



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA ZOOTECNIA

**“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES
NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON
SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: HÉCTOR LEONEL CHOGLLO LOJA

DIRECTORA: Ing. TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA, M.C.

Riobamba – Ecuador

2023

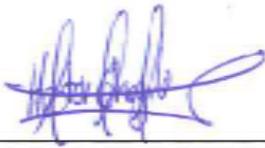
© 2023, Héctor Leonel Choglo Loja

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, Héctor Leonel Choglo Loja, 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 autor; 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, 20 de junio del 2023.

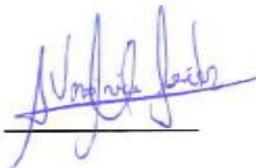


Héctor Leonel Choglo Loja

CI: 060321202-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**CURTICIÓN DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO**”, realizado por el señor: **HÉCTOR LEONEL CHOGLLO LOJA**, 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
Bqf. María Verónica González Cabrera PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2023-06-20
Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, M.C DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-20
Ing. Julio Cesar Llerena Zambrano ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-20

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, que con su infinita bondad me ha dado todo cuanto tengo y lo que soy. A mi padre Ángel y especialmente a la mujer de mi vida mi madre Flor quien siempre ha estado para mí, con su amor incondicional se ha esforzado para poder cumplir este sueño anhelado. A mis hermanos Carlos, Carolina, Darwin y Ángel, por ser parte del motor que me ha impulsado en todo momento. A mi abuelito Segundo y al amor de mi vida mi abuelita Luchita. Ustedes fueron y son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional.

Héctor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a las personas que se han involucrado a lo largo de esta etapa, quienes han estado en los obstáculos que se me han presentado a lo largo de mi vida y saben lo difícil que fue. A mis abuelitos, padres, hermanos, sobrinos y amigos, quienes fueron testigos de mis alegrías y tristezas que sin ustedes no estaría hoy cumpliendo esta meta. A los ingenieros Luis Hidalgo y Julio Llerena por ser parte del apoyo incondicional dentro de este proceso de formación profesional, pues han sabido orientarme en cada una de las decisiones a tomar. A mi gran amigo el ingeniero Hamilton Naranjo y su esposa ingeniera Lourdes Ramírez por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos.

Héctor

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1. Antecedentes de investigaciones anteriores.....	5
2.2. Referencias teóricas.....	6
2.2.1. <i>Pieles caprinas</i>	6
2.2.1.1. <i>Estructura de las pieles caprinas</i>	7
2.3. Procesos de ribera de las pieles caprinas.....	8
2.3.1. <i>Remojo</i>	8
2.3.1.1. <i>Factores que influyen en el proceso de remojo</i>	9
2.3.2. <i>Pelambre y calero</i>	10
2.3.3. <i>Descarnado</i>	11
2.4. Procesos de curtido de las pieles caprinas.....	11
2.4.1. <i>Desencalado y rendido</i>	11
2.4.2. <i>Piquelado</i>	13
2.4.3. <i>Desengrase</i>	13
2.5. Curtición vegetal de las pieles.....	13
2.6. Generalidades de la <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara).....	14
2.7. Curtición mineral.....	16

2.8.	Generalidades del sulfato de aluminio	17
2.8.1.	<i>Curtición con sulfato de aluminio</i>	18
2.8.2.	<i>Basificación</i>	18
2.9.	Exigencias de los cueros para confección de calzado	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	22
3.1.	Localización y duración del experimento	22
3.2.	Unidades experimentales	22
3.3.	Materiales, equipos e insumos	22
3.3.1.	<i>Materiales</i>	22
3.3.2.	<i>Equipos</i>	23
3.3.3.	<i>Insumos</i>	24
3.4.	Tratamiento y diseño experimental	24
3.4.1.	<i>Esquema del experimento</i>	25
3.5.	Mediciones experimentales	25
3.5.1.	<i>Mediciones físicas</i>	25
3.5.2.	<i>Evaluación sensorial</i>	26
3.5.3.	<i>Variables económicas</i>	26
3.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	26
3.6.1.	<i>Esquema del Análisis de Varianza</i>	26
3.7.	Procedimiento experimental	27
3.8.	Metodología de la evaluación	29
3.8.1.	<i>Mediciones físicas del cuero</i>	29
3.8.1.1.	<i>Resistencia a la tensión, N/ cm²</i>	29
3.8.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	31
3.8.1.3.	<i>Resistencia a la abrasión</i>	31
3.8.2.	<i>Evaluación sensorial de los cueros</i>	32
3.8.2.1.	<i>Llenura, puntos</i>	32
3.8.2.2.	<i>Blandura, puntos</i>	32
3.8.2.3.	<i>Curvatura del cuero, puntos</i>	33
3.8.3.	<i>Variables económicas</i>	33
3.8.3.1.	<i>Costos de producción</i>	33
3.8.3.2.	<i>Relación Beneficio Costo</i>	33

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1.	Evaluación de la característica física de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (Tara) en combinación con sulfato de aluminio..	34
4.1.1.	<i>Resistencia a la tensión, N/cm²</i>	34
4.1.2.	<i>Porcentaje de elongación, %</i>	36
4.1.3.	<i>Resistencia a la abrasión al frote en seco, Ciclos</i>	38
4.2.	Evaluación de las calificaciones sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (tara) en combinación con sulfato de aluminio	39
4.2.1.	<i>Llenura, puntos</i>	39
4.2.2.	<i>Blandura, puntos</i>	42
4.2.3.	<i>Curvatura, puntos</i>	44
4.3.	Evaluación económica de la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio	46
	CONCLUSIONES	48
	RECOMENDACIONES	49
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Productos utilizados en el remojo de las pieles caprinas.....	9
Tabla 2-2:	Fórmula para el pelambre y calero de las pieles.....	10
Tabla 2-3:	Formula para el desencalado y rendido de las pieles caprinas	12
Tabla 2-4:	Basicidad en porcentajes	19
Tabla 2-5:	Requisitos básicos para el cuero de calzado.....	21
Tabla 3-1:	Condiciones Meteorológicas del cantón Riobamba	22
Tabla 3-2:	Esquema del experimento	25
Tabla 3-3:	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	26
Tabla 3-4:	Cálculo de medición de la resistencia la tensión.....	30
Tabla 4-1:	Evaluación de la características físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) en combinación con sulfato de aluminio para calzado.....	34
Tabla 4-2:	Evaluación de las calificaciones sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara) en combinación con sulfato de aluminio.....	40
Tabla 4-3:	Evaluación económica de la producción de pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara más sulfato de aluminio.....	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Subproductos de la Tara y sus usos.....	16
Ilustración 3-1:	Equipo para medir el calibre del cuero.....	29
Ilustración 3-2:	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.	30
Ilustración 3-3:	Ilustración del equipo para medir la resistencia a la abrasión del cuero.	32
Ilustración 4-1:	Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) para calzado.....	36
Ilustración 4-2:	Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) para calzado.	37
Ilustración 4-3:	Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) para calzado.....	41
Ilustración 4-4:	Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) para calzado.....	44
Ilustración 4-5:	Regresión de la curvatura del cuero de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara) para calzado.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ESTADÍSTICAS DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN
- ANEXO B:** ESTADÍSTICAS DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN
- ANEXO C:** ESTADÍSTICAS DE LA LLENURA
- ANEXO D:** ESTADÍSTICAS DE LA BLANDURA
- ANEXO E:** ESTADÍSTICAS DE LA CURVATURA
- ANEXO F:** RECETA PARA EL PROCESO DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO G:** RECETA DEL PROCESO DE DESENCALADO Y PIQUELADO 1 PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO H:** RECETA PARA EL PROCESO DE DESENGRASE Y PIQUELADO 2 PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO I:** RECETA PARA EL PROCESO DE CURTIDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO J:** RECETA PARA EL ACABADO EN HÚMEDO, REMOJO, RECURTIDO CATIONICO, NEUTRALIZADO Y RECURTIDO ANIONICO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO K:** RECETA PARA EL ACABADO EN HÚMEDO, ENGRASE, FIJACIÓN DE LA ANILINA, LAVADO Y ACABADO EN SECO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO L:** ANÁLISIS FÍSICOS DEL CUERO CAPRINO
- ANEXO M:** ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO CAPRINO

- ANEXO N:** PROCESO DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO M:** PROCESO DE DESENCALADO, PIQUELADO 1, DESENGRASE Y PIQUELADO 2 PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO N:** PROCESO DE CURTIDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO O:** PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.
- ANEXO P:** PROCESO DE ACABADO EN SECO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, con el objetivo de curtir pieles caprinas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con un nivel fijo de sulfato de aluminio para calzado, para la investigación se utilizó 15 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los tratamientos, las cuales fueron adquiridas en el Mercado Municipal de Riobamba. Los resultados tanto físicos como sensoriales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar Simple, con tres tratamientos y cinco repeticiones cada uno. Las pruebas físicas fueron realizadas en los equipos de resistencias físicas del Laboratorio de Curtiembre de Pieles, y estuvieron basadas en las normas técnicas de la Asociación Española de la Industria del Cuero mientras tanto que las calificaciones sensoriales se les efectuó con el criterio de un juez competente. Los resultados indican que el uso del 12 % de tara reportó una resistencia a la tensión de 2836,39 N /cm², porcentaje de elongación de 69,0 % con 14 % de tara, y resistencia a la abrasión en seco de > 150 ciclos empleando 12 y 14 % de tara. De igual manera la llenura y curvatura registró 4,80 y 4,60 puntos empleando 14 % tara, en tanto que, la blandura con el empleo de 10 % de tara obtuvo 4.60 puntos. El mejor beneficio costo fue de 1.36 al implementar 12 % de tara. Se concluye que, uso de la tara influyen de manera positiva sobre las características físicas del cuero mejorando su calidad, dan mayor resistencia a la tensión, elasticidad y evita que se rompa fácilmente. Se recomienda realizar investigaciones con otro tipo de combinaciones en otros niveles y con distintos curtientes que sean amigables con el ambiente.

Palabras clave: <PIELES CAPRINAS>, <(Caesalpinia spinosa) tara>, <SULFATO DE ALUMINIO>, <RESISTENCIA A LA TENSIÓN>, <LLENURA>, <BLANDURA>



Ing. *[Signature]* Castillo



1535-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Leather Tanning Laboratory of the Faculty of Livestock Sciences of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) to tan goat skins with different levels of *Caesalpinia spinosa* (tara), in combination with a fixed-level of aluminum sulfate to footwear, for the investigation 15 goat skins of adult animals were used, for each one of the treatments, which were acquired in the Municipal Market of Riobamba. Both physical and sensory results were modeled under a Simple, Completely Random Design, with three treatments and five repetitions each. The physical tests were carried out in the physical resistance equipment of the Leather Tanning Laboratory. They were based on the technical norms of the Spanish Association of the Leather Industry, while the sensory qualifications were carried out with the criteria of a competent judge. The results indicate that the use of 12 % tara reported a tensile strength of 2836.39 N/cm², percentage elongation of 69.0 % with 14 % tara, and resistance to dry abrasion of > 150 cycles. It was using 12 and 14 % tara. Similarly, the fullness and curvature registered 4.80 and 4.60 points using 14 % tara, while the softness using 10 % tara obtained 4.60 points. The best cost-benefit was 1.36 when implementing 12 % tara. It is concluded that using tara positively influences the leather's physical characteristics, improving its quality, giving more excellent resistance to tension and elasticity, and preventing it from breaking easily. Researching other combinations at other levels and with different tanning agents that are environmentally friendly is recommended.

Keywords: <GOATS>, <(*Caesalpinia spinosa*) tara>, <ALUMINUM SULFATE>, <TENSILE STRENGTH>, <FULLNESS>, <SOFTNESS>.



1535-DBRA-UPT-2023

Lic. Washington Mancero, Mgs
DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA
060181079-9

INTRODUCCIÓN

El cuero y todo lo que se fabrica a partir de esta materia prima se encuentra entre los productos más comercializados a nivel mundial, por lo tanto, debe cumplir con ciertos criterios de acuerdo con el uso del producto final, desde la calidad del cuero, producido por los productores, hasta su transformación en cuero (Adzet, 2019, p. 14).

