investigación fueron:

3.5.1 Mediciones físicas

- Resistencia a tensión (N/cm²).
- Porcentaje de elongación (%).
- Prueba de encogimiento (°C).

3.5.2 Evaluación sensorial

- Llenura (puntos).
- Finura de la flor (puntos).
- Curvatura del cuero (puntos)

3.5.3 Variables económicas

- Relación Beneficio/costo

3.6 Técnicas estadísticas

Las técnicas estadísticas utilizadas en la presente investigación se describen a continuación:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferencias.
- Separación de medias (P<0,05) a través de la prueba de Tukey.

- Prueba de Kruskal-Wallis para variables sensoriales
- Análisis de regresión y correlación
- Análisis económico a través del indicador beneficio/costo.

En la tabla 2-3, se describe el esquema del Análisis de varianza ADEVA.

Tabla 2-3: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------------|---------------------------|
| Total | 11 |
| Tratamientos | 2 |
| Error Experimental | 9 |

Elaborado por: Carua, Liceth, 2023.

3.7 Procedimiento experimental

Para la presente investigación se utilizó 3 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los tratamientos; es decir un total de 12 pieles y se procede de la siguiente manera.

3.7.1 Recepción de pieles

Las pieles caprinas fueron adquiridas en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

3.7.2 Remojo

Se comenzó pesando las pieles de cabra en su estado fresco. Con base en este peso, se procedió a preparar un baño utilizando el 300% de agua a temperatura ambiente luego se añadió 0,01 % de cloro y un 0,5% de tensoactivo mezclando homogéneamente esta solución se dejó en un recipiente por 12 horas, se eliminó el baño del proceso.

3.7.3 Pelambre por embadurnado

Se continuó pesando las pieles y con este peso se prepararon las pastas utilizadas para embadurnar y depilar. Estas pastas consistieron en una mezcla de un 3% de sulfuro de sodio y un 3,5% de cal disueltos en un 5% de agua a una temperatura de 40°C. Luego se aplicó esta pasta en el lado de

la carne de las pieles, las cuales se dejaron reposar durante 12 horas. Después de este período de reposo, se procedió a retirar manualmente el pelo de las pieles.

3.7.4 Pelambre en bombo

Se procedió a retirar el pelo de las pieles, se pesó nuevamente las pieles sin pelo. Basándose en este nuevo peso, se preparó un baño utilizando un 100% de agua a una temperatura de 25°C a este baño se le agregó un 0,7% de sulfuro de sodio y se puso en marcha el tambor rotatorio a una velocidad de entre dos y cuatro revoluciones por minuto durante 30 min, transcurrido este tiempo se añadió 0,7% de sulfuro de sodio rodar 30 min seguidamente se añadió 0,5% de cloruro de sodio y 0,5% de sulfuro de sodio rodar 10 min después se añadió 1% de cal, 50% de agua a 25°C y 0,5% de sulfuro de sodio y se puso en marcha el tambor por 30 min luego se colocó 1% de cal rodar por 30 min después se puso 1% de cal y se reposo por 3 horas posteriormente se dejó en reposo durante 20 horas y finalmente se eliminó el agua del baño.

3.7.5 Descarnado

A continuación, se colocó 200% de agua a una temperatura de 25°C seguidamente se añadió 0,2% de bisulfito de sodio se puso en marcha el tambor rotatorio por 30 min finalmente se botó el baño.

3.7.6 Desencalado

Se preparó el baño utilizando un 100% de agua a 30°C, junto con un 1% de bisulfato de sodio se procedió a rodar por 30 min continuamente se añadió 1% de formiato de sodio y un 0,1% de producto rindente se hizo girar durante 60 minutos posteriormente se colocó 0,02% de producto rindente durante 10 minutos. Finalmente, se desechó el baño y se lavaron las pieles con un 200% de agua a una temperatura de 25°C durante 20 minutos, y se eliminó el baño.

3.7.7 Piquelado 1

Posteriormente se preparó un baño con el 60% de agua a una temperatura ambiente, y se añadió el 10% de cloruro de sodio y rodo por 10 minutos luego se añadió el 1% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso y dividido en tres partes. Se puso la primera y la segunda parte por un lapso de 30 minutos y la tercera parte por 60 min, seguidamente se añadió el 1% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso y dividido en tres partes. Se puso la primera y la segunda parte durante 30 min cada una la tercera parte se colocó durante 60 min, finalmente se botó el baño.

3.7.8 Desengrase

Se preparo el baño con 100% de agua a 30°C junto con 2% de tensoactivo y 4% de diesel procediendo a rodar durante 60 min y continuamente botar el baño, se preparó un baño con 100% de agua a 35°C añadir 1% de tensoactivo se rodó el bombo por 40 min posteriormente botar el baño se procede a lavar con 200% de agua al ambiente por 20 min finalmente se botó el baño.

3.7.9 Piquelado 2

Seguidamente se preparó un baño con el 60% de agua a una temperatura ambiente, y se añadió el 10% de cloruro de sodio y rodo por 10 minutos luego se añadió el 1% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso y dividido en tres partes por un lapso de 30 minutos, seguidamente se añadió el 1% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso y dividido en tres partes. Se puso cada uno de las partes durante 30 min se dejó reposar durante 12 horas posteriormente se rodó durante 10 min.

3.7.10 Curtido

Se procedió a añadir 4% de glutaraldehído se dejó rodar durante 60 min y se añadió los diferentes niveles de tara es decir 8% para el tratamiento T1, 10% para el tratamiento T2, y 12% para el tratamiento T3 y se rodó el bombo durante 60 minutos, continuamente se añadió el 0,3% de basificante diluido 10 veces su peso y dividido en tres partes se colocó la primera y la segunda parte por un lapso de 60 minutos y la tercera parte durante 5 horas posteriormente se añadió 100% de agua a 60°C rodando durante 30 min finalmente botando el baño y perchando los cueros por un lapso de 24 horas por lo cual se realizó el raspado a 0,9 mm.

3.7.11 Remojo

Ya disminuido el grosor se pesó nuevamente y se lavó con 200% de agua a 25°C más el 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.

3.7.12 Recurtido catiónico

Nuevamente se preparó otro baño con el 80% de agua a 40°C más el 3% de sulfato de aluminio, 3% de mimosa y 2% de glutaraldehído, se rodó durante 40 min posteriormente botando el baño.

3.7.13 Neutralizado

Se preparo un baño con el 100% de agua a 40°Cmas 1: de formateo de sodio se dejó rodar por 30 min seguidamente se colocó 2% de recurtiente neutralizante, se rodó por 60 min posteriormente se botó el baño. Se lavó con el 300% de agua a 40°C y se rodó por 40 min continuamente se botó el baño.

3.7.14 Recurtido aniónico

Se preparo un baño de 50% de agua a 40°C más 2% de recurtiente dispersante y 2% de anilina negra, rodo por 10 min posteriormente se añade 4% de mimosa más 2% de rellenante de falda y 3% de resina acrílica diluido en 10 veces su peso se rodó por 60 min.

3.7.15 Engrase

Se coloca 150% de agua a 70°C más 12% de ester fosfórico, 6%de parafina sulfurosa y 2% de aceite de lanolina, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso, rodo por 60 minutos.

3.7.16 Fijación de la anilina

Se añadió el 0,75% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso se rodó por 10 minutos y nuevamente se colocó el 0,75% de ácido fórmico diluido 10 veces su peso se rodó por 10 minutos,2% de sulfato de aluminio rodo 20 minutos continuamente se añadió 2% de mimosa rodo por 20 minutos, se eliminó el baño y procedió al lavado con 200% de agua al ambiente rodo por 20 minutos, continuamente se botó el baño y se percho por 24 horas.

3.7.17 Aserrinado, ablandado y estacado

Posteriormente se humedeció ligeramente los cueros de caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con el propósito de que absorbieran humedad y adquirieran una textura más suave. Este proceso se dejó en marcha durante 24 horas. Luego los cueros de suavizaron y se estiraron cuidadosamente a lo largo de todos sus bordes, asegurándolos con clavos mientras se estiraban

gradualmente en un tablero de madera. Se mantuvieron de esta manera durante un día, y posteriormente se retiraron los clavos y se recortó los bordes.

3.7.18 Pintado

Se preparó una mezcla compuesta por 100gr de complejo metálico pardo, 5gr de pigmento negro, 5gr de pigmento rojo 25gr de cera, 150gr de ligante de partícula fina, 100gr de ligante de partícula media, 15gr de penetrante, 575 gr de agua. Se llevaron a cabo tres repeticiones por cada cuero, con un período de secado de 10 minutos entre cada repetición. Se usó la técnica en cruz para el sopleteado.

3.7.19 Lacado Final

Para los 3 tratamientos se procedió a la aplicación de una mezcla de 500 gr de hidrolaca 25gr de cera de tacto, 20gr de penetrante y 455 gr de agua 12 pieles. Esta aplicación se realizó utilizando la técnica de sopleteado en forma de cruz.

3.8 Metodología de evaluación

3.8.1 Análisis de resistencias físicas

Resistencia a la tensión (N/cm^2)

La norma internacional IUP-6 establece un método para determinar la resistencia a la tensión y el porcentaje de elongación de cualquier tipo de piel. Para ello, se utiliza una pieza de prueba, llamada probeta, que se extiende a una velocidad constante hasta que se rompe o hasta que alcanza una fuerza predeterminada. La resistencia a la tensión se mide como la fuerza máxima que puede soportar la probeta antes de romperse. El porcentaje de elongación se mide como la cantidad de estiramiento que experimenta la probeta antes de romperse.

La resistencia a la tensión se calcula con la siguiente formula:

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

donde:

R = resistencia a la tensión (N/cm^2);

C = fuerza más alta registrada, en newtons (N);

A = ancho medio de la probeta, en centímetros (cm);

E = espesor medio de la probeta, en centímetros (cm).

Porcentaje de elongación (%)

El ensayo de elongación se emplea con el propósito de evaluar la capacidad del cuero para resistir las tensiones que experimenta en situaciones de uso práctico, especialmente en aplicaciones que implican costuras, ojales y cualquier elemento con orificios o entalladuras sujetos a tensiones. En las directrices de calidad de la mayoría de los productos de cuero, se especifica que deben cumplir con ciertos valores mínimos de elongación (Miranda, 2023,p. 21).

El procedimiento fue el siguiente:

- Se tomaron las muestras de cuero y se midió su longitud utilizando una regla.
- Se fijaron las muestras en las mordazas, tras lo cual se midió la longitud inicial con un distanciómetro láser. Se aplicó presión mediante el control ascendente hasta que la muestra estuvo ligeramente estirada. Posteriormente, se extendieron los extremos de la muestra hasta que se rompió, y se registraron tanto la longitud final como la diferencia en las mediciones indicada por el distanciómetro (Palango, 2023,p. 26).

$$E = \frac{m_f - m_i}{L_0} \times 100$$

Donde:

E porcentaje de elongación, (%);

m_f valor del medidor final;

m_i valor del medidor inicial;

L_0 longitud inicial de la probeta

Temperatura de encogimiento (°C)

La temperatura en la que se produce una contracción perceptible al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso. Este ensayo es aplicable a cualquier tipo de cuero con una temperatura de contracción por debajo de los 100°C. Cuando se somete una tira de cuero al calentamiento en agua, se produce una contracción súbita a una temperatura que es característica de su proceso de curtición. Esta temperatura se denomina temperatura de contracción.