La industria del cuero es una actividad manufacturera, encargada de tratar pieles animales, mediante un proceso llamado curtido, el cual consiste en usar productos orgánicos e inorgánicos, para evitar la putrefacción de estas, Las pieles de caprinos jóvenes son muy finas y la piel de cabras posee una estructura más fibrosa y compacta, la cual son destinados a la confección de zapatos, guantes y otros artículos (Ayavaca, 2017, p. 14).

En cambio, la piel de los ovinos es fina, flexible y extensible por lo general de mayor calidad que se obtienen de animales jóvenes y son utilizadas para la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, alfombras de esa manera obtener un material que será utilizado para la confección de múltiples artículos sean estos de calzado, marroquinería, cueros para tapicería automotriz entre otros. El cuero y todo lo que se fabrica a partir de esta materia prima, se ubica entre los productos con mayor comercialización a nivel mundial (Arcos, 2022, p. 12).

Los taninos ocupan una parte de la línea fronteriza en ciencias entre la botánica y la química. ahora es posible describir en términos amplios la naturaleza de los polifenoles vegetales. El polvo de Tara molida es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de *Caesalpinia spinosa* (tara). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. En Ecuador las tenerías están cada vez más comprometidas con los aspectos éticos y sociales de sus negocios, y esto, mediante continuas inversiones, ha permitido asegurar mejoras sustanciales la eco ciencia de procesos y en el control y prevención de la contaminación (Hidalgo, 2019, p. 22).

Las pieles curtidas con sulfato de aluminio tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con productos orgánicos como es la tara que garantiza su belleza natural y su resistencia física para evitar que se descurtan o que se rompan (Lacerca, 2019, p. 22).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El curtido de pieles es tan antiguo como la historia de la humanidad; puesto que, en los primeros manuscritos de seres humanos que poblaron la tierra fueron realizados en pieles de animales. El curtido de pieles se trata de una serie de procesos químicos y operaciones mecánicas en los que los materiales perecederos (pieles), compuestos principalmente por proteínas, se convierten en materiales resistentes a la corrosión denominado cuero (Torre, 2018, p. 47).

El cuero que se obtiene de la piel de especie caprina tiene diversas propiedades que la hacen muy apta para la fabricación de bolsos, vestimenta, sombreros, cinturones, carteras, calzado, entre otras. Esta piel, es más gruesa y resistente que la de la especie ovina; por lo que, será menos propensa a roturas que desmejoren la calidad del cuero. Los bolsos y calzado elaborados con cuero de cabra suelen ser flexible, transpirable, dúctil y se puede teñir o dejarla con su acabado natural. Es resistente, y puede durar hasta 5 veces más que cualquier tipo de telas. (Faccini, 2021, p. 21).

Con los cambios en la legislación de todo el mundo sobre la protección del medio ambiente y el desarrollo de nuevas tecnologías para una producción más limpia, la industria del curtido se ha visto en la obligación de innovar en sus procesos, uno de los cuales es la sustitución de los curtientes minerales por productos de origen vegetal; tales como, la mimosa, quebracho, tara entre otros, de origen químico o una combinación de productos tanto químicos como vegetales, que sean menos perjudiciales para el medio ambiente. Estas consideraciones se promueven debió al conocimiento de los efectos negativos por parte del curtido mineral, especialmente al Cromo III, que actualmente cubre el 90% de los cueros curtidos con este metal (Guachamín, 2019, p. 14).

Antiguamente la curtición de pieles se ha llevado a cabo con la utilización de cromo; sin embargo, dicho reactivo provoca un alto impacto ambiental debido a que posee una elevada toxicidad, es por ello que se busca la aplicación de un método alternativo para la curtición de pieles, en base a una curtición orgánica a base de *Caesalpinia spinosa* (tara o guarango); cuyo método genera una práctica ambiental sostenible dentro de la industria del cuero, al disminuir el uso y eliminación de residuos químicos tóxicos perjudiciales para el medio ambiente y las personas que realizan actividades de curtiembre (Arcos, 2022, p. 27).

1.2. Planteamiento del problema

El procedimiento de curtición orgánica de las pieles de cabra, se basa en la utilización de material vegetal como cortezas, maderas, hojas y raíces. El poder curtiente de la tara, se encuentra en los taninos vegetales ubicados en las vainas que encapsulan a sus semillas. Por lo tanto, se justificó la investigación que se desarrolló basada en la premisa; de que, la sociedad está muy comprometida con el cuidado del ambiente, investigando sobre productos, que reemplacen el uso del cromo por curtientes amigables con el ambiente como es la tara y que en nuestra provincia su cultivo es abundante (Hormes, 2022, p. 1).

En base a lo expuesto dicha investigación se enfoca en aplicar curtición de pieles mediante la utilización de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con sulfato de aluminio; el mismo que, es un producto químico no tóxico, que tienen la ventaja de ser incoloro y se emplea aún hoy en la producción de pieles de peletería y de cueros para calzado medicinal. Puesto que presenta suficiente estabilidad y que su aplicación puede ser combinada con taninos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. La curtición mixta vegetal-aluminio se utiliza en la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación, para incentivar a la disminución de problemas ambientales por el uso de productos especialmente el cromo, que tiene efectos cancerígenos al ser transformado a cromo hexavalente, por acción del oxígeno del ambiente (Faccini, 2021, p. 22).

1.3. Justificación

El proceso de curtido es una de las actividades que en la actualidad se encuentra estrictamente controlada, debido a que uno de los productos más utilizados es el cromo, el cual afecta las condiciones ambientales del entorno, por lo que se buscan alternativas para disminuir estos efectos, que es uno de los únicos inconvenientes. de usar curtientes vegetales que son ricos en taninos como es la tara que en nuestra región se encuentra muy difundida llegando inclusive a constituirse asociaciones que se dedican a su cultivo y divulgación por ser una especie vegetal que tiene múltiples usos en varios campos como es la farmacéutica, alimentación e industria.

Pero este tipo de curtición es fácil de lavar, por lo que es necesario usar un agente de bronceado químico como es el sulfato de aluminio que no es toxico en comparación del cromo que es el curtiente universal y que de acuerdo a la legislación de muchos países se encuentra normalizado estrictamente por lo que las curtiembres tienen que ver soluciones prácticas y la más adecuada es la sustitución de este elemento por productos más amigables con el ambiente.

La curtición ecológica con la utilización de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio, busca la reducción de la presencia de cromo en las aguas residuales en la etapa de curtición; y por consiguiente, la reducción del coste del tratamiento de las aguas residuales y de la gestión de los lodos. Por otro lado, los residuos sólidos del proceso de curtición están exentos de cromo y son más biodegradables, lo que también simplifica su gestión (Ayavaca, 2017, p. 36).

1.4. Objetivos

- Utilizar diferentes niveles (10 %, 12 %, 14 %) de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio (4 %) en la curtición de pieles de caprino para la confección de calzado en los parámetros físicos.
- Analizar los diferentes parámetros sensoriales de las pieles de caprino luego del proceso de curtición utilizando los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio.
- Establecer la relación beneficio/costo de la producción de cuero caprino curtido con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de investigaciones anteriores

Un primer trabajo corresponde a (Miranda, 2023, p. 41), quien realizó la Curtición de pieles caprinas con diferentes niveles de glutaraldehído (8,9 y 10% en combinación con *Caesalpinia spinosa* (tara).

“La curtición de pieles de cabra con diferentes niveles de glutaraldehído como son (8, 9 y 10%) en combinación con (8%) de *Caesalpinia spinosa* (tara), en comparación de un tratamiento testigo que fue la curtición con cromo, utilizando un diseño completamente al azar simple, se emplearon 16 pieles de animales criollos adultos. Los resultados determinaron que al aplicar (9%) de glutaraldehído se produce cueros mucho más resistentes específicamente en lo que tiene que ver con resistencia a la tensión (3817,17 N/cm²), lastometría (10,09 mm) y porcentaje de elongación (51,25%), además, en la evaluación sensorial los cueros caprinos curtidos con 8% de glutaraldehído, se reportaron las más altas ponderaciones de llenura (4,75 puntos), y redondez (4,75 puntos), la mayor rentabilidad se consigue al aplicar mayores niveles de curtiente glutaraldehído (10%) con una relación beneficio costo de 1,43, Se concluye que la curtición de las pieles caprinas con glutaraldehído resulta una alternativa adecuada para prescindir del uso del curtiente universal como es el cromo”.

Un segundo trabajo corresponde a (Pilamunga, 2017, p. 40) quien evaluó la Curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) y ácido oxálico, observándose los siguientes resultados:

“La curtición de pieles caprinas empleando una combinación de diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) y ácido oxálico, utilizando 24 pieles caprinas, que fueron modeladas con un diseño completamente al azar. Los resultados del análisis de las resistencias físicas del cuero caprino determinaron la mejor resistencia a la tensión (3297,90 N/cm²), porcentaje de elongación (80,31 %) y lastometría (8,98 mm), al curtir las pieles con 14 % de tara en combinación con 1 % de ácido oxálico, produciendo un cuero muy resistente, que se moldea fácilmente para tomar la forma del artículo que se quiere confeccionar y sobre todo que al ser sometido a fricción no se rompe. Las mejores calificaciones de llenura (4,50 puntos), blandura (4,8 puntos) y redondez (4,63 puntos), se logró al curtir las pieles con 14 % de tara; que corresponde a cueros con una suavidad y caída ideal; elevando su preferencia por el artesano y consumidor final. La opción más adecuada es

curtir con 14 % de tara (T1), ya que la relación beneficio costo fue de 1,22; es decir que, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 22 %, a la que se debería sumar un rubro muy importante considerado por el cuidado ambiental ya que no es necesario tratamientos primarios de los residuos líquidos”

Un tercer trabajo fue realizado por (Altamirano, 2017, p. 22), quien en la evaluación de Curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (Tara) más un tanino sintético, reportó que:

“Al curtir 24 pieles caprinas, con una combinación de tara más un tanino sintético los resultados fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar simple, y que indican que el nivel más adecuado de *Caesalpinia spinosa*, para la confección de calzado femenino fue del 16 %, ya que se consiguió elevar la clasificación del cuero, evitar pérdidas por devoluciones sobre todo garantizar un artículo de primera calidad, conseguir mayor resistencia a la tensión (3703,10 N/cm²) y determinar el porcentaje de elongación con 79,6 %; mientras que la mayor resistencia a temperaturas altas fue registrada en el lote de cueros del tratamiento T1, con 85,75 °C. La evaluación sensorial determinó que la mayor ponderación fue atribuida al lote de cueros del tratamiento T3, determinándose la mayor blandura y tamaño de la flor con un valor similar de 4,75 calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), en tanto que la calificación mayor de llenura fue registrada en los cueros del tratamiento T1 (12 %), y que representa mejor aceptación por parte de los manufactureros y consumidores. La mayor rentabilidad económica fue registrada con mayores niveles de tara ya que la relación beneficio costo fue de 1,24 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 24 centavos, que resulta muy interesante sobre todo en los momentos actuales que se requiere reactivar la económica del país.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Piel caprina

La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas como ser el órgano de protección sumamente eficaz, también es un órgano termorregulador, cumple con la función de mantener la temperatura corporal y la cumple en base a determinadas estructuras fundamentales que son las glándulas sudoríparas y la vascularización, la piel representa un valor proporcional importante del total de la venta del animal para la producción de carne. Esta puede ser aprovechada si es correctamente retirada y conservada, dando lugar a un producto altamente valorado en el mercado, debido a su aspecto y características mecánicas peculiares (Rey, 2022, p. 14).

Además, se indica que la piel es un órgano sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras. Es un reservorio sanguíneo. Actúa como depósito de determinadas sustancias químicas, como son los lípidos. Es un órgano de secreción de diferentes productos que van desde el sudor, hasta productos de secreción mucho más elaborados como la secreción láctea, la piel y su transformado (el cuero) han sido considerados en los mejores momentos como subproducto que tienen un valor agregado muy representativo (Zurita, 2019, p. 68).

La piel caprina es el tipo de material que se utiliza para confeccionar zapatos más sólidos de uso diario: su estructura es maciza y aun así maleable. El tejido de su capa reticular es muy resistente y debe poder soportar como mínimo unas 20000 flexiones sin quebrarse o desgarrarse. La capa papilar original es apenas visible puesto que la superficie ha sido tratada y cubierta por una capa graneada artificial como, por ejemplo, un scotchgrain irregular, que es un tipo tradicional que tiene un patrón grabado en él, este patrón fue hecho originalmente de granos barley usados en el whisky, se presionan en el cuero para crear un diseño único, es una piel durable y fuerte (Adzet, 2019, p. 25).

La extensión de la piel es mucho mayor que la de la piel del ternero: llega a alcanzar a los 3 m², por lo que suele cortarse en dos hojas a lo largo de la columna vertebral, forma en que llega al cortador. Este sitúa los patrones de la pala de forma distinta a la utilizada con la piel del ternero. Las zonas situadas a lo largo del espinazo son también más valiosas, pero en este caso el cortador no sitúa la empella derecha y la izquierda contiguas, sino una debajo de la otra a lo largo de la línea del espinazo puesto que, tal como se ha mencionado anteriormente, se trata sólo de la mitad de la piel. Como inconvenientes en la producción de caprinos desinados a piel, es el desconocimiento generalizado que se tiene de este sector primario y la inexistencia de un programa de calidad a lo largo de la cadena de producción (Altamirano, 2017, p. 14).

2.2.1.1. Estructura de las pieles caprinas

La piel puede convertirse en una de las mayores fuentes de lucro para el productor caprino, puede distinguirse según se trate de animales de diferentes especies, incluso, en una misma especie o en un mismo animal puede variar de unas zonas a otras. Aspectos como la raza, procedencia, características de crianza, entre otros, pueden agudizar estas diferencias, y sobre todo afectar sobre la calidad de la piel y del cuero, que se puede hacer sobre el cuero es decir sobre la piel curtida o sobre la piel ante y post mórten, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. Sin embargo, se afirma que, básicamente la estructura de la piel está dividida

en tres capas, semejantes principalmente en los bovinos, ovinos y caprinos, estas capas, ordenadas desde la superficie hasta el interior son (Fábregas, 2018, p. 17).

- **Epidermis:** es una capa delgada y estratificada aproximadamente representa el 1% del espesor total de la piel en bruto. Tiene origen en la epidermis entre el pelo, lana, pezuñas, cuernos, etc. Durante el procesamiento de la piel en cuero, la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre y embadurnado, desde fuera hacia dentro la epidermis contiene las siguientes capas: capa de Malpighi, capa granular y capa córnea (Fábregas, 2018, p. 17).
- **Dermis o corium:** es la zona más importante para la industria del curtido. Corresponde el 85% de la piel en bruto, y está debajo de la dermis y separada por la membrana hialina. Tiene dos zonas: la papilar y la reticular. La dermis o corium se ubica entre la epidermis y la hipodermis o capa subcutánea en la estructura de la piel, que está compuesta por el tejido conjuntivo laxo, la cual está formada por fibras colagénicas y fibras elásticas, además la dermis es 15-40 veces mayor que la epidermis (Fábregas, 2018, p. 17).
- **Tejido subcutáneo o endodermis:** (lado de la carne) es la zona más interna que se une con el cuerpo del animal y constituye el 15% del espesor de la piel bruto. La parte externa de la piel se conoce como lado de flor y la parte interna lado de carne. Esta capa subcutánea permite conservar el calor del cuerpo animal y lo protege contra lesiones debido a que actúa como una capa que absorbe los golpes. Algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad (Fábregas, 2018, p. 17).

2.3. Procesos de ribera de las pieles caprinas

De las cabras se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos de alto precio, guantes y otras obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabritilla. Pueden emplearse varias sustancias para curtir, pero la principal distinción está entre el curtido vegetal y al cromo, para lo cual se realiza proceso que se describe a continuación (Callejas, 2014, p. 23).

2.3.1. Remojo

El proceso de remojo es el primer trabajo de ribera y su objetivo es devolver a la piel su estado de hinchamiento natural y eliminar la suciedad (barro, sangre, estiércol, microorganismos, etc.) así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación. (Villegas, 2021, p. 25). Los productos químicos utilizados

Tabla 2-1: Productos utilizados en el remojo de las pieles caprinas

PRODUCTO	CANTIDADES
Agua	100 – 300 %
Bactericida	0.05 – 0.10 %
Tensoactivo	0.2 – 1.5 %
Carbonato de sodio	0.10 – 0.30

Fuente: (Villegas, 2021, p. 25)

2.3.1.1. Factores que influyen en el proceso de remojo

Los factores que influyen en el proceso de remojo se describen a continuación en los siguientes apartados, (Hidalgo, 2019, p. 32):

- Efecto mecánico: al aumentar la acción mecánica aumenta la rapidez de la limpieza y rehumectación sin embargo también aumenta la temperatura (lo que provoca crecimiento bacteriano). Así como abrasión que puede originar rompimiento de las fibras. Por tal motivo lo recomendable es lo siguiente: El tambor debe tener una velocidad 2-4 R. p. m, y el paleta tiene que tener una velocidad de 20 r.p.m (Hidalgo, 2019, p. 32).
- Tiempo: está relacionado con la temperatura del baño, el grado de conservación (estado conservación), o uso de productos auxiliares y la estructura de las diferentes razas, el tiempo medio de proceso para pieles verdes es de 30 min a 2 h. Para pieles saladas de 4 a 6 h y para pieles saladas secas de 12 a 48h. Empleo de auxiliares: se pueden utilizar, bactericidas, Tensoactivos, sales neutras y enzimas (Hidalgo, 2019, p. 32).
- Temperatura: las temperaturas más elevadas proporcionan tiempos de remojo menores; temperaturas más bajas requieren permanencia de las pieles en remojo por tiempo mayor o cuanto mayor la temperatura, mayor la limpieza y la velocidad de rehidratación de las pieles o la temperatura no debe pasar 28- 30°C debido al riesgo de contracción de las pieles (proteína, colágeno) y también debido al aumento de la actividad bacteriana (Hidalgo, 2019, p. 32).
- Agua: el agua utilizada en el remojo debe ser pobre en materia orgánica, y tener número reducido de bacterias y es deseable que presente una dureza relativamente baja. La relación de agua está en función de la masa de las pieles, varía en función del tipo de equipamiento y estado de la materia prima a ser remojada (Hidalgo, 2019, p. 32).

El remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación y consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos y productos usados en la conservación: sal),

disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas (Porcel, 2016, p. 22).

2.3.2. *Pelambre y calero*

Una vez la piel está hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo, el siguiente paso es el pelambre (no en todas las pieles ya que hay algunos artículos en los que se conserva la lana). El pelambre es una hidrólisis química que provoca el hinchamiento de la piel y hace que se desprenda el pelo, y se descomponen. El hinchamiento de la piel en el proceso de pelambre es ocasionado por el hecho de que sus grupos básicos se descargan formándose colagenatos, el depilado de las pieles se puede realizar de distintas maneras. Antes el pelambre se hacía únicamente con cal y duraba 15 días, (Altamirano, 2017, p. 22).

En la actualidad se utiliza el sulfuro y sulfhidrato sódico, pero al ser tan altamente contaminante se está trabajando con otras alternativas como puede ser la utilización de aminos o enzimas, el pelambre oxidativo, pelambres con recuperación de pelo, etc. También existe el pelambre manual, que se utiliza para piel ovina. Se efectúa por embadurnado aplicando la pasta por el lado carne. Se quema la raíz y se extrae fácilmente. Este método también se puede hacer en piel vacuna pero la pasta tarda mucho en penetrar (Fábregas, 2018, p. 22).

Es un procedimiento lento, pero la piel queda mejor. La adición de los productos se hace en tres tomas para que las pieles se hinchen despacio. Lo ideal sería que no se produjera hinchamiento, pero con la adición de álcalis es inevitable. Las aminos y los tensoactivos disminuyen la velocidad de hinchamiento y disminuyen el hinchamiento. La flor queda más fina. Con NaHS la alcalinidad sube más despacio y el hinchamiento se produce más lentamente. Si se pone la cal primero, se inmuniza el pelo y no se extrae, se utiliza para los pelambres con recuperación de pelo, una formulación de un pelambre tradicional con destrucción de pelo se describe en la tabla 2-1 (González, 2018, p. 14).

Tabla 2-2: Fórmula para el pelambre y calero de las pieles

PRODUCTO	CANTIDAD
Porcentaje sobre peso salado.	
Agua 20 - 22 °C	50-200%
Sulfuro de sodio	2%
Hidróxido de sodio	2%
Hidróxido de calcio	2%
Aminos y/o tensoactivos	1 %

Rodar 1 hora.	
Sulfuro de sodio	1%
Hidróxido de calcio	1%
Rodar 2 horas.	
Hidróxido de calcio	1%
Rodar 1 hora, para luego rodar y parar 24-48 horas	

Fuente: (Torre, 2018, p. 24).

Si la cal se pone después, se produce en la piel un hinchamiento osmótico debido a los grupos (OH⁻). Se produce un hinchamiento de la fibra y un acortamiento lo que provoca rigidez en la piel, que se conoce como turgencia. El ion Ca²⁺ produce un hinchamiento hidrotópico, es decir, disminuye el hinchamiento evitando que la fibra se acorte. Los grupos (OH⁻) provocan el hinchamiento de la piel, y Ca²⁺ hidroliza las fibras atacando en donde se produce el acortamiento evitando así, las arrugas y favoreciendo la entrada de agua entre las fibras. La tendencia que siguen los procesos de pelambre es reducir la cantidad de sulfuro a la mitad mediante la introducción de enzimas, la recuperación del pelo y la disminución del tiempo empleado (Hidalgo, 2019, p. 10).

2.3.3. Descarnado

El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. Continuado al descarnado se procede a recortar el cuero en grupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes. En nuestro caso trabajamos con espesores que oscilan entre 2,5 mm a 6,0 mm. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado (Pereira, 2016, p. 12).

2.4. Procesos de curtido de las pieles caprinas

2.4.1. Desencalado y rendido

El desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto el hinchamiento alcalino de la piel apelmbrada, el objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel de, grasas, proteínas no fibrosas, etc, (Sánchez, 2006, p. 45). Una formulación de desencalado y rendido se describe en la tabla 3-2:

Tabla 2-3: Formula para el desencalado y rendido de las pieles caprinas

PRODUCTOS	PORCENTAJES
% sobre peso tripa (después de descarnar y dividir)	
Agua a 35° C	200-600%
Desencalante	1 -3%
Rodar 1-3 horas hasta pH=8-8,5 (fenolftaleina.)	
Enzimas (de 1000 a 1200 unidades)	1 %
Rodar 30' - 1 hora.	1-2%
Tensoactivo	
Rodar 30'-1 hora. Lavar	

Fuente: (Sánchez, 2006, p. 45).