Procedimiento

- En un recipiente alto con una capacidad de 1,000 cm³, el cual debe contener agua destilada o una mezcla de glicerina con agua a razón de 75% de glicerina y un 25% de agua.
- Se introdujeron en el vaso el agitador, el calentador, y el termómetro, y se ajustó la temperatura a $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- Se realizaron ensayos con al menos dos muestras o probetas sin acondicionar previamente.
- Se aseguró la muestra en la mordaza inferior y se ajustó la mordaza superior móvil (M1) a una distancia de 65 mm por encima de la fija.
- Se conectó la mordaza móvil al dispositivo indicador.
- La muestra sujeta entre las dos mordazas se sumergió completamente en el medio líquido, y se activó el agitador para permitir que el líquido penetrara en la muestra.
- Se aplicó el contrapeso y se ajustó el dispositivo indicador al cero o a otro punto de referencia.
- Se mantuvo la agitación constante mientras se calentaba el medio líquido, con un aumento de temperatura de 3 a 5 grados por minuto.
- Se registró la temperatura del medio líquido en grados Celsius en el momento en que la probeta comenzó a contraerse, después de un ligero hinchamiento inicial (INEN 562, 2013,p.4).

3.8.2 *Análisis Sensorial*

Se llevaron a cabo los análisis sensoriales que se basaron en la evaluación de los sentidos para determinar las características de cada cuero caprino. Se les asignó una puntuación en una escala de 5 (Excelente), 4 (Muy Buena), 3 (Buena), 2 (Regular) y 1 (Baja) en aspectos como llenura, finura de la flor, curvatura del cuero.

3.8.2.1 *Llenura*

La llenura fue una evaluación sensorial realizada por el juez calificador, quien observó inicialmente la superficie total del cuero para identificar las áreas con mayor y menor llenura. Esta evaluación permitió calificar la capacidad de las fibras compactas para descompactarse durante el secado y determinar si las fibras que habían experimentado retracción volvían a su posición original.

3.8.2.2 *Finura de la Flor*

La finura de la flor se evaluó utilizando los sentidos de la vista y del tacto. El propósito fue determinar si la capa superficial se encontraba completamente unida al colágeno de la piel, formando un complejo homogéneo entre el curtiente y el entramado fibrilar esto permitió observar

si el cuero presentaba una apariencia natural adecuada o si se formaba una capa excesivamente suave o muy áspera y rugosa.

3.8.2.3 Curvatura del cuero

Para evaluar la flexibilidad del cuero, se realizó un examen manual en el que se doblaba el cuero repetidamente entre los dedos. El objetivo era determinar la capacidad del cuero para curvarse sin romperse o agrietarse. Para el calzado femenino, esta característica es importante porque contribuye a la comodidad y al estilo. Un cuero flexible permite que el calzado se amolde al pie y se mueva con naturalidad, lo que resulta más elegante y femenino.

3.8.3 Análisis económico

Se evaluó el valor Beneficio/Costo como indicador económico para medir los resultados de cada tratamiento, adaptándolo según la aplicación específica de cada uno.

Se cálculo de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (\$)}}{\text{Egresos totales (\$)}}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Características físicas de los cueros caprinos aplicando diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído para vestimenta.

4.1.1 Resistencia a la tensión (N/cm²)

En la evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) debido a la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con un 4% de glutaraldehído, destacándose las respuestas más elevada cuando las pieles caprinas fueron curtidas con un 8 y 12% de tara, registrando valores de 6990,42 y 4251,25 N/cm² respectivamente en contraste, la resistencia a la tensión más baja se observó en las pieles del 10% de tara, con un resultado de 4251,25 N/cm², tal como se representa en el tabla 1-4.

Tabla 1-4: Análisis de las características físicas de las pieles caprinas curtidas con distintos niveles de Tara en combinación con el 4% de glutaraldehído para vestimenta.

| Parámetros | Niveles de Tara | | | *EE | *Prob. |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|---------|--------|
| | 8% | 10% | 12% | | |
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | 6990,42 a | 4251,25 a | 7927,97 a | 1431,53 | 0,2230 |
| Porcentaje de elongación (%) | 86,43 a | 57,86 ab | 67,86 b | 9,29 | 0,0161 |
| Temperatura de encogimiento (°C) | 81 a | 80,5 a | 80,25 a | 1,35 | 0,9239 |

E.E.: Error estándar.

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

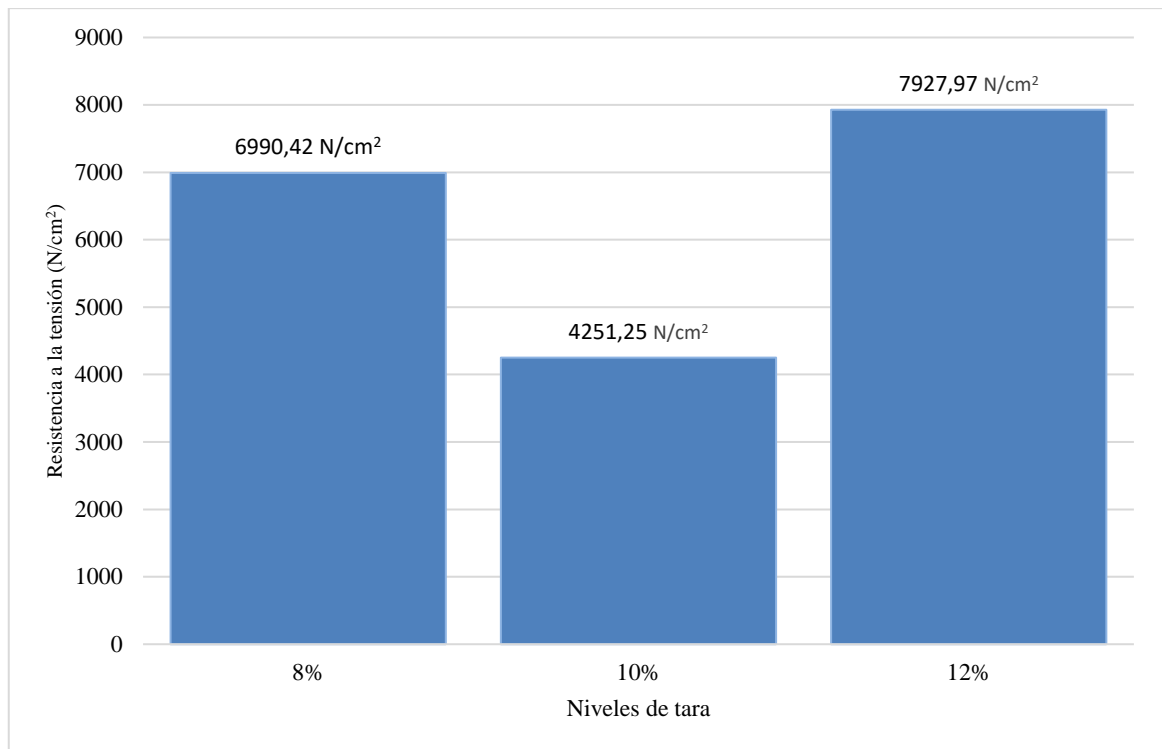


Ilustración 1-4: Resistencia a la tensión del cuero caprino con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

Al emplear un 12% de tara como agente curtiente, se logró fortalecer la estructura fibrilar de las pieles caprinas, los taninos presentes en la tara son de naturaleza pirogálica y pueden someterse a hidrólisis mediante ácidos y enzimas este proceso refuerza la estructura de la piel y contribuye a aumentar la resistencia a las fuerzas externas aplicadas durante la fase de armado del artículo final, esta mejora la resistencia sugiere un impacto positivo en la durabilidad y la calidad general de los productos de vestimenta confeccionados a partir de estas pieles.

Los resultados de la resistencia a la tensión reportados son mayores al rango establecido por la norma técnica IUP 6 (2002), la cual indica que la resistencia a la tensión óptima debe oscilar entre 800 y 1500 N/cm². Es importante destacar que los resultados de los tres tratamientos en esta investigación superan estos parámetros, indicando que las pieles tratadas con tara en combinación con glutaraldehído exhiben una notoria robustez en términos de resistencia física.

Los resultados de resistencia a la tensión de los cueros caprinos superan las cifras proporcionadas por (Pilamunga, 2017, p. 51), quien al curtir pieles caprinas con el 14% de tara en combinación con ácido oxálico obtuvo una resistencia a la tensión de 3297,90 N/cm². Asimismo, los resultados también superan los informados por (Altamirano, 2017, p. 50), que al curtir pieles caprinas con la combinación de tara más un tanino sintético, obteniendo una resistencia de 3381,52 N/cm², en

una perspectiva diferente, (Guachamin, 2019,p. 51), al realizar el análisis estadístico de la resistencia a la tensión mediante la incorporación en la fórmula de curtido de diversos niveles de tara junto con un porcentaje constante de glutaraldehído (4%), concluyó que las tensiones más elevadas se observan al llevar a cabo el curtido con un 9% de tara, resultando en una tensión de 2097,97 N/cm².

4.1.2 Porcentaje de elongación

En el análisis de porcentaje de elongación de los cueros caprinos, se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre medias de los tratamientos debido a la curtición con distintos niveles de tara en combinación con un porcentaje constante de glutaraldehído (4%) en la fórmula de curtido, se observan los resultados más favorables al curtir las pieles con un 8 y 12% de tara , con 86,43 y 67,86 % respectivamente, mientras que las cifras más bajas se observaron en las pieles caprinas curtidas con 10% de tara reportando un porcentaje elongación de 57,86%, lo que se deduce numéricamente es que, al emplear niveles más altos de curtiente, el porcentaje de elongación del cuero disminuye. Es decir, el cuero tiene menos capacidad de alargarse fácilmente sin romper el tejido fibrilar y de retornar a su forma original sin perder su resistencia. tal como se muestra en la tabla 1-4.

En el análisis de regresión para el porcentaje de elongación que se ilustra en la ilustración 2-4; se reportó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P = 0,0161$) entre medias, es decir que partiendo de un intercepto de 90,06, la resistencia al desgarre aumenta por cada unidad de cambio en el nivel de tara aplicado a la receta de curtido y un porcentaje que se mantiene constante de glutaraldehído, con un coeficiente de determinación (R^2) 52,67 % el cual determina que el porcentaje de elongación depende de los niveles de tara utilizados, mientras que el 47,33% restante corresponden a otros factores no estudiados en esta investigación. La correlación que se obtuvo entre la variable porcentaje de elongación y los niveles de tara empleados con la implementación de un porcentaje constante de glutaraldehído, fue una correlación positiva alta de ($r = 0,72$), por lo que al aumentar los niveles de tara en la receta de curtido el porcentaje de elongación disminuye de una manera altamente significativa ($P < 0,01$).

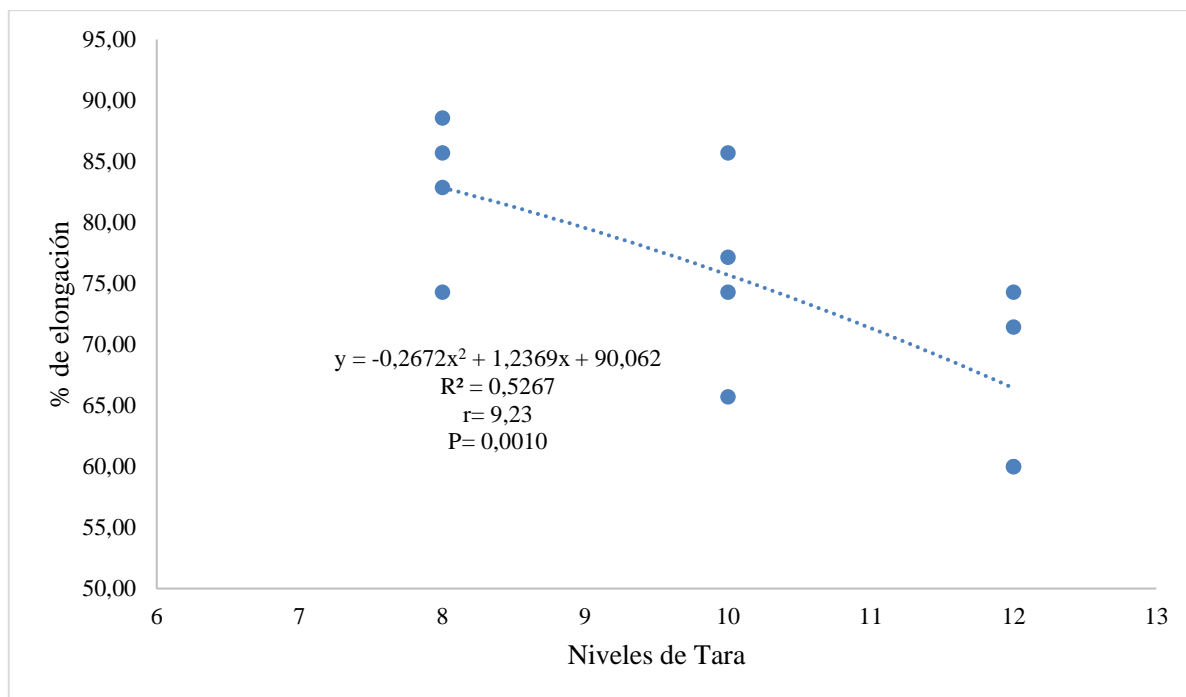


Ilustración 2-4: Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

La incorporación del 8% de tara junto con el glutaraldehído mejora las propiedades de elongación. Este fenómeno se explica en base a (Hidalgo, 2018, p. 22), quien señala que la elasticidad inherente a las pieles curtidas se atribuye al tipo de enlace formado y a su ubicación en el plano. Este aspecto permite que, al aplicar fuerzas de estiramiento, las moléculas puedan moverse normalmente sin generar fricción entre ellas, evitando así el desgarro de la piel. Esta característica es típica de la curtición vegetal y posibilita su aplicación en pieles que requieran esta propiedad de elasticidad

Los valores registrados para el porcentaje de elongación cumplen con las directrices de calidad establecidas por la Asociación Española en la Industria del Cuero, conforme a la norma técnica IUP 6 (2002), que sugiere una elongación en el rango del 40 al 80%. Se observa que, al emplear distintos niveles de tara, se cumple con los requisitos establecidos por esta normativa, considerándose cueros poseedores de un buen moldeado o curvatura., siendo más notable al emplear un 8% de tara, los resultados de elongación obtenidos en este estudio son similares en comparación con los valores reportados por (Altamirano, 2017, p. 52) quien curtió pieles caprinas con la combinación de tara más un tanino sintético en su análisis de varianza el cual se exhibe la máxima elongación, con una media de 79,06% se destaca que las pieles sometidas a curtición vegetal, brindan mayor fortaleza tanto en resistencia al desgarro como a la tracción, además de una calidad superior en cuanto a la apariencia de la flor, en comparación con las pieles tratadas mediante curtición al cromo, al cotejar los resultados del porcentaje de elongación obtenidos en

esta investigación con los registrados por (Pilamunga, 2017,p. 54), quien al curtir pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de tara y ácido oxálico anotó un porcentaje de elongación del 70%, se observa que los resultados obtenidos en este estudio, con valores de 79,39%, son semejantes. En un contexto diferente, (Palango, 2023,p. 31) que al curtir pieles caprinas con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio informó una elongación del 61,75% lo cual obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en este estudio.

4.1.3 *Temperatura de encogimiento*

Los valores medios de la variable temperatura de encogimiento en las pieles caprinas no revelaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) al emplear diversos niveles de tara en conjunto con un 4% de glutaraldehído. Se observó que el cuero exhibe una mayor resistencia al encogimiento a temperaturas elevadas cuando se lleva a cabo la curtición con un 8% de tara, alcanzando una respuesta de 81°C. Comparativamente, las respuestas obtenidas al curtir las pieles con un 10% con valores de 80,5°C mientras que la temperatura más baja a la cual se encogen las pieles caprinas fue el 12% de tara con 80,25°C. En otras palabras, al utilizar porcentajes más bajos del agente curtiente vegetal tara (12%), las pieles son capaces de resistir temperaturas de contracción más altas, volviendo fácilmente a su estado inicial sin experimentar pérdida de área, tal como se muestra en el ilustración 3-4.

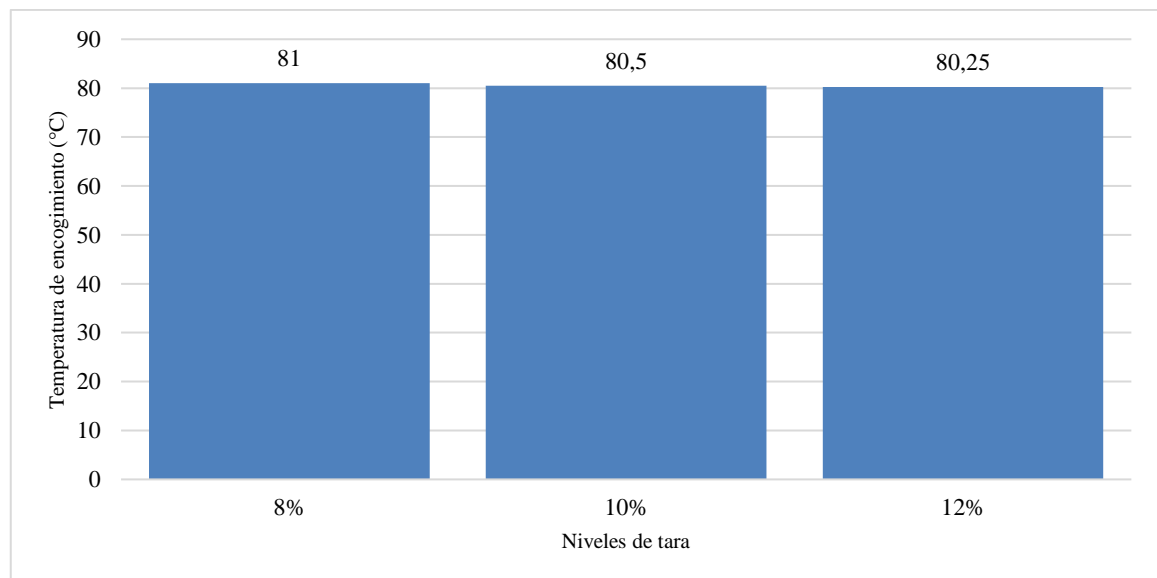


Ilustración 3-4: Temperatura de encogimiento del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

Realizado por: Carua, Liceth.2023.

Los valores registrados en el presente estudio cumplen con los estándares de calidad establecidos por la IUP 16 de la (Asociación Española de la Industria del Cuero, 2002, p. 1) establece el procedimiento para determinar la temperatura de encogimiento en cueros, aplicable en el comercio y la fabricación de cueros de cualquier tipo. El propósito de la prueba es identificar la temperatura a la cual comienza el encogimiento de una muestra de cuero, ubicada en un medio acuoso, después de haber experimentado hinchamiento. Esta norma establece $\leq 100^{\circ}\text{C}$ permisible para que el cuero resista antes de experimentar un encogimiento total, y debe ser capaz de revertirse a su estado normal sin pérdida de superficie.

Este concepto es respaldado por las afirmaciones de (Artigas, 2007,p. 60), quien explica que la dilatación térmica se refiere al aumento en longitud, volumen u otra dimensión métrica experimentado por un cuerpo físico debido al incremento de temperatura provocado por cualquier medio. Por otro lado, la contracción térmica implica la reducción de las propiedades métricas debido a una disminución en la temperatura. Los cambios en las propiedades, influenciados por condiciones climáticas variables y especialmente por el calor seco, limitan la utilidad del cuero curtido con taninos vegetales. No obstante, se observa un aumento en la resistencia al calor al combinar taninos vegetales con curtientes minerales como el cromo.

La información recabada en esta investigación revela resultados superiores en comparación con los obtenidos por (Pilamunga, 2015, p. 72). al emplear un 7% de Tara en combinación con Granofin F90 durante el proceso de curtido obtuvo valores de temperatura de encogimiento de $82,8^{\circ}\text{C}$. En consecuencia, los resultados de esta investigación respaldan la viabilidad y eficacia de la combinación de extractos vegetales y glutaraldehído en el proceso de curtido, destacando su potencial para elevar la calidad del cuero y, por ende, su idoneidad para la confección de vestimenta de alta calidad, mientras que (Rodríguez, 2015, p. 58) al utilizar tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles caprinas obtuvo valores superiores a los de este estudio reporto una temperatura de encogimiento de $87,50^{\circ}\text{C}$ en el transcurso del proceso de curtido con el 9% de tanino sintético.

4.2 Características sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con 4% de glutaraldehído.

Los resultados de las pruebas sensoriales realizadas en los cueros caprinos destinados a la producción de artículos para vestimenta, donde se utilizó diferentes niveles de tara se muestran a continuación en la tabla 4-2.

Tabla 2-4: Características sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

| Parámetros | Niveles de Tara | | | *H | *Prob. |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|------|--------|
| | 8% | 10% | 12% | | |
| Llenura (puntos) | 1 | 3,5 | 5 | 8,95 | 0,0010 |
| Finura de la flor (puntos) | 5 | 4 | 1,5 | 7,04 | 0,0095 |
| Curvatura del cuero (puntos) | 1,5 | 3,5 | 5 | 8,65 | 0,0016 |

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

Realizado por: Carua Liceth,2023.

4.2.1 Llenura

El análisis estadístico de la evaluación de la llenura de cueros caprinos destinados a la fabricación de vestimenta reveló diferencias significativas ($P > 0.05$). Estas diferencias fueron determinadas mediante el criterio de Kruskal Wallis, considerando el tipo de agente curtiente tara. Se observaron medianas más elevadas con el 12% de tara con una puntuación de 5 puntos y una calificación de excelente, posteriormente se obtuvo medianas de 3,5 puntos al curtir con el 10% de tara obteniendo así una calificación de buena. Y finalmente los resultados más bajos se registraron en los cueros al curtir con el 8% de tara, con medianas de 1 puntos y una calificación considerada baja, como se ilustra en la tabla 4-2.