Como desencalantes se pueden utilizar los productos siguientes, (Callejas, 2014, p. 10):

- **Ácido láctico:** lleva lactonas que se van hidrolizando poco a poco, desdoblándose por acción de los álcalis en la forma acida. A medida que se elimina la cal de la piel, ésta reacciona con la lactona, para dar más ácido. Es como un autodesencalado que evitará problemas de hinchamiento y el desencalado será bastante regular (Callejas, 2014, p. 10).
- **Dióxido de carbono CO₂:** antes se pensaba que no funcionaba bien, pero se ha demostrado que el *exceso* de CO₂ da bicarbonato calcico y no carbonato, evitando así la flor áspera. Pero el problema estriba en que es un proceso muy lento y difícil de completar con éxito (Callejas, 2014, p. 10).
- **Sulfato de amonio (NH₄)₂SO₄:** forma tampones alrededor de pH=8. Es un producto barato que si se utiliza en exceso no afecta a la calidad de las pieles, pero sí a las aguas residuales (Callejas, 2014, p. 10).
- **Cloruro de amonio NH₄Cl:** este producto junto la cal forma cloruro calcico e hidróxido amónico. Este cloruro calcico formado, debido a su poder liotrópico, puede aflojar mucho la estructura del colágeno, especialmente en los flancos, dando pieles vacías. Los tensoactivos se ponen en el rendido para limpiar un poco la flor. Si no se adicionan enzimas en el proceso, las pieles quedan duras y poco elásticas y la flor rompe. Pero se debe controlar la cantidad, ya que si hay un exceso de enzimas nos podemos quedar sin pieles, por su efecto de degradación de las proteínas. Una forma de ver si hay una cantidad de enzimas suficiente y el rendido ha sido correcto, se toca con el dedo la piel y si éste permanece mucho tiempo marcado es que está blanda (Callejas, 2014, p. 10).

2.4.2. Piquelado

El piquelado consiste en tratar la piel, primero en un baño de agua con sal para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos: Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtición superficial y una flor más fina y firme en el cuero final (Flores, 2008 , p. 79).

2.4.3. Desengrase

La necesidad del desengrase viene dada por los inconvenientes que reporta su presencia durante el proceso de fabricación y sobre todo por la calidad deficiente que se obtiene en el cuero terminado. Los motivos por los que la grasa dificulta la fabricación correcta del cuero pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales: La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración. La necesidad del desengrase viene dada por los inconvenientes que reporta su presencia durante el proceso de fabricación y sobre todo por la calidad deficiente que se obtiene en el cuero terminado. Los motivos por los que la grasa dificulta la fabricación correcta del cuero pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales: La grasa dificulta la reacción de cualquier producto con la fibra de la piel y su penetración (González, 2018, p. 14).

La grasa no es miscible con agua y, por consiguiente, la grasa que rodea las fibras impide la penetración del producto en disolución acuosa. Incluso impide la penetración del agua hasta la micro-estructural del colágeno durante el remojo de la piel, con lo cual aparecerán zonas de la piel en las que ningún proceso se habrá realizado correctamente, apareciendo un tacto duro, tinturas poco igualadas y poca penetración, etc, (Ayavaca, 2017, p. 10) .

2.5. Curtición vegetal de las pieles

Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial son importantes, naturalmente sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo

un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes pues los transportes las encarecen. Además, el tanino obtenido permite lograr un cuero de buena calidad, las materias primas utilizadas para el curtido vegetal son (Ayavaca, 2017, p. 41).

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros -o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel (Ayavaca, 2017, p. 41).
- **No taninos:** Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos (Ayavaca, 2017, p. 41).
- **Insolubles:** Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan (Ayavaca, 2017, p. 41).
- Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente (Ayavaca, 2017, p. 41).

2.6. Generalidades de la *Caesalpinia spinosa* (tara)

La tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas. Los taninos son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas, Hace 3000 años, las culturas preincas empleaban las vainas de tara, que tienen un alto porcentaje de tanino, batidas con hierro, cómo colorante

negro para el teñido de prendas que aún conservan su color a pesar del paso de los siglos, Las vainas de la tara contienen una sustancia llamada tanino, la cual es utilizada para teñir de color negro. Las raíces pueden teñir de color azul oscuro (Bolat, 2022, p. 20).

Los taninos se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros. la goma, que se encuentra en el endospermo o parte interna de las semillas, se utiliza para estabilizar y emulsionar alimentos. la tara es considerada una de las 17 oportunidades de eonegocios más interesantes del país, en vista que producimos el 80 % del total mundial, de acuerdo con (De la Torre, 2018), la tara ha sido usado ancestralmente por las culturas andinas, se le conoce con diferentes nombres, según el país:

- Perú y Bolivia: tara o taya
- Ecuador: guarango, vainillo o campeche
- Colombia: dividi

El uso tradicional más importante ha sido el de sus vainas para curtir cueros, impermeabilizar ollas de barro y elaborar tintes para textiles, cerámicas y para escribir. La tara tiene además aplicaciones alimenticias, maderables, combustibles y medicinales, estas últimas dadas por las propiedades astringentes de sus vainas. Actualmente, los usos más extendidos por su importancia económica son el de sus vainas secas para obtener taninos para la curtiembre de cueros y el de sus semillas para obtener goma como aditivo de alimentos (Pilataxi, 2017, p. 19).

La harina o polvo de tara, que resulta de la molienda de sus vainas secas, puede tener hasta un 60% de taninos. Es un producto natural que sustituye a metales pesados tóxicos que se usan en la curtiembre tradicional, y cuyos residuos contaminan los cursos de agua. La harina de tara es reconocida por dar a los cueros firmeza y resistencia a la luz del sol, por lo que son preferidos para tapicería de muebles y autos. Los taninos de la harina de tara también se usan en la clarificación de vinos, como sustitutos de la malta para dar cuerpo a la cerveza, para la fabricación de plásticos y adhesivos, como anticorrosivos en pinturas, en la industria del caucho, farmacéutica y cosmética. (Melendrés, 2019, p. 17).

De la harina además se extraen ácidos de gran importancia en la industria farmacéutica, la tara tiene además aplicaciones alimenticias, maderables, combustibles y medicinales, estas últimas dadas por las propiedades astringentes de sus vainas La goma que se obtiene de las semillas actúa como un coloide que se usa en la industria alimenticia como estabilizante y espesante, con capacidad emulsionante y aglomerante, por lo que mejora y mantiene la textura de los alimentos (González, 2018, p. 19).

Además de la producción de goma, la cubierta de las semillas se aprovecha para preparar balanceados para animales, como ganado vacuno y cuyes, mientras que el germen contiene aceite y es rico en proteínas, por lo que se usa como alimento humano y de ganado vacuno, en la figura 1, se indica los subproductos de la Tara y sus usos especialmente en la alimentación animal y en los procesos industriales (Guachamín, 2019, p. 22).

Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros una finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante y la facilidad que tengan durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo, en la figura 1-2, se ilustra los Subproductos de la tara (Fábregas, 2018, p. 21).



Ilustración 2-1: Subproductos de la Tara y sus usos

Fuente: (Guachamín, 2019, p. 22).

2.7. Curtición mineral

El curtido mineral es mucho más rápido, en este curtido se utiliza comúnmente el sulfato básico de cromo, que es una sal de cromo trivalente, debido a su bajo costo, poca duración de proceso y calidad del cuero final. el curtido al cromo produce cueros de color verde / azul claro con buena resistencia al calor. Los cueros producidos mediante este tipo de curtido se destinan principalmente para artículos de confección, cueros para corte de calzado, (Adzet, 2019, p. 21).

Mediante esta técnica se producen cueros denominados Wet blue, que se comercializan como materia prima, debido a su alta estabilidad, la operación de curtido al cromo consiste en agregar sales de cromo en el mismo baño del piquel y mediante movimiento mecánico en el tambor, propiciar la difusión de las sales a través de las fibras de la piel (Zurita, 2019, p. 21).

Una vez conseguida la difusión, se basifica, subiendo gradualmente el pH del baño, para dar tiempo a las sales de cromo más básicas a penetrar en la microestructura del colágeno antes de que estas se hagan insolubles, evitando su precipitación en la superficie de la piel, que la mancharía de manera irreversible. Los materiales de basificado generalmente empleados son el carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, formiato de sodio, carbonato de calcio y óxido de magnesio (Lacerca, 2019, p. 39).

Los curtientes minerales actúan ligándose a los radicales polares de las proteínas colágenas, para formar complejos de adición a través de sus átomos metálicos. Los más corrientes son el ion cromo, como sulfatobásico (curtido al cromo) y el aluminio como alumbre (curtido blanco), se emplean sales de cromo como agentes curtientes (alumbre de cromo o sulfatos básicos de cromo). El curtido depende de las características de la piel piquelada, la concentración y la basicidad de las disoluciones de cromo, el tamaño de los complejos de cromo y los enmascarantes, la adición de sales neutras y la temperatura (Palomas, 2005, p. 58).

Las sales de cromo son desde hace más de un siglo uno de los curtientes más importantes, ya que el 80% de los cueros se curten de esta manera. El proceso de curtido al cromo es considerado el más versátil, ya que permite recurtir las pieles, la acción del cromo convierte a la piel en cuero, un material estable, impidiendo su degradación. Actualmente, los usos más extendidos por su importancia económica, son el de sus vainas secas para obtener taninos para la curtiembre de cueros y el de sus semillas para obtener goma como aditivo de alimentos (Miranda, 2015, p. 22).

2.8. Generalidades del sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio es un compuesto químico, sólido, cristalino y blanco, de fórmula química $Al_2(SO_4)_3$, se emplea para eliminar impurezas solubles del agua, antes de utilizarse para el consumo humano, en la fabricación de papel y en tintorería. El sulfato de aluminio es muy importante desde el punto de vista industrial, en el caso del sulfato de aluminio tipo A es blanco y sólido tiene un contenido de hierro inferior a 0.5% y de color marrón para el caso del sulfato de aluminio tipo B y presenta un contenido de hierro inferior al 1,5%. Actualmente existen en el mercado sales de aluminio más eficientes puesto que con dosis inferiores se obtienen mejores remociones de contaminantes, (González, 2018, p. 12).

El sulfato de aluminio es ampliamente usado en la industria, comúnmente como coagulante en la purificación de agua potable y en la industria del papel, además posee una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena (Pilataxi, 2017, p. 21).

2.8.1. *Curtición con sulfato de aluminio*

Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. (Hidalgo, 2019, p. 67).

Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena (Castro, 2013, p. 78).

El aluminio difiere del cromo en el sentido de que la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha. El agregado de sales de oxiácidos o hidróxidos tales como el tartrato o el citrato de sodio estabiliza en gran parte el complejo de aluminio, permite la curtición sobre una gama más amplia de pH y produce una curtición mucho más estable. Con bastante frecuencia se emplea formaldehído como curtición suplementaria (Álvarez, 2021, p. 54).

2.8.2. *Basificación*

La basicidad de un complejo de cromo puede definirse como el porcentaje total de valencias primarias del átomo de cromo que están ocupadas por grupos hidróxilo (OH⁻). El cromo trivalente en solución tiene una fuerte atracción por los iones OH⁻. Las sales básicas de cromo se diferencian unas de otras por los números de grupos OH⁻ unidos al átomo de cromo. La basicidad puede expresarse en (Villegas, 2021, p. 20).

- Doceavas partes, también llamados grados alemanes
- En porcentaje o grados Schorlemmer

Si el átomo cromo no tiene ningún grupo básico (ningún grupo OH- enlazado) su basicidad es 0, en la tabla 4-2, se indica las equivalencias de la basicidad, (Arcos, 2022, p. 21).

Tabla 2-4: Basicidad en porcentajes

Basicidad en porcentaje	Basicidad en doceavos	
0 (ningún grupo OH- enlazado)	= 0/12	CrCl ₃ (Cloruro de cromo)
33% (un enlace ocupado por un grupo OH-)	= 4/12	Cr(OH)Cl ₂ (Cloruro monobásico de cromo)
66% (dos enlaces ocupados por un grupo OH-)	= 8/12	Cr(OH) ₂ Cl (Cloruro dibásico de cromo)
100 (tres grupos OH)	= 12/12	Cr(OH) ₃ (Hidróxido de cromo precipitado)

Fuente: (Arcos, 2022, p. 21)

La diferencia entre la basicidad y 100 es lo que se denomina acidez (Lo que no está básico es ácido). Dicho de otra manera, es el porcentaje de valencias primarias del átomo de Cr que no están unidas a grupos OH-. O sea, que la suma de la basicidad más la acidez debe dar 100. En la práctica se puede decir que el poder curtiente de una sal de cromo aumenta al aumentar su basicidad, (Castro, 2013, p. 15).