En el análisis de regresión de la variable llenura, tal como se muestra en la ilustración 4-4, se identificó una tendencia cuadrática significativa ($P = 0,0010$). Esto indica que, partiendo de un intercepto de -11,75 puntos, aumenta por cada cambio en el nivel de tara aplicado a la receta de curtido, manteniendo constante el porcentaje de glutaraldehído. El coeficiente de determinación (R^2) de 85,30% sugiere que la llenura está fuertemente influenciada por los niveles de tara utilizados, mientras que el 14,70% restante se atribuye a otros factores no abordados en esta investigación.

La correlación obtenida de la llenura y los niveles de tara, al implementar un porcentaje constante de glutaraldehído, reveló una correlación positiva significativa y alta ($r = 9,23$). Esto indica conforme se incrementan los niveles de tara, se observa una tendencia de aumento de la variable llenura ($P < 0,01$).

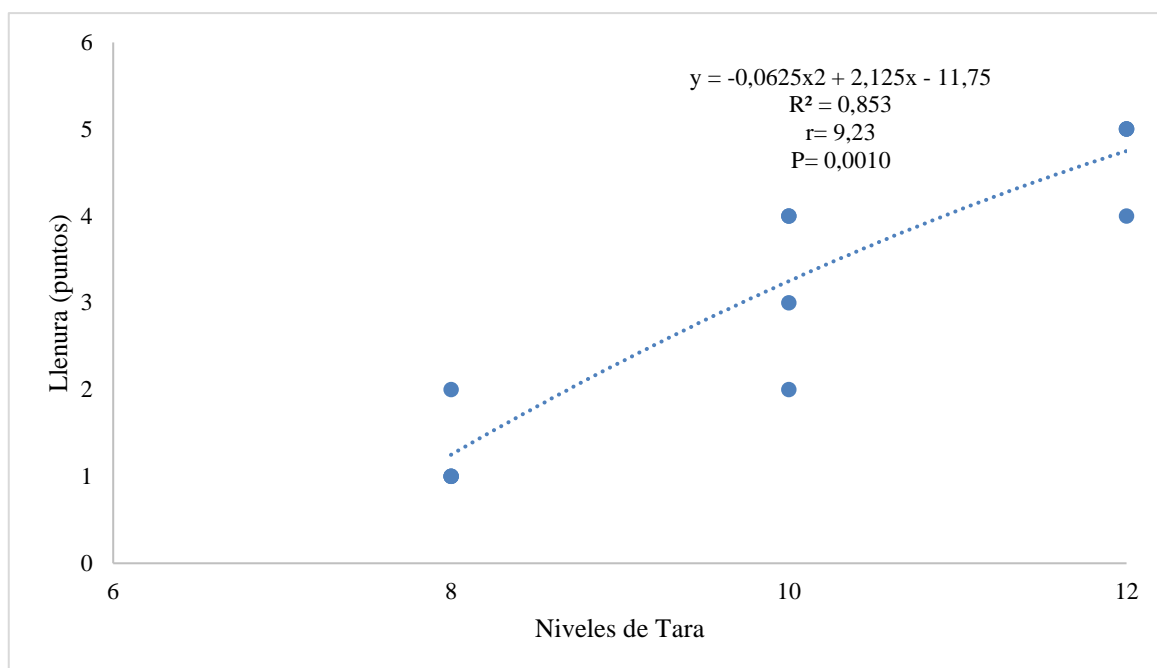


Ilustración 4-4: Llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

Al emplear concentraciones más altas de curtiente tara se logra mejorar la sensación de plenitud en los cueros caprinos. Este efecto se debe a la reducción de espacios interfibrilares, facilitada por la atracción intensa del enlace electrovalente con los grupos aminos y el colágeno. Además, las partículas de la molécula de la tara, debido a su tamaño, se posicionan de manera precisa entre las fibras de colágeno, llenando los espacios interfibrilares de manera efectiva y mejorando la evaluación de la plenitud. Sin embargo, los fabricantes de artículos de vestir no desean cueros con condiciones no ideales, ya que prefieren cueros completamente limpios y ligeros. El aumento en los niveles de tara durante el proceso de curtido disminuirá las condiciones óptimas para los artículos de vestir. En contraste, la reducción de los niveles de tara en el proceso de curtición conducirá a condiciones más favorables para los artículos de confección según lo dicho por (Adzet, 2005, p. 29)

Los resultados de la evaluación de la llenura muestran niveles superiores en comparación con la investigación de (Pilamunga, 2017, p. 65) quien curtió pieles caprinas con diferentes niveles de tara y ácido oxálico, donde se informó una llenura de 4,50 puntos y una calificación considerada como "muy buena" al utilizar un 14% de tara. Sin embargo, estos resultados son superiores en comparación con el estudio de (Pilamunga, 2015, p. 79), que incorporó diferentes niveles de tara+ 4% de granofin F90 en este caso, los cueros tratados con un 7% de tara obtuvieron las calificaciones

más altas, alcanzando 4,60 puntos, de la misma manera (Palango, 2023,p. 34) que al emplear diferentes niveles de tara en combinación con un 4% de sulfato de aluminio, se obtuvieron las mejores respuestas al curtir las pieles con un 14% de tara (T3), registrando resultados de 4,50 puntos mientras que la evaluación de la llenura realizada por (Maya, 2016,p. 76), se observaron valores de llenura de los cueros curtidos con diferentes niveles de tara y 4% de glutaraldehído los resultados más elevados se establecieron en 4,67 puntos. De manera similar, (Guachamin, 2019,p. 42), al llevar a cabo el curtido de las pieles con un 10% de tara y un 4% de glutaraldehído, logró una calificación de llenura de 4,63 puntos.

4.2.2 Finura de la Flor

Según la información presentada en la Tabla 2-4, se describe el análisis estadístico de la finura de la flor del cuero caprino destinada para vestimenta, revelando diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las medianas debido al tipo de agente curtiente utilizado tara al 8% exhibió una mediana de 5,0 puntos, clasificándose como "excelente" a continuación, se destacan los resultados obtenidos con 10% de tara, donde las medianas alcanzaron los 4,0 puntos, recibiendo una calificación de "muy buena" según la escala. Por último, los registros más bajos en cuanto a la finura de la flor se observaron con un 12% de tara, que resultó en 1,5 puntos, clasificándose como baja.

A través del análisis de regresión presentado en la ilustración 5-4, se observó una dispersión en los datos recopilados, revelando una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,0016$). Al iniciar con un punto de intercepto de 1,25, se constató que la puntuación de la variable finura de la flor incremento por cada cambio en el nivel de curtiente tara. El coeficiente de determinación (R^2) de 67,39% indica que la blandura está fuertemente influenciada por los niveles de tara utilizados, mientras que el 32,61% restante se atribuye a factores externos no abordados en esta investigación, como el método de conservación de las pieles antes de su adquisición.

La relación entre la variable finura de la flor y la cantidad de curtiente tara exhibió una correlación ($r = 8,20$). Esto implica que al aumentar el nivel de curtiente tara y agregar un 4% de glutaraldehído, la puntuación de finura de la flor experimenta una disminución significativa ($P < 0.01$) de manera considerable.

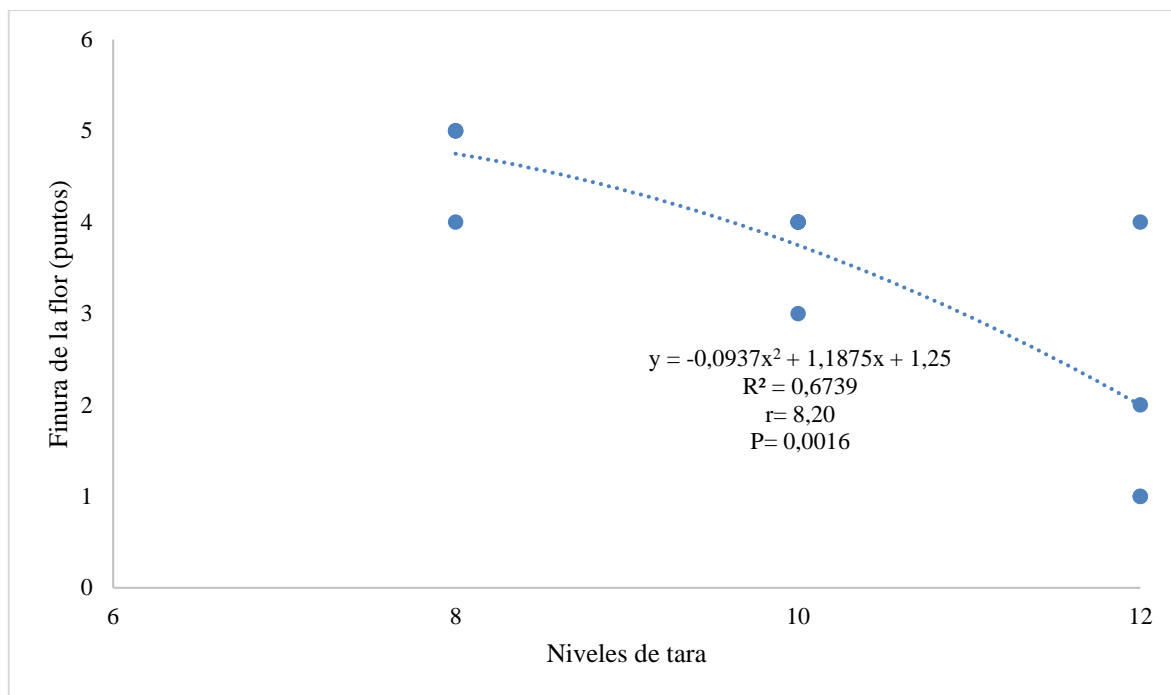


Ilustración 5-4: Finura de la flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

Realizado por: Carua Liceth,2023.

La fuente indica que la finura de la flor se atribuye a una alta combinación entre el grupo carboxílico del colágeno de la fibra y la tara esta combinación forma un enlace muy resistente que ejerce una atracción significativa sobre la fibra adyacente. Como resultado de este proceso, se observa el cierre del folículo piloso, lo que contribuye a la suavidad y lisura en la superficie de la flor, se fundamenta en las interacciones químicas específicas entre el colágeno y la tara, destacando la importancia de estos elementos en la determinación de la textura y la calidad de la flor en el cuero.

Las mediciones de finura de la flor obtenidas en este estudio son superiores a los resultados registrados por Pilamunga (2015, p. 97) en su evaluación de finura de la flor de las pieles caprinas mediante el uso de diferentes niveles de agente curtiente tara en combinación más 4% de granofin F 90, las mejores respuestas se observaron al curtir las pieles con un 8% de tara (T2), con una puntuación de 3,80 puntos, en otro contexto, (Altamirano, 2017,p.65) informa que al llevar a cabo el curtido con diferentes niveles de tara más 6% de curtiente, se obtuvo un valor de 4,75 puntos en la evaluación de la finura de la flor de las pieles caprinas. Contrariamente a lo planteado por (Chasiqiza, 2014,p.78), que, al curtir con extracto de polifenoles de tara con sulfato de cromo para pieles caprinas en su análisis estadístico de las puntuaciones otorgadas a la evaluación sensorial de la finura de la flor de los cueros, se evidencia que las calificaciones más altas se registraron al utilizar un 10 % de tara. En este caso, las puntuaciones alcanzaron los 4,00 puntos.