Se inicia la curtición con compuestos de cromo de baja basicidad, generalmente 33%. Con esto se consigue un rápido atravesamiento de la piel y se evita una sobrecurtición de las capas externas de la piel en tripa. Con basicidades entre 0 y 33% las moléculas en solución son de pequeñas dimensiones, además de poseer complejos mononucleares sin acción reticulante, o sea, sin efecto curtiente entre las cadenas moleculares de la proteína dérmica. Este efecto curtiente se logra cuando 2 o más átomos de cromo se enlazan formando moléculas mayores (mayor basicidad). Pero, si esas moléculas son demasiado grandes se dificulta su penetración en la sustancia dérmica, (Miranda, 2015, p. 10).

2.9. Exigencias de los cueros para confección de calzado

Algunos países tienen ciertas normas para los productos de cuero. Por ejemplo, Alemania exige que las prendas y elementos tengan unos estándares mínimos de calidad, como que no incluyan más del 2% de cenizas una vez se ha deducido el óxido de cromo, que tenga un pH de extracto acuoso de un mínimo del 3,5%, que su alargamiento a la rotura pueda llegar al máximo del 60%

A modo de síntesis, las principales exigencias y solicitudes que el cuero para calzado debe satisfacer en la fabricación y en el uso práctico del calzado se resumen en la siguiente relación, (Adzet, 2005, p. 56).

- El cuero y su acabado deben poseer una alta flexibilidad para prevenir la aparición de fisuras y roturas en la zona de flexión del calzado. Alcanzar una suficiente adherencia del acabado para evitar su desprendimiento con el uso del calzado (Adzet, 2005, p. 56).
- Acreditar una adecuada solidez al frote, entendiéndose que el frote no modifique substancialmente el aspecto del cuero ni la capacidad de ser nuevamente pulido por el usuario (Adzet, 2005, p. 56).
- Tener una elevada elasticidad de la capa de flor, que le permita resistir los esfuerzos de elongación a que se somete en el montado del calzado, especialmente en la puntera (Adzet, 2005, p. 56).
- La medición de la elongación a la rotura debe proporcionar un valor intermedio, ni demasiado alto ni demasiado bajo. Con ello se apunta una elasticidad suficiente para adaptarse a la particular morfología del pie del usuario y a los movimientos derivados de su personal forma de andar, pero no excesiva, lo cual conduciría a la pronta deformación del calzado con la alteración de sus medidas y proporciones.
- La resistencia al agua es una propiedad cada vez más solicitada y en este sentido el ensayo dinámico de impermeabilidad adquiere especial importancia. En todo caso debe distinguirse entre cuero de calzado para usos convencionales y el de altas prestaciones con el calificativo comercial de "hidrofugado" o "waterproof, para el que todas las directrices establecen unas demandas más exigente (Adzet, 2005, p. 56).
- El cuero de calzado debe ser permeable al vapor de agua, el contenido en sustancias inorgánicas solubles debe ser bajo para prevenir la formación de eflorescencias salinas.
- Otras cualidades importantes que pueden mencionarse son la solidez a la gota de agua para los afelpados, la resistencia a la tracción para los serajes, la estabilidad de los colores claros sin que se produzcan amarillamientos (Adzet, 2005, p. 56).

Los cueros destinados a la confección de calzado deben cumplir con un número determinado de exigencias de calidad según las Normas técnicas del Cuero y calzado, (AQUEIC, 2002, p. 1) como son poseer una elevada resistencia al desgarrar. un índice muy alto de contracción en la limpieza en seco, también se le ha de atribuir una gran temperatura de contracción. tiene una resistencia muy alta a la abrasión. que se muy sólido es muy sólido La resistencia al agua es una nueva exigencia que se está imponiendo sobre muchos artículos, especialmente los deportivos. Debe ser permeable al vapor de agua, de manera que el consumidor experimente cierto confort. De igual

manera debe tener un bajo contenido de materias orgánicas solubles, para prevenir la formación de eflorescencias salinas, en la tabla 5-2-, se indica los requisitos básicos para el cuero de calzado:

Tabla 2-5: Requisitos básicos para el cuero de calzado.

RESISTENCIAS FÍSICAS	NORMAS DE CALIDAD	LÍMITES
Resistencia al desgarro	ISO 3377	Mínimo 120 N absolutos
Resistencia a la atracción	ISO 3376 con una probeta	Mínimo 125000
Resistencia a la flexión	Del I = 90 mm y b1= 25 mm ISO 2023	flexiones sin agrietarse
Absorción de agua a los 60 minutos	Especificado en la norma	Máximo 30%
Tiempo para el primer paso de agua	Especificado en la norma	Mínimo 60 minutos
Penetración de agua a los 90 minutos	Especificado en la Norma	Máximo 2 gramos
Permeabilidad al vapor de agua		Mínimo 0.8 mg/h.cm ²
Coficiente de vapor de agua		Mínimo 20 mg/h.cm ²
Valor del pH	ISO 4045	Mínimo 3'5
pH diferencial (solo si pH <4)	ISO 4045	Máximo 0.7'

Fuente: (AQUEIC, 2002, p. 1)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental sobre curtición de pieles caprinas utilizando diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con sulfato de aluminio, se llevó a cabo en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur kilómetro 1 ½ del cantón Riobamba provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00'' y una latitud sur de 01° 38' 02'', el tiempo de duración fue de 70 días. A continuación, en la tabla 1-3, se indica las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Tabla 3-1: Condiciones Meteorológicas del cantón Riobamba

CONDICIONES	UNIDADES	PROMEDIO 2022
Temperatura	°C	16
Humedad	%	88
Precipitación	mm	81,7
Heliofanía	Horas Luz	152,9
Vientos	Km/hora	23

Fuente: (WEATHERSPARK, 2022, p. 1)

3.2. Unidades experimentales

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 15 pieles caprinas de animales adultos; las mismas que, se adquirieron tanto en el Camal Municipal de Riobamba, como en varias casas de rastro de la provincia de Chimborazo.

3.3. Materiales, equipos e insumos

3.3.1. *Materiales*

- 15 pieles caprinas
- Mandil y overol
- Percheros.
- Baldes de distintas dimensiones.

- Candado.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinas.
- Tijeras.
- Mesas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Cilindro de gas.
- Probeta.
- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Rótulo.
- Martillo.
- Fundas de plástico
- Envases de diferentes dimensiones
- Ollas

3.3.2. *Equipos*

- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Computadora.
- Bombos de remojo curtido y recurtido.
- Máquina descarnadora de piel.
- Máquina raspadora.
- Bombos de teñido.
- Togging.
- Equipo para medir tensión y elongación.
- Calefón.

3.3.3. *Insumos*

- Cloruro de sodio
- Formiato de sodio
- Sulfuro de sodio
- Hidróxido de Calcio
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Harina de *Caesalpinia spinosa* (tara)
- Cromo
- Ríndente
- Grasa animal sulfatada
- Lanolina
- Grasa catiónica
- Aserrín
- Dispersante
- Pigmentos
- Anilinas catiónicas
- Recurtiente de sustitución
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas
- Recurtiente neutralizante
- Recurtiente acrílico
- Alcoholes grasos
- Bicarbonato de sodio
- Sulfato de aluminio

3.4. **Tratamiento y diseño experimental**

Para la curtición de 15 pieles caprinas utilizando diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10,12 y 14%), en combinación con sulfato de aluminio (4%), se utilizó un diseño Completamente al Azar Simple, con tres tratamientos y cinco repeticiones cada uno. El experimento tuvo el siguiente modelo lineal aditivo.

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

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta o independiente

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos (Niveles de tara más sulfato de aluminio)

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

3.4.1. *Esquema del experimento*

En la tabla 2-3, se indica el esquema del experimento que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación:

Tabla 3-2: Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.U. E.	Rep/Trat
10% de tara, 4% de sulfato de aluminio	T1	5	1	5
12 % de tara, 4% de sulfato de aluminio	T2	5	1	5
14 % de tara, 4% de sulfato de aluminio	T3	5	1	5
TOTAL		15	1	15

TUE: Tamaño Unidad Experimental.

Realizado por: Chogllo Héctor, 2023.

3.5. Mediciones experimentales

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

3.5.1. *Mediciones físicas*

- Resistencia a tensión (N/cm²).
- Porcentaje de elongación (%).
- Pruebas de abrasión al frote (ciclo).

3.5.2. *Evaluación sensorial*

- Llenura, puntos.
- Blandura, puntos.
- Curvatura del cuero, puntos.

3.5.3. *Variables económicas*

- Costos de producción.
- Relación Beneficio Costo.

3.6. **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Para la estimación de las diferentes variables de la presente investigación se llevó a cabo varios análisis de laboratorio. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis de varianza (ADEVA), a un nivel de significancia de ($P \leq 0,05$)
- Separación de las medias mediante la Prueba de Tukey al 0,5 de significancia ($P \leq 0,05$) y ($P \geq 0,01$)
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables sensoriales.
- Análisis de regresión y correlación.

3.6.1. *Esquema del Análisis de Varianza*

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

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

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	14
Tratamientos	2
Error Experimental	12

Realizado por: Chogllo Héctor, 2023.

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

Ecuación 2

$$H = \frac{15}{nT(nT+1)} = \sum \frac{RT1 \ 10\%}{nRT10 \ \%} + \sum \frac{RT2 \ 12\%}{nRT12 \ \%} + \sum \frac{RT3 \ 14\%}{nRT14 \ \%}$$

H = Valor de comparación calculado con la prueba Kruskal- Wallis

nT = Número total de observaciones en cada nivel de curtiembre vegetal

R = Rango identificado en cada grupo.

3.7. Procedimiento experimental

Para la investigación se utilizó 5 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los tratamientos; es decir, un total de 15 pieles de animales criollos y el procedimiento fue:

- **Remojo:** Se pesaron las pieles caprinas frescas y en base a este peso, se trabajó preparando un baño con agua al 200 % a temperatura ambiente. Luego se disolvió 0,05 % de cloro más 0,2 % de tensoactivo, mezclándose todo, se lo dejó 3 horas girando en el bombo a una velocidad de dos a cuatro revoluciones por minuto, y se eliminó el baño.
- **Pelambre por embadurnado:** A continuación, se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar con el 2,5 % de sulfuro de sodio, en combinación con el 3,5 % de cal, disueltas en 5 % de agua a 40°C; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un doblez siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y dejarlas en reposo durante 12 horas, para luego extraer el pelo en forma manual.
- **Pelambre en bombo:** Posteriormente se pesaron las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso preparar un nuevo baño con el 100 % de agua a 25°C, al cual se añadió el 1,5 % de sulfuro de sodio y el 2 % de cal y se giró el bombo a una velocidad de dos a cuatro revoluciones por minuto durante 3 horas, se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.
- **Desencalado y rendido:** Luego se trasladó las pieles a un bombo que giro a una velocidad de seis a ocho revoluciones por minuto, se volvió a pesar y se lavó las pieles con 100 % de agua limpia a 30°C, más el 0,2 % de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100 % de agua a 35°C, más el 1 % de bisulfito de sodio y el 1 % de formiato de sodio, más el 0,02 % de producto rindente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para observar si existe o no presencia de cal, el mismo que tuvo un valor de pH de 8,5. Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 200 % de agua a temperatura ambiente durante 60 minutos y se eliminó el baño.

- **Piquelado y curtido:** Luego se preparó un baño con el 60 % de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10 % de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1 % de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el valor de pH, el cual osciló entre 4.5 a 4, y reposó durante 12 horas. Pasado este tiempo se adicionó el curtiente vegetal en los diferentes niveles de tara; es decir, 10 % para el tratamiento T1, 12 % para el tratamiento T2 y 14 %, para el tratamiento T3, dividido en tres porciones y se rodó el bombo durante 60 minutos en cada porción. A continuación, se adicionó el 1% de ácido fórmico dividido en 3 partes, se controló el pH que debió ser de 2.8 a 3.2, y se añadió el 4 % de sulfato de aluminio, el cual rodo durante 60 minutos.
- **Basificado:** A continuación, se adicionó el 1% de basificante diluido en una relación de 1 a 10 dividido en tres partes y se colocó la primera parte y rodó durante una hora, se añadió la segunda parte y rodó una hora y la parte final rodó cinco horas. Se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 100 % de agua a 50°C durante 30 minutos y se eliminó el baño.
- **Neutralizado y recurtido:** Una vez rebajado a un grosor de 1,1 mm, se pesaron los cueros y se lavó con el 200 % de agua, a temperatura ambiente más el 0,2 % de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, rodó nel bombo durante 20 minutos para luego botar el baño. Luego se preparó un baño con el 80 % de agua a 35°C, y se recurtió con 3 % de órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos para posteriormente botar el baño y preparar otro baño con el 100 % de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, giró el bombo durante 40 minutos, para luego añadir el 1,5 % de recurtiente neutralizante y giró el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300 % de agua a 40°C durante 60 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 60 % de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4 % de Tara, el 3 % de rellenante de faldas, 2 % de resina acrílica aniónico diluida de 1:5, se giró el bombo durante 60 minutos.
- **Tintura y engrase:** Al mismo baño se añadió el 2 % de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar el 150 % de agua a 70°C, más el 4 % de parafina sulfoclorada, más el 1 % de lanolina, 4 % de éster fosfórico y el 4 % de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso. Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75 % de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5 % de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200 % de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos, se eliminó el baño y se escurrió los cueros caprinos y reposaron durante 1 día en sombra (apilados), y se secaron durante 2 – 3 días.

3.8. Metodología de la evaluación

3.8.1. Mediciones físicas del cuero

3.8.1.1. Resistencia a la tensión, N/cm^2

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, como se ilustra en la figura 2-2, luego se realizó una medida promedio. Este dato sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual se realizó el test o ensayo.



Ilustración 3-1: Equipo para medir el calibre del cuero.

Fuente: (Auquilla, 2012, p. 42).

- A continuación, se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, se realizó la medición de la longitud inicial del cuero. Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras.
- Posteriormente se encendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación, se elevó el display, presionando los botones negros; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display.
- Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde, para conseguir alargar la probeta a una velocidad constante y continua, registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente; es decir, rota como se ilustra en la figura 1-3.



Ilustración 3-2: Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

Fuente: (Barsallo, 2019, p. 22).

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, en la tabla 4-3, se indica el cálculo de medición de la resistencia a la tensión.

Tabla 3-4: Cálculo de medición de la resistencia la tensión.

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

Fuente: (Auquilla, 2012, p. 42)

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

Ecuación 3

$$R_t = cA * E \quad R_t = cA * E$$

Donde:

R_t = Resistencia a la Tensión o Tracción

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

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

3.8.1.2. *Porcentaje de elongación*

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

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al colocar en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.

3.8.1.3. *Resistencia a la abrasión*

Para la medición de la resistencia al frote en seco se utilizó el prototipo mecánico de abrasión en seco del Laboratorio de curtiembre y se efectuó el siguiente procedimiento:

- Realizar el encendido del equipo para lo cual fue necesario recordar que al girar la perilla el encendido es al lado izquierdo y el apagado al lado derecho.
- Posteriormente se procedió a colocar el fieltro en la máquina.
- Se dejó girar el fieltro alrededor de la capa del acabado de la probeta.
- Y finalmente se extrajo el fieltro en seco y se realizó la comparación con la escala de grises y la determinación de los ciclos utilizados



Ilustración 3-3: Ilustración del equipo para medir la resistencia a la abrasión del cuero.

Fuente: (Auquilla, 2012, p. 49).

3.8.2. *Evaluación sensorial de los cueros*

3.8.2.1. *Llenura, puntos*

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

3.8.2.2. *Blandura, puntos*

Para calificar la blandura se someterá a repetidos dobleces el cuero para determinar la flexibilidad que presenta el cuero al doblarse bajo la acción de su propio peso, infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, la cual se la podrá determinar a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observó la deformación y se realizó la determinación de la sensación

que provoco al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento que se realiza en el proceso de armado del zapato y en el uso diario.

3.8.2.3. *Curvatura del cuero, puntos*

Para calificar la curvatura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio se manipulo toda la superficie del cuero para identificar si presento la característica de arqueado ideal para confeccionar o si se presentó acartonado, duro o rugoso que no permita que después de realizar repetidos dobleces regrese a su forma inicial sin provocar el aparecimiento de quiebres por soltura de flor, calificando en una escala de uno a cinco de acuerdo al mayor o menor grado de arqueado.

3.8.3. *Variables económicas*

3.8.3.1. *Costos de producción*

Para determinar los costos de producción se utilizó la siguiente formula:

3.8.3.2. *Relación Beneficio Costo*

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total de egresos}}$$

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de la característica física de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio

4.1.1. Resistencia a la tensión, N/cm²

Al realizar la evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas se registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con sulfato de aluminio aplicados en el proceso de curtido, observándose una superioridad en las pieles del tratamiento T2; es decir, al curtir con el 12 % de tara, puesto que el valor fue de 2836,39 N/cm². Seguida de los resultados reportados al curtir con 14 % de tara, ya que la resistencia a la tensión fue de 2625,78 N/cm²; finalmente, los resultados más bajos de la resistencia a la tensión reportaron las pieles del tratamiento T1 (curtición con 10 % de tara); donde, los resultados fueron de 1186,67N/cm².

Tabla 4-1: Evaluación de las características físicas de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio para calzado.

VARIABLES FÍSICAS	NIVELES DE CURTIENTE TARA+ SULFATO DE ALUMINIO			Prob.	Sign.
	10 % T1	12% T2	14 % T3		
Resistencia a la tensión, N/cm ²	1186,67 b	2836,39 a	2625,78 b	0,003	**
Porcentaje de elongación, %	67,0 a	62,0 a	69,0 a	0,73	Ns
Resistencia a la abrasión en seco, ciclos	150,00	>150	>150		

Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente entre medias ($P > 0.05$).

SIGN: Significancia

PROB: probabilidad

** : altamente significativo

ns: no significativo

Realizado por: Chogllo, Héctor, 2023.

De los resultados expuestos se aprecia que la resistencia a la tensión muestra mejores respuestas al utilizar en la curtición 12 % de tara en combinación con 4 % de sulfato de aluminio, lo que es corroborado con las afirmaciones de (Arcos, 2022, p. 20), quien menciona que el empleo de curtiente

sulfato de aluminio beneficia a la estructura fibrilar del corium produciendo un enlace de manera covalente entre las fibras de colágeno y los taninos pirogálicos presente en la tara compartiendo electrones; lo cual, produce un vínculo muy estable que resiste a condiciones adversas, contribuye a una mayor resistencia del cuero al momento de ser tensado con el equipo de valoración; además, se reduce la presencia de metales pesados en los líquidos residuales, sin presencia del cromo, al ser este curtiente mineral global genere efectos desfavorables al medio ambiente.

Además (Ayavaca, 2017, p. 21), menciona que la tara debido a su poder curtiente precipita con el colágeno y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. Esta fijación que tienen los extractos vegetales en las fibras de colágeno le confiere a la piel caprina altas resistencias físicas, frente a los factores externos a los cuales pueden estar sometidas las pieles, los cueros curtidos con extractos vegetales son muy duros debido a las características astringentes de los taninos pirogálicos, formados por sustancias orgánicas como fenoles hidrolizables y ácidos orgánicos que son los principales compuestos que generan la curtición.

Las respuestas de la resistencia a la tensión del cuero caprino del presente trabajo, cumplen con la normativa de la (AQUEIC, 2002, p. 1), que establece en la norma técnica NTE-IUP6, resultados que van de 800 a 1200 N/cm², para cueros destinados a la confección de calzado siendo mayor esta superioridad en los cueros curtidos con 12 % de tara, en combinación con sulfato de aluminio.

Al efectuar el análisis de regresión de la resistencia a la tensión se determinó que los datos se ajustan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01$), con una ecuación de Tensión = $-34967 + 5940,8 (\%CT) - 232,54 (\%CT)^2$ donde, se desprende que partiendo de un intercepto de 34967; inicialmente la tensión se eleva en 5940,8 al incluir en la fórmula de curtido 12 % de tara para posteriormente descender en 232,54 al aplicar el 14% a la fórmula de acabado. Con un coeficiente de determinación $R^2 = 61,51\%$ mientras tanto que el 38,49 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad de la materia prima y sus procesos de conservación.

El coeficiente de correlación que fue de $R = 0,78$ reporta una relación positiva alta entre la tensión en función de los niveles de tara $P = 0,0033$, de donde se afirma que a mayores niveles de curtiente tara existirá una elevación en la resistencia a la tensión de los cueros caprinos en forma altamente significativa ($P < 0.01$), como se ilustra en el gráfico 1-4.

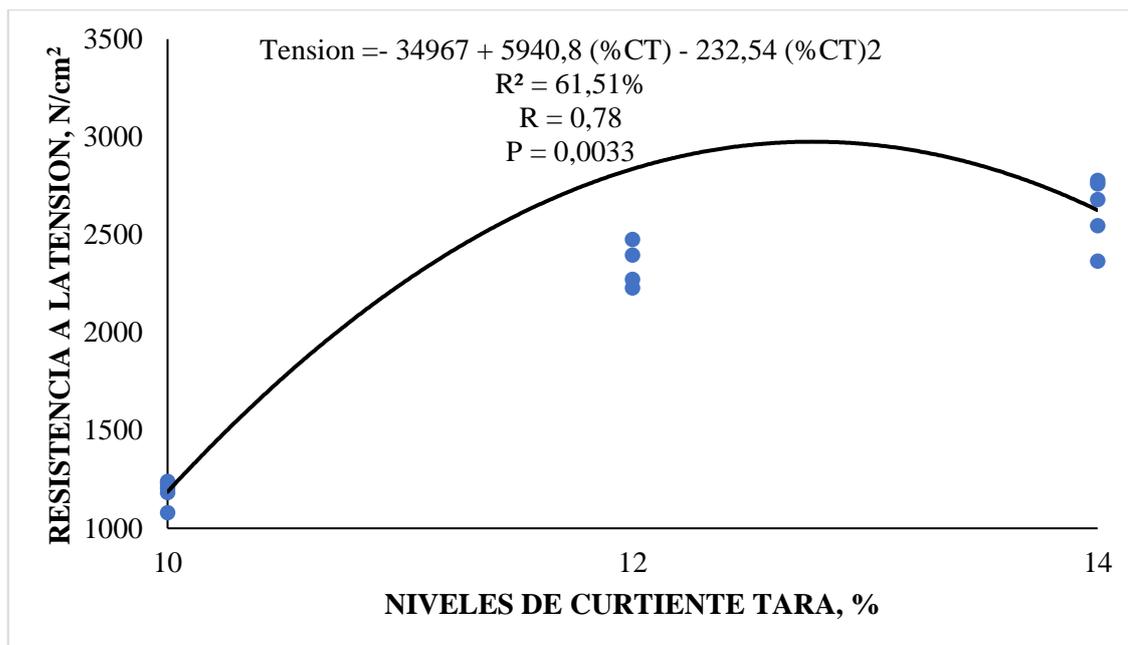


Ilustración 4-1: Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) para calzado.

Realizado por: Choglo, Héctor, 2023.

Los valores de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos, son superiores al ser comparados con los registros de (Sagñay, 2017, p. 51), quien al evaluar las resistencias físicas de los cueros caprinos adobados con diferentes combinaciones de tres curtientes para la confección de calzado obtuvo respuestas de 2357,62 N/cm² utilizando 7% de sulfato de aluminio (T2), así como de (Tasigchana, 2017, p. 51), quien en la evaluación de las resistencias físicas de los cueros caprinos curtidos con tara y aluminio, estableció valores de 2217,29 N/cm².

Por su parte, (Galarza, 2019, p. 37), en las pieles caprinas, curtidas con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio, estableció medias de 1701.50 N/cm², mientras que (Guaminga, 2016, p. 23) estableció las mejores respuestas cuando curtió las pieles con el 15 % de Tara (T3), con 1814,30 N/cm², valores que son inferiores a los encontrados en la presente investigación.