4.2.3 *Curvatura del cuero*

La evaluación de la curvatura en el cuero de cabra reveló diferencias altamente significativas entre las medianas de los tratamientos, según el análisis de Kruskal Wallis ($P < 0,01$), debido a la influencia de diversos agentes curtientes vegetales. Se observó que la respuesta más destacada en el tratamiento al 12% de tara, obteniendo una ponderación de 5,0 puntos y siendo calificado como excelente según la escala propuesta por Hidalgo en 2022 (p. 1). Prosiguiendo con la evaluación, se ubicaron los cueros del tratamiento con al 10% de tara, los cuales recibieron una puntuación de 3,5 puntos, siendo calificados como de buena calidad los cueros sometidos al tratamiento al 8% de tara mostraron los resultados más bajos, registrando un puntaje de 1,5 puntos y obteniendo una calificación baja, según se evidencia en la ilustración 6-4.

Al llevar a cabo el análisis de regresión de la curvatura del cuero en pieles caprinas curtidas con diversos niveles de tara, se identificó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0,0016$). Se inicia con un intercepto de 1,25 puntos. El coeficiente de determinación (R^2) de 80,15% señala que la curvatura del cuero está fuertemente influenciada por los niveles de tara utilizados, mientras que el 19,85% restante está vinculado a factores no abordados en este estudio, tales como la calidad de la materia prima, la precisión en la medición de los productos químicos y las revoluciones por minuto aplicadas al girar los bombos para otorgar la curvatura adecuada a las pieles.

La relación entre la variable de curvatura del cuero y la cantidad de curtiente tara exhibió una correlación elevada ($r=8,95$), lo que indica que, al aumentar el nivel de mimosa, la curvatura de las pieles caprinas destinadas para vestimenta también aumenta de manera altamente significativa ($P < 0.01$).

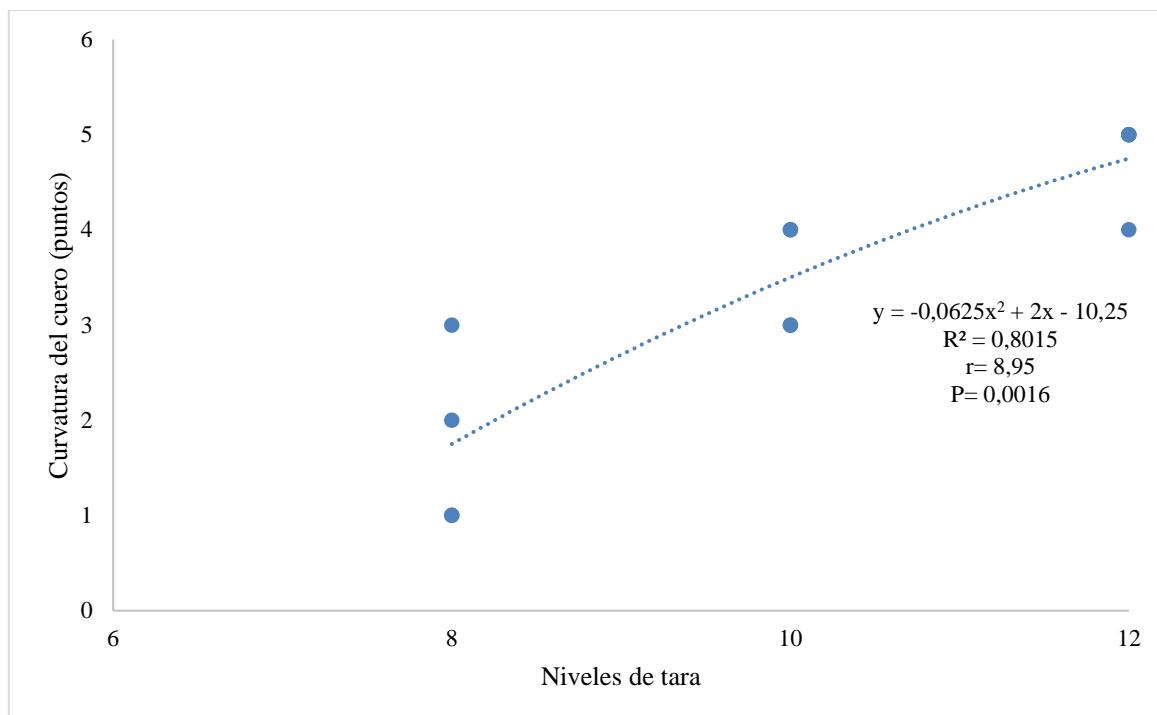


Ilustración 6-4: Curvatura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído.

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

(Torre, 2018, p. 45) Menciona que el glutaraldehído exhibe la capacidad de penetrar profundamente en la piel al ubicarse entre las fibras de colágeno, sin comprometer su redondez o maleabilidad cuando se combina con extractos vegetales, como los taninos de baja astringencia, facilita la distribución de estos taninos entre los espacios interfibrilares de la estructura del cuero, al comprimir el cuero, esta combinación evita la formación de arrugas, dando como resultado una curvatura que permite al cuero volver fácilmente a su posición original este proceso evita el envejecimiento prematuro, preservando la calidad visual del cuero y asegurando su idoneidad para la confección de artículos deseados la utilización de taninos, en particular los de tara, como productos naturales de peso molecular relativamente alto, se destaca por su capacidad para formar complejos con carbohidratos y proteínas. Esta interacción, especialmente con los grupos carboxílicos del colágeno en los extremos superficiales de las fibras colagénicas, contribuye significativamente a mejorar la flexibilidad y curvatura del cuero caprino.

Los resultados obtenidos en el presente estudio respecto a la variable de curvatura superior en comparación con las observaciones de (Palango, 2023, p. 37) quien curtió con diversos niveles de tara combinados con un 4% de sulfato de aluminio, destacando la mejor respuesta con una puntuación de 4,50 puntos. Asimismo, (Guaminga, 2016, p. 71) identificó resultados óptimos al curtir las pieles con extracto vegetal de Tara más 4% de glutaraldehído, logrando la calificación de 4,63 puntos. Por otro lado, (Maya, 2016, p. 82) obtuvo resultados favorables al emplear diferentes niveles de tara y un

porcentaje fijo de glutaraldehído siendo su mejor tratamiento el 14% de tara con un resultado de 4,67 puntos.

4.3 Evaluación económica a través del indicador beneficio costo

En la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes concentraciones de tara junto con un 4% de glutaraldehído reporto egresos que incluyen la adquisición de pieles caprinas, productos químicos para cada etapa del proceso, alquiler de maquinaria, y la elaboración de prendas de vestir. En el caso del tratamiento el tratamiento con un 8% de tara resultó en un total de gastos de \$69,97, mientras que la utilización de un 10% de tara conllevó costos de \$73,30 dólares americanos. Por último, el uso de un 12% de tara se gastó \$74,85 dólares americanos.

Los ingresos totales de la comercialización de productos y el excedente de cuero caprino se reflejan en cifras de 124,88, 123,52, y 116,86 dólares americanos para los tratamientos (8, 10 y 12%), respectivamente.

Basándonos en las respuestas proporcionadas por la evaluación económica, se concluyó que la mayor ganancia se logró en el grupo de cueros curtidos del (8%), ya que la relación beneficio-costos fue de 1,78, indicando que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 78 centavos. En segundo lugar, se observa la utilidad generada en los cueros del (10%), con un valor de 1,69, lo que significa que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 69 centavos. En contraste, se identificó que la rentabilidad más baja se evidenció en los cueros caprinos (12%), donde la relación beneficio-costos fue de 1,56, indicando una utilidad del 56%.

Tabla 3-3: Evaluación económica de la producción de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara en combinación con glutaraldehído

| CONCEPTO | NIVELES DE TARA | | |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 8% | 10% | 12% |
| EGRESOS | | | |
| Valor total de pieles caprinas (\$) | \$12,00 | \$12,00 | \$12,00 |
| Productos para el remojo (\$) | \$0,14 | \$0,19 | \$0,14 |
| Productos para el curtido (\$) | \$6,75 | \$8,65 | \$9,98 |
| Productos para el acabado en húmedo (\$) | \$10,99 | \$12,37 | \$12,64 |
| Productos para el acabado en seco (\$) | \$4,28 | \$4,28 | \$4,28 |
| Operaciones complementarias (\$) | \$0,80 | \$0,80 | \$0,80 |
| Costo de fabricación de artículo (\$) | \$35,00 | \$35,00 | \$35,00 |
| TOTAL, EGRESOS | \$69,97 | \$73,30 | \$74,85 |
| INGRESOS | | | |
| Total, de cuero producido (pie ²) (\$) | \$18,6 | \$16,86 | \$13,93 |
| Costo cuero producido (pie ²) (\$) | \$3,76 | \$4,35 | \$5,37 |
| Cuero utilizado en el producto final (\$) | \$8 | \$8 | \$8 |
| Excedente de cuero (\$) | \$10,6 | \$8,86 | \$5,93 |
| Venta de cuero restante (\$) | \$39,88 | \$38,52 | \$31,86 |
| Venta de artículos confeccionados (\$) | \$85,00 | \$85,00 | \$85,00 |
| TOTAL, INGRESOS | \$124,88 | \$123,52 | \$116,86 |
| Beneficio/Costo | \$1,78 | \$1,69 | \$1,56 |

Realizado por: Carua Liceth, 2023.

La utilización de tara en conjunto con glutaraldehído en el proceso de curtición se revela como una inversión económicamente beneficiosa, ya que se logran márgenes de utilidad bastante satisfactorios, oscilando entre el 78% y el 69%. Por lo tanto, se puede concluir que la producción de cueros caprinos es rentable, ya que ventaja de contribuir a la reparación ambiental al adoptar un proceso de curtido ecológico en lugar del método convencional utilizando cromo, el cual, debido a sus efectos contaminantes, a menudo está sujeto a regulaciones y prohibiciones, es importante destacar que, desde la perspectiva física y sensorial, las propiedades resultantes son incomparables. Esta calidad superior se traduce en una clasificación del cuero que permite obtener un precio más elevado por pie cuadrado. Además, este enfoque evita pérdidas para la empresa al prevenir la producción de cueros de baja clasificación, los cuales suelen ser almacenados sin venderse o, en situaciones desfavorables, son devueltos después de haber sido transformados en productos confeccionados. Este planteamiento refuerza la idea de que la adopción de métodos de curtido más sostenibles no solo beneficia al medio ambiente, sino que también tiene impactos positivos en términos de calidad y rentabilidad para la empresa.

CONCLUSIONES

La mejor resistencia a la tensión (7927,97 N/cm²), se obtuvo al curtir pieles caprinas con el 12% más 4% de glutaraldehído mientras que el mayor porcentaje de elongación (82,86 %) y temperatura de encogimiento (81 °C) se obtuvo con el nivel más bajo de curtiente tara (8%), estos valores cumplen con los estándares de calidad para la obtención de cueros establecidos por los organismos reguladores, asegurando su idoneidad tanto para la confección de los productos finales.

La mayor puntuación en llenura (5 puntos) y finura de la flor (5 puntos) se logró al curtir pieles caprinas con el más alto nivel de tara (12%) más glutaraldehído (4%), mientras tanto la mejor curvatura del cuero (5 puntos) se obtuvo al utilizar el nivel más bajo de curtiente tara (8%), cada variable sensorial recibe una evaluación excelente.

La máxima rentabilidad, en términos de la relación beneficio-costos, se logra al emplear niveles más bajos de curtiente tara (8%), con una proporción beneficio-costos de 1,78 es decir por cada dólar invertido, se anticipa un retorno de 0,78 centavos de dólar. Este resultado es particularmente alentador para la industria de la curtiembre ya que sugiere una eficiencia económica significativa en la aplicación de este nivel de curtiente tara en el proceso de producción de cueros caprinos.

RECOMENDACIONES

Se sugiere replicar los niveles de tara en combinación con glutaraldehído con pieles de otras especies animales para comparar los resultados obtenidos al curtir pieles caprinas, las cuales son reconocidas por su calidad excepcional en la elaboración de artículos de vestir.

Utilizar el 8% de tara con 4% de glutaraldehído ya que se obtuvo la mayor resistencia física en los cueros caprinos, esto se debe a que el material resultante exhibió una mayor capacidad para resistir fuerzas extremas, tanto durante la fabricación de vestimenta.

Se sugiere aplicar una combinación de 12% de tara junto con un 4% de glutaraldehído con el propósito de lograr calificaciones sensoriales destacadas en el cuero caprino destinado a artículos de vestir. Esta recomendación busca asegurar que el producto obtenga preferencia entre los consumidores, especialmente aquellos que basan su elección en la primera impresión al tocar y observar el cuero.

En el ámbito industrial se recomienda en la utilización de taninos vegetales responde a su capacidad para actuar como agentes curtientes naturales, reduciendo la dependencia de compuestos químicos sintéticos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y para la salud humana. Los taninos vegetales ofrecen una alternativa sostenible y menos contaminante, al mismo tiempo que mantienen estándares de calidad en el producto final.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ADZET, Josue. 2005.** *Quimica Tecnica de la Teneria* [en línea]. 1ª ed. Igualada: España-Barcelona, 2005, p. 54.
2. **ALTAMIRANO, Wilfrido.** "Curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (Tara) mas un tanino sintético". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 50. *dspace.esPOCH.edu.ec*. 05 de Enero de 2017. [Consulta: 2023-10-7]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7084/1/17T1457.pdf>
3. **ANDRADE, Gabriel.** *Prácticas II de tecnología del Cuero* [en línea]. Riobamba-Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2006, p.6.
4. **ARTIGAS, Maria.** *Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles* [en línea]. Barcelona-España : Latinoamericana, 2007,p. 60.
5. **BACARDITT, Anna.** *Química Técnica del Cuero. Proceso de curtición.* Cataluña-España : Couso, 2014, pp. 15-29 .
6. **BERMEO, M.** *La importancia de aprender la tecnología del cuero.* Bogota-Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2006, pp. 145-146.
7. **BOCCONE, Ricardo.** *Técnicas del acabado del cuero* . España: ed. Mundo Prensa, 2017, p. 124.
8. **CARVAJAL, Felipe.** "*Utilizacion de tres niveles de bisulfito de sodio en combinacion con producto descalcante en el proceso de curticion de cueros para vestimenta*" Riobamba [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2018. p. 31. *dspace.esPOCH.edu.ec*. [Consulta: 2023-11-14]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10391/1/17T1569.pdf>
9. **CASTRO Hugo.** *Tecnología del Cuero*[en línea]. 1ª ed. : Buenos Aires-Argentina: Lacheta, 2002,p. 23.

- 10. CHANCUSIG, Silvia.** Curticion de pieles ovinos con la utilizacion de diferentes niveles de tanal w para la elaboracion de alfombra. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingenieria) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba,Ecuador. 2011. p. 30. [Consulta : 2023-10-25.]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2269/1/27T0198.pdf>.
- 11. CHASIQUIZA, Christian.** Comparacion de la curticion con extracto de polifenoles vegetales de caesalpinia spinosa, con una curticion mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingenieria) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2014. p. 78 . [Consulta : 2023-10-28.]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3842/1/27T0276.pdf>
- 12. CHILQUINGA, Lenin.** Curtición ecologica de pieles de cabra con productos naturales para cueros de calzado. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingenieria) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2020. p. 9 . [Consulta : 2023-09-17.]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17066/1/17T01701.pdf>
- 13. CORDERO, Bernardo.** *Tecnología de la Curtición* [en línea]. 1ª ed. : Cuenca-Ecuador:Cámara Ecuatoriana del Libro, 2011,p.15.
- 14. CORDERO,Bernardo.** *Utilización de curtientes vegetales: Tecnologia de la Curticion* [en línea]. 2ª ed. : Cuenca-Ecuador: Limonares, 2016,p. 99.
- 15. COSTA, R & MÉNDEZ, A.** Histología de la piel de la raza caprina blanca serrana en diferentes sistemas de produccion. [En línea] 08 de 28 de 2008. [Citado el: 02 de 11 de 2023.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515005011>.
- 16. COTANCE, C.** *Ciencia y Tecnologia en la Industria del Cuero* [en línea]. 1ª ed. : Igualada-España: Curtidores Europeos, 2004,p. 23.
- 17. ENCISO, M.** *Mercado de comercializadora de la tara* [en línea]. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2011,p. 56.

18. **FLORES, Filiberto.** *El tipo de productos desengrasantes* [blog]. [Consulta: 06 noviembre 2023.] Disponible en:
<https://es.slideshare.net/ffloresga/grasas-y-aceites>.
19. **FORCILLO, Carmen.** *Proceso de curtido.* [Blog]. [Consulta: 25 octubre 2023.] Disponible en:
http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/pdf/Proceso_de_curtido.pdf.
20. **FRANKEL, A.** *Manual de tecnología del Cuero* [en línea]. Buenos Aires-Argentina : Limusa, 2009, p.32.
21. **GUACHAMIN, Andres.** Curtición de piel ovina con la utilización de varios niveles de tara (8,9,10(y un porcentaje fijo de glutaraldehído (4%) para la obtención de cuero para vestimenta. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 42-51. [Consulta: 2023-11-14.]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14212/1/27T00439.pdf>
22. **GUAMINGA, Lorena.** Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. p. 71.[Consulta: 2023-10-27.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5792/1/27T0305.pdf>
23. **HIDALGO, Luis.** *Texto básico de curtición de pieles.* Riobamba, Ecuador : ESPOCH. Vol 1, 2004, p. 10.
24. **HIDALGO, Luis.** *Texto básico de curtiembre de pieles.* Riobamba-Ecuador Vol 3: Edit. Espoch, 2018, p. 22.
25. **INEN 562.** *Instituto Ecuatoriano de Normalización del Cuero.* Prueba de encojimiento.
26. **JONES, A. 2002.** *Manual de curtiembre vegetal* [en línea]. Buenos Aires-Argentina : American Ediciones, 2002, p. 23.
27. **LACERCA, Manuel.** *Curtición de cueros y pieles.* Buenos Aires-Argentina : Lemin, 2003, pp. 43-114.

28. **LIBREROS, Juan.** *Manual de Tecnología del Cuero* [en línea]. España : EUETH, 2003, p. 96.
29. **LULTES, W.** *IX Conferencia de la Industria del Cuero*. Barcelona-España : Separata, 2003, p. 89
30. **MARTÍNEZ, Gabriel.** *Proceso para el curtido de cueros*. Colombia : s.n., 2017, p. 45.
31. **MAYA, Joselin.** Curición de piel caprina con la utilización de niveles de tara y un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016, pp. 76-82. *dspace.esPOCH.edu.ec*. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7361/1/27T0334.pdf>
32. **MAYO, Jhonny; & FLORES Santiago. 2021.** *Análisis del proceso de producción de accesorios elaborados a partir de la piel de conejo*. [En línea] 03 de 2021. [Citado el: 25 de 10 de 2023.] <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8323/1/PI-001842.pdf>.
33. **MIRANDA, Nelsiño.** Curtición de pieles caprinas caprinas con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023, p. 21. [Citado: 2023-10-16.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18665/1/17T01848.pdf>
34. **MORERA, J.** *Química Técnica de Curtición* . España : Escuela Superior de Adobería, 2007, p. 100.
35. **PALANGO, Kelly. 2023.** Curtición de pieles ovinas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio para calzado de dama. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023, pp. 26-37. [Citado: 2023-11-07.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18663/1/17T01847.pdf>.
36. **PILAMUNGA, Edith.** Evaluación de una curición Mixta de granofin F90, mas tres niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015, pp. 79-97.[Citado: 2023-10-22.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6081/1/27T0317.pdf>.

37. **PILAMUNGA, Luis.** Curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) y aciso oxalico. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017, pp. 51-54. [Consulta: 2023-10-10.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8123/1/27T0380.pdf>
38. **PRAT, Josep.** *Química Técnica de Curtición* [en línea]. 3ª ed. España : Igualada, 2019, p. 34.
39. **PULLOTASIG, Carlos.** Aplicación de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con 15% de tara en curtición de pieles caprinas para tapicería automotriz. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. p. 22. [Citado: 2023-10-12.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19576/1/17T01877.pdf>.
40. **RODRIGUEZ, Ibeth.** Obtención para cuero de calzado femenino utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles caprinas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 52. [Citado: 2023-11-14.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6071/1/27T0333.pdf>
41. **SANCHEZ, Alejandro.** *Química Técnica de la Curtición* [en línea]. Barcelona-España : Ceti, 2006, p. 45.
42. **SILVA, Diego.** Obtención de cuero para guantería fina con la utilización de diferentes niveles de aldehídos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 2. [Citado: 2023-10-25.] Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5222/1/TESIS%20DIEGO%20SILVA.pdf>.

43. **SOLER, Jaime.** *Proceso de Curtido* [en línea]. Barcelona-España : Ceti, 2002, pp. 15-131.
44. **STTOFEL, A.** *Simposio técnico de la industria del cuero* [en línea]. Baños-Ecuador : Ance, 2003, p. 25.
45. **TORRE, Lucia.** *La tara beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales* [en línea]. Quito-Ecuador : Condesan, 2018, p. 5.
46. **ZALDIVAR, Jones.** *Procesos de Curtición de las pieles caprinas*[en línea]. España : s.n., 2015, p. 67



ANEXOS

ANEXO A: RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACION CON 4% DE GLUTARALDEHIDO.