4.1.2. Porcentaje de elongación, %

En la característica física de porcentaje de elongación de los cueros caprinos, no se registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la curtiembre con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio; sin embargo, numéricamente se estableció las respuestas más altas en los cueros del tratamiento T3 (14 % de tara), ya que los resultados fueron de 69,0 %. Mientras tanto que, en los cueros del tratamiento T1 (10 % de tara), las respuestas

fueron de 67,0 %, presentándose los resultados de elongación más bajos en los cueros del tratamiento T2 (12 % de tara), con valores de 62,0 %, como se ilustra en el grafico 2-3:

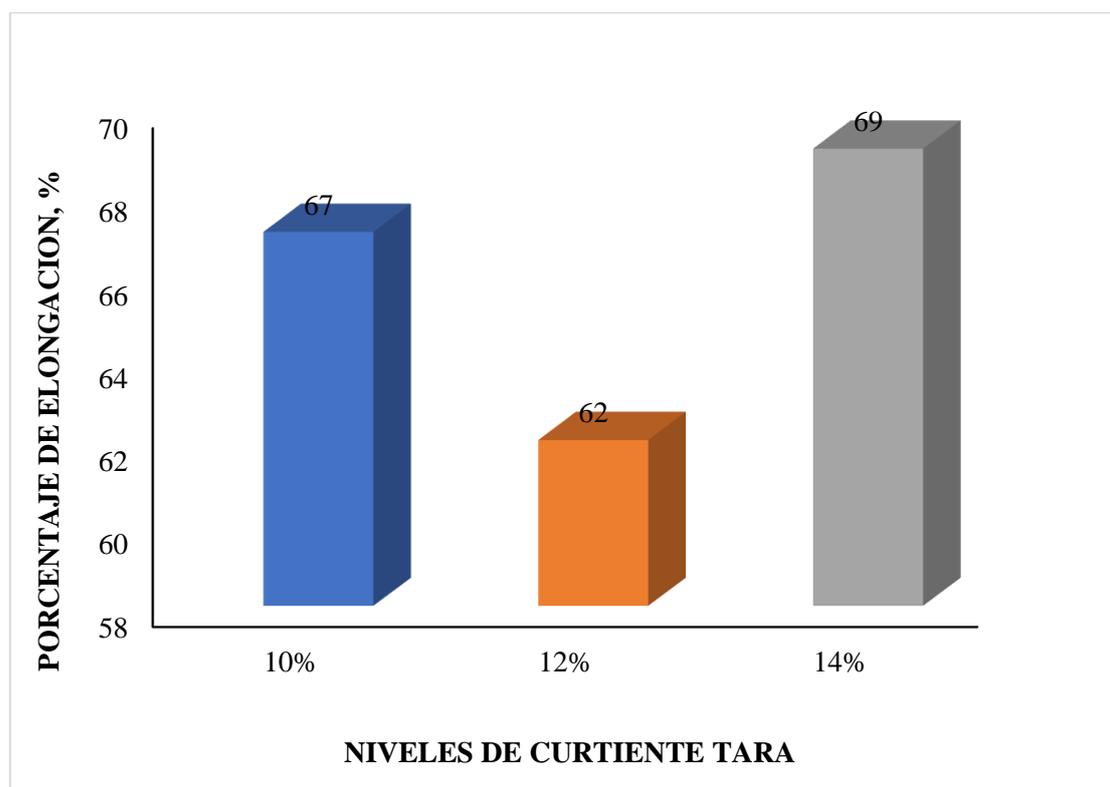


Ilustración 4-2: Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) para calzado.

Realizado por: Chogllo, Héctor, 2023.

Lo que permite inferir que numéricamente al utilizar mayores niveles de curtiente se eleva el porcentaje de elongación del cuero; es decir, se alarga fácilmente el entretejido fibrilar sin romper y luego regresa a su forma original sin perderse el pietaje; lo que es corroborado con lo mencionado por (Hidalgo, 2019, p. 23), quien menciona que los procesos donde se aplican combinaciones de tara con sulfato de aluminio, mejoran las reacciones de la proteína de la piel con el agente curtiente, debido a que proporciona al cuero particularidades superiores.

Cuando se curte las pieles con tara se forma un vínculo covalente que es un enlace que se puede encontrar muy localizado permitiendo que el cuero se estira y no se desgarre por efecto de la aplicación de fuerzas externas, también no ocupan un espacio considerable en el mapa colagénico principalmente porque forman un enlace de tipo lineal que no es de tamaño considerable lo cual permite a las moléculas desplazarse libremente sin encontrarse con otras que harán que las pieles se rompan por efecto de la colisión de las partículas.

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

Al respecto, (Galarza, 2019, p. 22), reporto valores superiores a los encontrados en la presente investigación puesto que al incluir a la fórmula del curtido de diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 4 % de sulfato de aluminio, estableció medias de 86.88 %, de igual manera, (Pilamunga, 2017) en la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), reportó las mejores respuestas cuando se curtió con el 14 % de tara (T2), con respuestas de 80,31 %.

Para (Chasiquiza, 2014, p. 54), los cueros caprinos, presentaron los resultados más altos al ser curtidos con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, (T1), con medias de 72,12 %; mientras que (Tasigchana, 2017, p. 55), determinó un porcentaje de elongación de 62,50 % en los cueros caprinos curtidos con tara y aluminio aplicando un acabado semianilina con diferentes niveles (450, 475 y 500 g.), de producto compacto señalando que, los productos compactos son de gran tamaño de partícula, pero entre su composición se tiene engrasantes que mejoran el acabado semianilina; puesto que, actúan como una capa protectora donde se puedan deslizar fácilmente las fibras de colágeno cuando se produce el estiramiento y evita el desgarramiento por efecto de la fricción entre las dos, sin afectar el tamaño de las fibras.

4.1.3. Resistencia a la abrasión al frote en seco, Ciclos

Para la variable de resistencia a la abrasión en seco se observó que al curtir las pieles con 10 % de tara se obtuvo un valor de 150,00 ciclos, en cambio al curtir las pieles caprinas con 12 y 14 % de tara el resultado mayor a 150 ciclos, que según la ponderación utilizada se considera excelente; dado que, con un valor <50 ciclos, se considera Malo, de 50 – 100 ciclos se estima que es Bueno; Muy Bueno si esta entre 100-150 ciclos y Excelente si es >150 ciclos.

Al respecto (Hormes, 2022, p. 32), manifiesta que la característica física más determinante para establecer la calidad del acabado es la resistencia al frote en seco, ya que este indica la compactación que existe entre las fibras de colágeno y las diferentes sustancias ocupadas en el acabado de las pieles, esto también permite determinar la vida útil de las pieles todo con respecto a que no se destruya el acabado cuando se le expone a diferentes ambientes, dentro del uso diario como son el polvo y el agua.

Los resultados alcanzados en la presente investigación al ser comparados con la norma técnica IUF-450, de la (AQUEIC, 2002, p. 2), que establece que para que un cuero logre pasar la prueba se debe tener respuestas mínimas de 150 ciclos, se afirma que en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad para cueros destinados a la confección de calzado.

Las respuestas anteriores son inferiores en comparación con el estudio realizado por (Guaminga, 2016, p. 51), quien en la valoración de la resistencia al frote en seco de los cueros caprinos consiguió las mejores respuestas cuando curtió las pieles caprinas con el 15 % de tara (T3), con 225,00 ciclos, manifestando que, la curtición con extractos vegetales es una buena técnica para lograr que las diferentes capas del acabado se fijen a la piel y de esta manera al ser sometido a múltiples fricciones con fieltro seco no se desprenda por lo tanto se proporcionará una idea del comportamiento en el uso diario.

Del mismo modo, (Tasigchana, 2017, p. 57) quien estableció respuestas de 182,88 ciclos, indicando que, para mejorar las respuestas de resistencia a frote en seco en las pieles caprinas se debe adicionar mayores niveles de productos compactos, esto se debe a que su principal función es lograr una mayor fijación de los diferentes químicos con las fibras de colágeno transformadas con los agentes curtientes (tara y aluminio). Además, (Sagñay, 2017, p. 57), encontró valores superiores ya que en la evaluación de la variable física resistencia al frote en seco obtuvo las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con la combinación de 7% de tara + 7% de sulfato de aluminio y 2% de glutaraldehído (T2) con respuestas de 177,88 ciclos, señalando que para obtener mejores valores de resistencia al frote en seco en las pieles caprinas se deben utilizar mayores niveles de la combinación extracto tánico con sulfato de aluminio.

4.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con sulfato de aluminio

4.2.1. Llenura, puntos

Los valores medios de la calificación sensorial de llenura de los cueros caprinos destinados a la confección de calzado, registraron diferencias altamente significativas, ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal Wallis por efecto del nivel de curtiente de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con sulfato de aluminio, estableciéndose los resultados más altos en los cueros del tratamiento T3 (14 %), con ponderaciones medias de 4,80 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2023, p. 1).

A continuación, se aprecian las respuestas registradas por los cueros curtidos con el 12 % de tara, ya que las calificaciones fueron de 3,40 puntos, y ponderación buena según la mencionada escala mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados por los cueros del tratamiento T1 (10 % de tara + sulfato de aluminio), con un promedio de 2,00 puntos, y calificación baja, es decir cueros muy llenos y con estructura acartonada que no serían convenientes para la confección de calzado.

Tabla 4-2: Evaluación de las calificaciones sensoriales de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con sulfato de aluminio

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE CURTIENTE TARA + SULFATO DE ALUMINIO			Prob	Sign
	10 %	12%	14 %		
	T1	T2	T3		
Llenura, puntos	2,00 c	3,40 b	4,80 a	0,0006	**
Blandura, puntos	4,6 a	3,8 b	2,4 b	7,4E-05	**
Curvatura, puntos	2,00 b	4,00 b	4,60 a	0,0005	**

Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente entre medias ($P > 0.05$).

SIGN: Significancia de acuerdo al criterio Kruskal Wallis

PROB: probabilidad **: altamente significativo ns: no significativo

Realizado por: Chogollo, Hector, 2023

Es decir, que al utilizar mayores niveles de tara (14 %), se alcanza una mejor calificación de llenura, que tiene su fundamento en lo expuesto por (González, 2018, p. 52) quien menciona que la formación de enlaces tipo puentes de hidrógeno es un factor importante que permite que el cuero presente una llenura natural. Además, la piel de caprina por ser más gruesa y resistente y menos propensa a romperse que otro tipo de piel de animal, es durable, envejece bien y dura hasta cinco veces más que las telas y otros materiales sintéticos; así como, el calzado es muy suave y resistente que no permite la transpiración del pie y sus consecuentes molestias tanto estéticas como de salud.

Además se afirma que, la calificación de llenura es un indicativo de la calidad del agente curtiente que se utiliza, ya que si un cuero se encuentra vacío es sinónimo de que no ha reaccionado con las fibras de colágeno, cuando interactúan los agentes curtientes con el colágeno se forma un enlace peptídico que se siente muy lleno, también afecta en la cantidad de taninos que se utilice ya que a mayores niveles mayor será la presencia de moléculas de taninos en el seno de la reacción ocasionando que mayor número de fibras de colágeno sean transformadas, dando así mayor interacción y mayor número de enlaces peptídicos formados.

Al efectuar el análisis de regresión de la variable llenura que se ilustra en el gráfico 4-3, se determinó que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa

($P < 0.01$), con una ecuación de llenura = $5,00 + 0,7 (\%CT)$, donde se desprende que partiendo de un intercepto de 5,00 la llenura se eleva en 0,7 por cada unidad de cambio en el nivel de tara adicionado a la fórmula de curtido de las pieles.