1. Resultados experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|---------------------|--------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 4140,00 | 3511,67 | 8190,83 | 12119,17 | 27961,67 | 11184,67 |
| 10% | 5396,84 | 2642,96 | 2388,15 | 6577,04 | 17004,99 | 6802,00 |
| 12% | 6405,19 | 7927,41 | 6505,19 | 10874,07 | 31711,85 | 12684,74 |
| Promedio General | | | | | | 10223,80 |
| Desviación estándar | | | | | | 3056,82 |

2. Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Resistencia a la tensión | 12 | 0,28 | 0,12 | 44,81 |

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------|--------------|----|-------------|------|---------|
| Tara | 29200398,90 | 2 | 14600199,45 | 1,78 | 0,2230 |
| Error | 73773737,76 | 9 | 8197081,97 | | |
| Total | 102974136,66 | 11 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS= 5652,37450

Error: 8197081,9729 gl: 9

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de curtiente

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|--------------|---------|---|---------|---|
| 12% | 7927,97 | 4 | 1431,53 | A |
| 8% | 6990,42 | 4 | 1431,53 | A |
| 10% | 4251,25 | 4 | 1431,53 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B: PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACION CON 4% DE GLUTARALDEHIDO.

1. Resultados Experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|----------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 88,57 | 82,86 | 85,71 | 74,29 | 331,43 | 82,86 |
| 10% | 65,71 | 74,29 | 77,14 | 85,71 | 302,86 | 75,71 |
| 12% | 60,00 | 71,43 | 74,29 | 60,00 | 265,71 | 66,43 |
| Promedio General | | | | | | 75,00 |
| Desviación estándar | | | | | | 8,24 |

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Porcentaje de elongación | 12 | 0,53 | 0,42 | 9,82 |

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------|---------|----|--------|------|---------|
| Tara | 542,77 | 2 | 271,39 | 5,01 | 0,0345 |
| Error | 487,70 | 9 | 54,19 | | |
| Total | 1030,47 | 11 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,53307

Error: 54,1891 gl: 9

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de curtiente

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|--------------|--------|---|------|---|---|
| 8% | 82,86 | 4 | 3,68 | A | |
| 10% | 75,71 | 4 | 3,68 | A | B |
| 12% | 66,43 | 4 | 3,68 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4. Análisis de varianza de regresión

| | <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 | 2 | 542,77145 | 271,385725 | 5,00812 | 0,03451677 |
| Residuos | 9 | 487,70215 | 54,1891278 | | |
| Total | 11 | 1030,4736 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 90,0625 | 110,481225 | 0,81518376 | 0,43600762 | 159,863394 | 339,988394 | 159,863394 | 339,988394 |
| Variable X 1 | 1,236875 | 22,5769015 | 0,05478498 | 0,95750665 | 49,8356245 | 52,3093745 | 49,8356245 | 52,3093745 |
| Variable X 2 | 0,2671875 | 1,12696836 | 0,23708518 | 0,81789926 | 2,81656705 | 2,28219205 | 2,81656705 | 2,28219205 |

ANEXO C: ENCOGIMIENTO DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO.

1. Resultados Experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|----------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 83,00 | 80,00 | 79,00 | 82,00 | 324,00 | 81,00 |
| 10% | 80,00 | 76,00 | 85,00 | 81,00 | 322,00 | 80,50 |
| 12% | 78,00 | 83,00 | 81,00 | 79,00 | 321,00 | 80,25 |
| Promedio general | | | | | | 80,58 |
| Desviación estándar | | | | | | 0,38 |

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Abrasión al frote (%) | 12 | 0,02 | 0,00 | 3,35 |

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Tratamientos | 1,17 | 2 | 0,58 | 0,08 | 0,9239 |
| Error | 65,75 | 9 | 7,31 | | |
| Total | 66,92 | 11 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,33615

Error: 7,3056 gl: 9

3. Separación de medias de acuerdo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$) por efecto de los diferentes niveles de curtiente

| Tratamientos | Medias | N | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 8% | 81,00 | 4 | 1,35 | A |
| 10% | 80,50 | 4 | 1,35 | A |
| 12% | 80,25 | 4 | 1,35 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D: LLENURA DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO.

1. Resultados Experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|----------------------------|--------------|---|---|---|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 1 | 1 | 2 | 1 | 5,00 | 1,25 |
| 10% | 4 | 3 | 2 | 4 | 13,00 | 3,25 |
| 12% | 5 | 5 | 4 | 5 | 19,00 | 4,75 |
| Promedio general | | | | | | 3,08 |
| Desviación estándar | | | | | | 1,76 |

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | TRATAMIENTO | N | Medias | D.E. | Medianas | H | p |
|----------|-------------|---|--------|------|----------|------|--------|
| Llenura | 10% | 4 | 3,25 | 0,96 | 3,50 | 8,95 | 0,0010 |
| Llenura | 12% | 4 | 4,75 | 0,50 | 5,00 | | |
| Llenura | 8% | 4 | 1,25 | 0,50 | 1,00 | | |

3. Análisis de varianza de regresión

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|----------|--------------------|
| Regresión | 2 | 24,66666667 | 12,33333333 | 26,11764 | 71 |
| Residuos | 9 | 4,25 | 0,47222222 | | 0,00017889 |
| Total | 11 | 28,91666667 | | | |

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | -11,75 | 10,31348901 | 1,139284677 | 0,28399848 | 35,080733 | 11,580733 | 35,080733 | 11,580733 |
| Variable X 1 | 2,125 | 2,107567384 | 1,008271439 | 0,33966158 | 2,64264865 | 6,89264865 | 2,64264865 | 6,89264865 |
| Variable X 2 | -0,0625 | 0,105203176 | 0,594088526 | 0,56708397 | 0,30048612 | 0,17548612 | 0,30048612 | 0,17548612 |

ANEXO E: FINURA DE FLOR DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO.

1. Resultados experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|----------------------------|--------------|---|---|---|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 5 | 5 | 4 | 5 | 19,00 | 4,75 |
| 10% | 4 | 4 | 3 | 4 | 15,00 | 3,75 |
| 12% | 1 | 1 | 2 | 4 | 8,00 | 2,00 |
| Promedio general | | | | | | 3,50 |
| Desviación estándar | | | | | | 1,39 |

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | TRATAMIENTO | N | Medias | D.E. | Medianas | H | p |
|-------------------|-------------|---|--------|------|----------|------|--------|
| Finura de la flor | 10% | 4 | 3,75 | 0,50 | 4,00 | 7,04 | 0,0095 |
| Finura de la flor | 12% | 4 | 2,00 | 1,41 | 1,50 | | |
| Finura de la flor | 8% | 4 | 4,75 | 0,50 | 5,00 | | |

3. Análisis de varianza de regresión

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----|--------------------|
| Regresión | 2 | 15,5 | 7,75 | 9,3 | 0,00645655 |
| Residuos | 9 | 7,5 | 0,83333333 | | |
| Total | 11 | 23 | | | |

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 1,25 | 13,7006691 | 0,09123642 | 0,92930313 | 29,7430667 | 32,2430667 | 29,7430667 | 32,2430667 |
| Variable X 1 | 1,1875 | 2,79973957 | 0,42414659 | 0,68141699 | 5,14595093 | 7,52095093 | 5,14595093 | 7,52095093 |
| Variable X 2 | 0,09375 | 0,13975425 | 0,67082039 | 0,51917745 | 0,40989607 | 0,22239607 | 0,40989607 | 0,22239607 |

ANEXO F: CURVATURA DEL CUERO DE LAS PIELS CAPRINA CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA (8, 10 Y 12%) EN COMBINACIÓN CON 4% DE GLUTARALDEHÍDO.

1. Resultados experimentales

| TARA | Repeticiones | | | | Suma | Promedio |
|----------------------------|--------------|---|---|---|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 8% | 2 | 1 | 1 | 3 | 7,00 | 1,75 |
| 10% | 3 | 3 | 4 | 4 | 14,00 | 3,50 |
| 12% | 5 | 5 | 5 | 4 | 19,00 | 4,75 |
| Promedio general | | | | | | 3,33 |
| Desviación estándar | | | | | | 1,51 |

PROB. >0,05: No hay diferencias significativas.

PROB. <0,05: Hay diferencias significativas.

PROB. <0,01: Hay diferencias altamente significativas

2. Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | TRATAMIENTO | N | Medias | D.E. | Medianas | H | p |
|---------------------|-------------|---|--------|------|----------|------|--------|
| Curvatura del cuero | 10% | 4 | 3,50 | 0,58 | 3,50 | 8,65 | 0,0016 |
| Curvatura del cuero | 12% | 4 | 4,75 | 0,50 | 5,00 | | |
| Curvatura del cuero | 8% | 4 | 1,75 | 0,96 | 1,50 | | |

3. Análisis de regresión

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----|--------------------|
| Regresión | 2 | 15,5 | 7,75 | 9,3 | 0,00645655 |
| Residuos | 9 | 7,5 | 0,83333333 | | |
| Total | 11 | 23 | | | |

| | Coficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|--------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 13,7006 1,25 | 0,09123 691 | 0,92930 642 | 0,92930 313 | 29,7430 667 | 32,24306 67 | 29,74306 67 | 32,243066 7 |
| Variable X 1 | 2,79973 1,1875 | 0,42414 957 | 0,68141 659 | 0,68141 699 | 5,14595 093 | 7,520950 93 | 5,145950 93 | 7,5209509 3 |
| Variable X 2 | - 0,13975 0,09375 | 0,67082 425 | 0,51917 039 | 0,51917 745 | 0,40989 607 | 0,222396 07 | 0,409896 07 | 0,2223960 7 |

ANEXO G: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 8% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHÍDO.

| PRUEBA | UNIDAD | MÉTODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | T1R1 | IUP 6 | 4140,000 | 750 N/cm ² |
| | T1R2 | | 3511,667 | |
| | T1R3 | | 8190,833 | |
| | T1R4 | | 12119,167 | |
| Elongación (%) | T1R1 | IUP 6 | 88,6 | 40 – 80% |
| | T1R2 | | 82,9 | |
| | T1R3 | | 85,7 | |
| | T1R4 | | 74,3 | |
| Temperatura de encogimiento (°C) | T1R1 | IUP 16 | 83,00 | ≤ 100°C |
| | T1R2 | | 80,00 | |
| | T1R3 | | 79,00 | |
| | T1R4 | | 82,00 | |

ANEXO H. HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 10% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHIDO.

| PRUEBA | UNIDAD | MÉTODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | T1R1 | IUP 6 | 5396,842 | 750 N/cm ² |
| | T1R2 | | 2642,963 | |
| | T1R3 | | 2388,148 | |
| | T1R4 | | 6577,037 | |
| Elongación (%) | T1R1 | IUP 6 | 65,7 | 40 – 80% |
| | T1R2 | | 74,3 | |
| | T1R3 | | 77,1 | |
| | T1R4 | | 85,7 | |
| Temperatura de encogimiento (T°C) | T1R1 | IUP 16 | 80,00 | ≤ 100°C |
| | T1R2 | | 76,00 | |
| | T1R3 | | 85,00 | |
| | T1R4 | | 81,00 | |

ANEXO I: HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO CAPRINO CON 10% MIMOSA + 4% GLUTARALDEHÍDO.

| PRUEBA | UNIDAD | MÉTODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | T1R1 | IUP 6 | 6405,185 | 750 N/cm ² |
| | T1R2 | | 7927,407 | |
| | T1R3 | | 6505,185 | |
| | T1R4 | | 10874,074 | |
| Elongación (%) | T1R1 | IUP 6 | 60,0 | 40 – 80% |
| | T1R2 | | 71,4 | |
| | T1R3 | | 74,3 | |
| | T1R4 | | 60,0 | |
| Temperatura de encogimiento (T°C) | T1R1 | IUP 16 | 78,00 | ≤ 100°C |
| | T1R2 | | 83,00 | |
| | T1R3 | | 81,00 | |
| | T1R4 | | 79,00 | |

ANEXO J. BITÁCORA DE CUEROS CAPRINOS PARA VESTIMENTA

| PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS | | | | | | |
|------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|----------|-------------|---------------|----------|
| Proceso | Operación | Producto | % | T °C | Tiempo | |
| REMOJO ESTÁTICO | Baño | Agua | 300 | Ambiente | | |
| | | Detergente | 0,5 | | | |
| | | Cloro | 0,01 | | 12 horas | |
| | Botar baño | | | | | |
| PELAMBRE POR EMBADURNADO | PASTA | Agua | 5 | 40 | | |
| | | Cal | 3,5 | | | |
| | | Sulfuro de sodio | 3 | | 12 horas | |
| Botar baño | | | | | | |
| Peso de pieles | | | | | | |
| PELAMBRE EN BOMBO | Baño | Agua | 100 | 25 | | |
| | | Sulfuro de sodio | 0,7 | | 30 minutos | |
| | | Sulfuro de sodio | 0,7 | | 30 minutos | |
| | | Cloruro de sodio | 0,5 | | 10 minutos | |
| | | Sulfuro de sodio | 0,5 | | | |
| | | Cal | 1 | | 30 minutos | |
| | | Agua | 50 | 25 | | |
| | | Sulfuro de sodio | 0,5 | | | |
| | | Cal | 1 | | 30 minutos | |
| | | Cal | 1 | | 3 horas | |
| | | Reposo | | | | |
| | | Girar 10 minutos y descansar 3-4 hora por | | | | 20 horas |
| | | Botar baño | | | | |
| | | DESCARNADO | Baño | Agua | 200 | 25 |
| Bisulfito de sodio | 0,2 | | | | 30 minutos | |
| Botar baño | | | | | | |
| DESENCALADO | Baño | Agua | 100 | 30 | | |
| | | Bisulfito de sodio | 1 | | 30 minutos | |
| | | Formiato de sodio | 1 | | | |
| | | Producto rindente | 0,1 | | 60 minutos | |
| | | Producto rindente | 0,02 | | 10 minutos | |
| Botar baño | | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------|------------|-----------------------|----------|------------|------------|
| | Baño | Agua | 200 | 25 | 20 minutos |
| | Botar baño | | | | |
| PIQUELADO 1 | Baño | Agua | 60 | Ambiente | |
| | | Cloruro de sodio | 10 | | 10 minutos |
| | | Ácido fórmico 1:10 | 1 | | |
| | | 1 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 2 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 3 parte diluido | | | 60 minutos |
| | | Ácido fórmico 1:10 | 0,4 | | |
| | | 1 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 2 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 3 parte diluido | | | 60 minutos |
| | Botar baño | | | | |
| DESENGRASE | Baño | Agua | 100 | 30 | |
| | | Tensoactivo | 2 | | |
| | | Diesel | 4 | | 60 minutos |
| | Botar baño | | | | |
| | Baño | Agua | 100 | 35 | |
| | | Tensoactivo | 1 | | 40 minutos |
| | Botar baño | | | | |
| Lavar | Agua | 200 | Ambiente | 20 minutos | |
| | Botar baño | | | | |
| PIQUELADO 2 | Baño | Agua | 60 | Ambiente | |
| | | Cloruro de sodio | 10 | | 10 minutos |
| | | Ácido fórmico 1:10 | 1 | | |
| | | 1 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 2 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | 3 parte diluido | | | 30 minutos |
| | | Ácido fórmico 1:10 | 0,4 | | |
| | | 1 parte diluido | | | 30 minutos |

| | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|-----|------------|--|
| | | 2 parte diluido | | | 30 minutos | |
| | | 3 parte diluido | | | 30 minutos | |
| | Reposar | | | | 12 horas | |
| | Rodar | | | | 10 minutos | |
| CURTIDO | Baño | Glutaraldehído | 4 | | 60 minutos | |
| | | Tara | 12, 14, 16 | | | |
| | | Basificante 1:10 | 0,3 | | | |
| | | 1 parte diluido | | | 60 minutos | |
| | | 2 parte diluido | | | 60 minutos | |
| | | 3 parte diluido | | | 5 horas | |
| | | Agua | 100 | 60 | 30 minutos | |
| | | Botar baño | | | | |
| | Perchar 24 horas | | | | | |
| | Raspado | | | | | |
| | ACABADO EN HÚMEDO | | | | | |
| REMOJO | Baño | Agua | 200 | 25 | | |
| | | Tensoactivo | 0,2 | | | |
| | | Ácido fórmico (1:10) | 0,2 | | 20 minutos | |
| | Botar baño | | | | | |
| RECURTIDO CATIONICO | Baño | Agua | 80 | 40 | | |
| | | Sulfato de aluminio | 3 | | | |
| | | Mimosa | 3 | | | |
| | | Glutaraldehído (1:5) | 2 | | 40 minutos | |
| | Botar baño | | | | | |
| NEUTRALIZADO | Baño | Agua | 100 | 40° | | |
| | | Formiato de sodio | 1 | | 30 minutos | |
| | | Recurtiente neutralizante | 2 | | 60 minutos | |
| | | Botar baño | | | | |
| | Lavar | Agua | 300 | 40 | 40 minutos | |
| | Botar baño | | | | | |
| RECURTIDO ANIÓNICO | Baño | Agua | 50 | 40° | | |
| | | Recurtiente dispersante | 2 | | | |
| | | Anilina | 2 | | 10 minutos | |

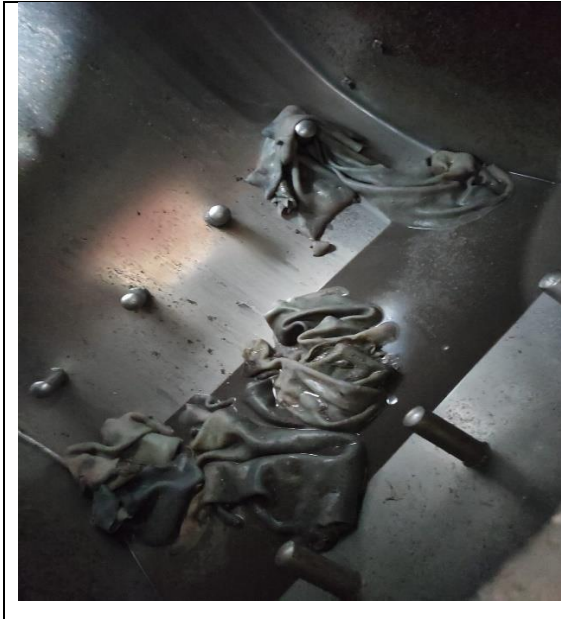
| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|------|----------|------------|
| | | Mimosa | 4 | | |
| | | Rellenante de falda | 2 | | |
| | | Resina acrílica (1:10) | 3 | | 60 minutos |
| | | | | | |
| ENGRASE | Baño | Agua | 150 | 70 | |
| | | Ester fosfórico | 12 | | |
| | | Parafina sulfurosa | 6 | | |
| | | Aceite de lanolina | 2 | | 60 minutos |
| | | | | | |
| FIJACIÓN DE LA ANILINA | Baño | Ácido fórmico (1:10) | 0,75 | | 10 minutos |
| | | Ácido fórmico (1:10) | 0,75 | | 10 minutos |
| | | Glutaraldehído | 2 | | 20 minutos |
| | | Tara | 2 | | 20 minutos |
| | Botar baño | | | | |
| LAVADO | Baño | Agua | 200 | Ambiente | 20 minutos |
| Botar baño | | | | | |
| Perchar 24 horas | | | | | |

ANEXO K: PROCESO DE RIBERA DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO.



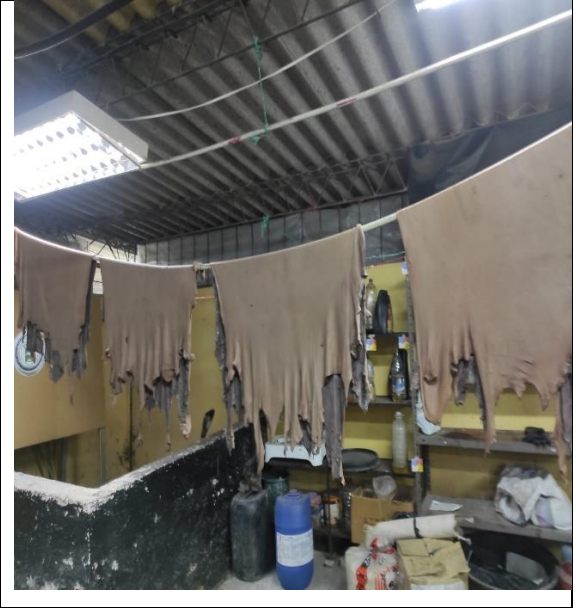
ANEXO L: PROCESO DE CURTIDO DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO





ANEXO M: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO



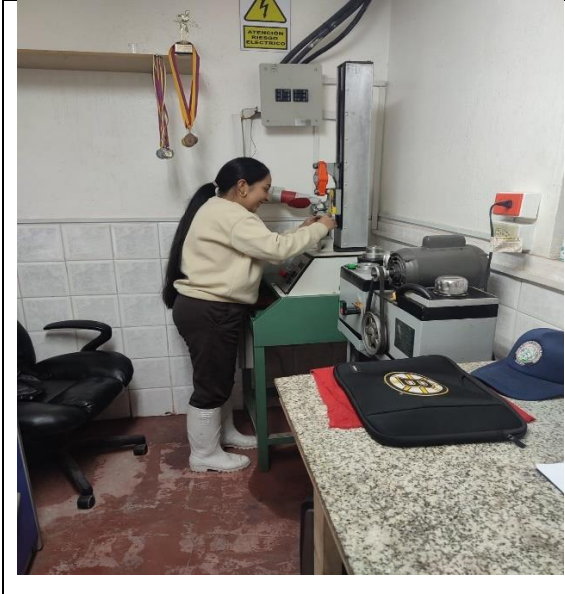


ANEXO N: PROCESO DE ACABADO EN SECO DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO



ANEXO O: PRUEBAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO CON DIFERENTES NIVELES DE TARA EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO

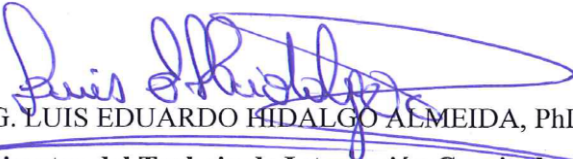







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 02/ 02/2024

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR |
| Nombres – Apellidos: Liceth Dayana Carua Ochoa |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Ciencias Pecuarias |
| Carrera: Agroindustria |
| Título a optar: Ingeniera Agroindustrial |
| <p style="text-align: center;"> ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, PhD. Director del Trabajo de Integración Curricular</p> <p style="text-align: center;"> ING. JULIO CÉSAR LLERENA ZAMBRANO. Asesor del Trabajo de Integración Curricular</p> |