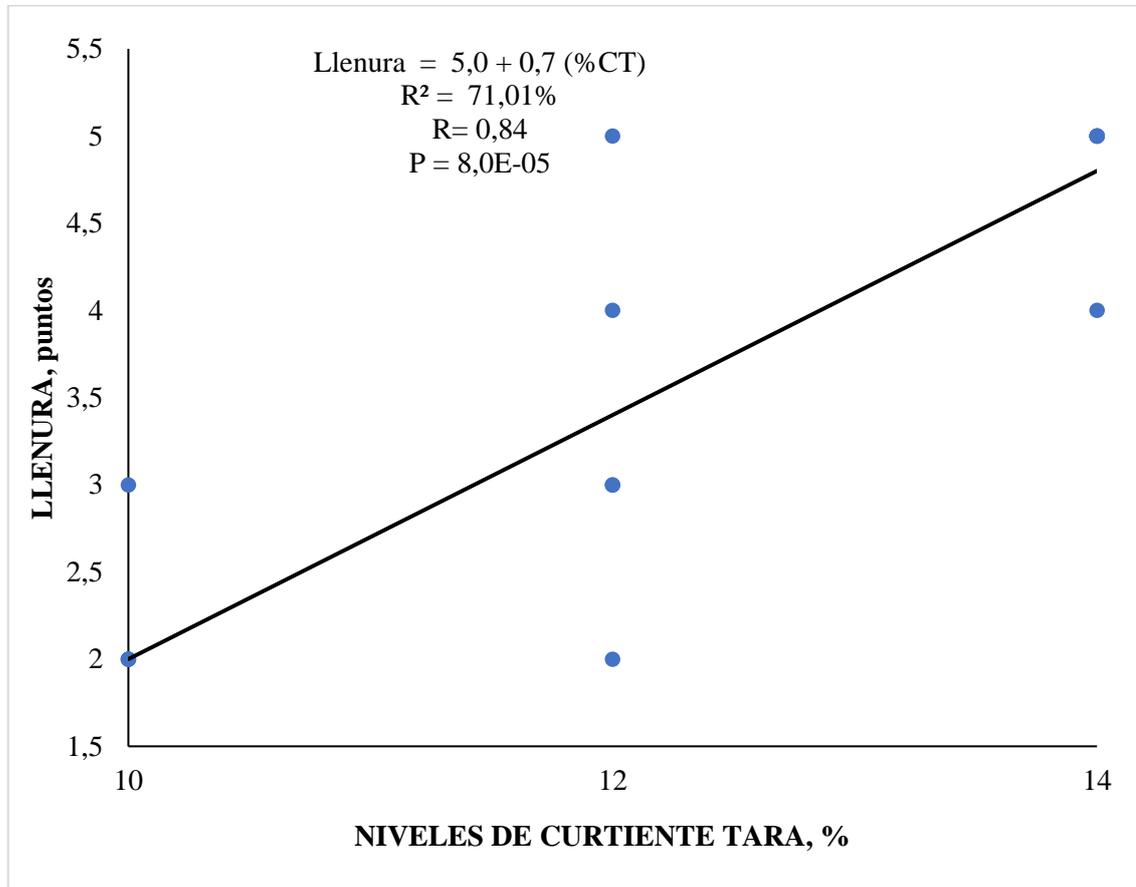


Ilustración 4-3: Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) para calzado.

Realizado por: Chogollo, Héctor, 2023.

Con un coeficiente de determinación $R^2 = 71,01 \%$ mientras tanto que el 28,99 % restante depende de otros factores que tienen que ver con la precisión en el pesado y dosificación de los diferentes productos que forman parte de las fórmulas de remojo, curtido y acabado. El coeficiente de correlación que fue de $R = 0,84$ reportó una relación positiva alta entre la llenura en función de los niveles de curtiembre tara en forma altamente significativa ($P = 0.00005$)

Cabe considerar que los resultados registrados en la presente investigación son superiores al ser comparados con (Maya, 2016, p. 51), quien, en la valoración de la calificación sensorial de llenura de las pieles caprinas, por efecto de la utilización de diferentes niveles de tara en combinación con 4 % de glutaraldehído, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 14 % de tara, con resultados de 4,67 puntos.

De la misma manera, (Guaminga, 2016, p. 49), obtuvo las mejores respuestas cuando curtió las pieles caprinas con extracto vegetal Tara (T3), ya que las calificaciones fueron de 4,63 puntos, esto se debe a que al utilizar el extracto vegetal Tara, se mejoran las respuestas de llenura de los cueros caprinos, y con esto se logró una curtación completa de dichas fibras logrando una transformación optima de la piel cruda en cuero imputrescible, con buenas prestaciones sensoriales lo que eleva su clasificación y por ende el precio por decímetro cuadrado.

Al mismo tiempo, (Chasiquiza, 2014, p. 57), reporta valores quien en la valoración sensorial para la variable llenura aprecia los resultados más altos en los cueros caprinos a los que se aplicó una curtación con poli fenoles vegetales de la Tara (T1), las medias fueron de 4,50 puntos; lo que pudo deberse a que la tara da una solución muy rica en ácidos tánicos y especialmente en ácidos gálicos, que tiene un poder de relleno homogéneo; es decir, que ocupa todos los espacios del entretejido fibrilar, de manera adecuada para la confección de calzado.

El proceso de curtición con tara en polvo da un cuero flexible y claro con buenas resistencias a la luz. En combinación con otros extractos vegetales la resistencia a la luz no es necesariamente mejorada y los colores obtenidos son más limpios. Por último, (Pilamunga, 2017, p. 51), estableció las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 14 % de tara (T2) en combinación con ácido oxálico, con ponderaciones de 4.50 puntos; señalando que, la tara es un agente curtiente que logra ubicarse adecuadamente entre las fibras de colágeno reaccionado con ellas y al juzgar la piel el experto podrá sentir gran cantidad de moléculas en la piel con lo cual se aumenta su llenura.

4.2.2. Blandura, puntos

Al realizar el análisis estadístico de la calificación sensorial de blandura de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio se evidenció diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), según el criterio Kruskal Wallis ($P < 0,01$); observándose una mayor respuesta en los cueros del tratamiento T1 (10 %), con valores medios de 4,60 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Pereira, 2016, p. 52), y que descendieron a 3,80 puntos al curtir con 12% de tara (T2) y calificación de buena según la mencionada escala.

Mientras tanto que las respuestas más bajas para la blandura fueron apreciadas en el lote de cueros caprinos al curtir con 14 % de tara (T3), con calificaciones medias de 2,40 puntos y condición buena. De los resultados expuestos se desprende que para obtener una mayor blandura del cuero

es recomendable curtir con menores niveles de tara; es decir, (10 %) + sulfato de aluminio ya que da una mejor caída y blandura de los cueros caprinos.

Al respecto (Rey, 2022, p. 36), manifiesta que la curtición con sulfato de aluminio más un curtiente vegetal permite obtener pieles curtidas que no contienen metales en su composición, pero mantienen un aspecto suave blando y dúctil que son, cualidades y propiedades adecuadas para su utilización en la fabricación de calzado.

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

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 4-3, permiten inferir que los resultados de blandura se dispersan hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa con una ecuación de regresión de blandura = + 10,2 - 0,55(%CT), es decir que partiendo de un intercepto de 10,2 puntos, la calificación de blandura tiende a disminuir en 0,55 puntos por cada unidad de cambio en el nivel tara aplicado a las pieles caprinas.

El grado de asociación que existe entre la variable dependiente en relación a la independiente es de 77,56 %; mientras tanto que el 22,44 % restante depende de otros factores como la capacidad que presenta la piel para receptor los productos no solamente del curtido sino también desde el remojo hasta el acabado puesto que de ello depende la elasticidad adquirida o lo contrario su rigidez. La medición del coeficiente de correlación determinó un grado de asociación del $R = 0,88$ entre el nivel de curtiente y la calificación de blandura del cuero, lo que indica que a medida que se incrementa el nivel de curtiente tara en combinación con sulfato de aluminio se produce una elevación en la calidad sensorial de blandura de los cueros caprinos en forma altamente significativa ($P=0,0015$).

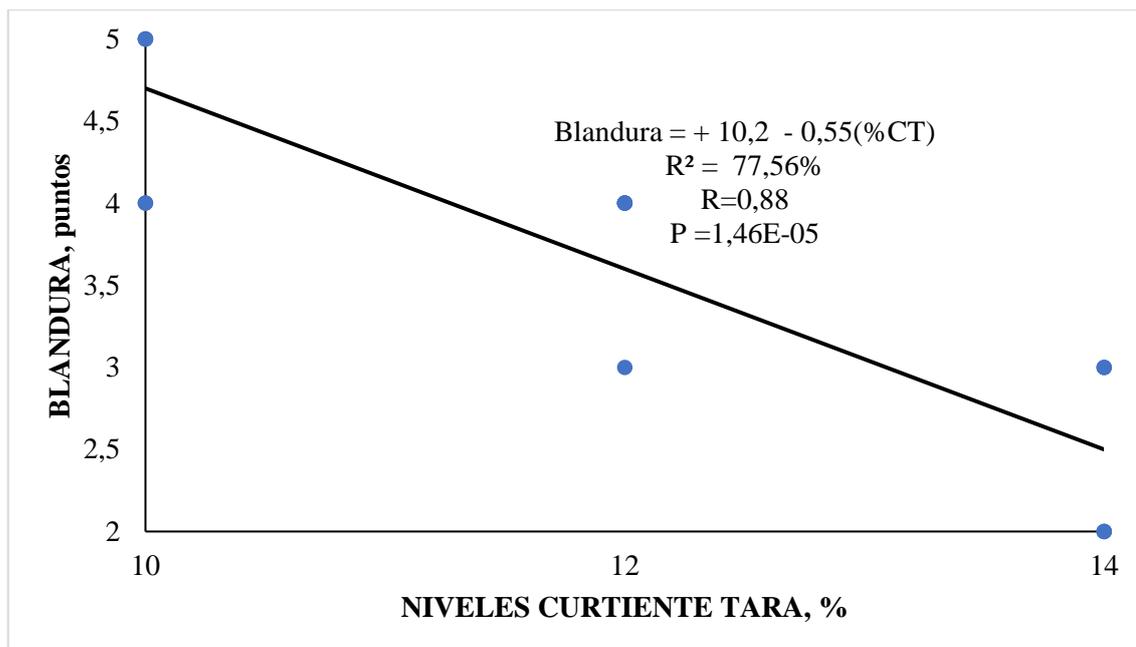


Ilustración 4-4: Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) para calzado.

Realizado por: Chogollo, Héctor, 2023.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son inferiores a los reportes de (Sagñay, 2017, p. 32) quien registró las mejores respuestas cuando curtió con una combinación del 7 % de tara + 7 % de sulfato de aluminio y 2 % de glutaraldehído (T2), con medias de 4,75 puntos; así como de (Guaminga, 2016, p. 48), quien establece las mejores respuestas cuando adicionó a la curtiembre de pieles caprinas el agente curtiembre tara, con 4,75 puntos. Por el contrario (Maya, 2016, p. 42), quien registró valores inferiores puesto que en lote de cueros curtidos con el 12% de tara, las calificaciones fueron de 3,83 puntos.

4.2.3. *Curvatura, puntos*

El análisis estadístico de los valores medios reportados de la curvatura del cuero caprino reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,0005$), de acuerdo al criterio Kruskal Wallis por efecto de la utilización de diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar 14 % de tara (T3) ya que, los resultados fueron de 4,60 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2023, p. 1).

A continuación, se apreció los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con 12 % de tara (T2), donde las respuestas fueron de 4,00 puntos y la calificación muy buena según la mencionada escala; mientras tanto que, la ponderación de curvatura más baja se apreció en los cueros curtidos con 10 % de tara (T1), con calificaciones de 2,00 puntos y condición baja. Es

decir que, la opción adecuada para obtener cueros con un buen arqueo o curvatura se logra al utilizar mayores niveles de tara (14 %), cuyos taninos de baja astringencia se ubican entre los espacios interfibrilares de la estructura entretejida del cuero que al ser comprimido contra sí mismo no provoca la presencia de arrugas, formando una curvatura redonda que permite que el cuero regrese fácilmente a su posición inicial, evitando que el armado y el calzado ya confeccionado no pierda su forma original y con ello tenga mayor durabilidad.

Al respecto (Álvarez, 2021, p. 22), manifiesta que la curvatura es la capacidad que presenta el cuero para adoptar la forma del artículo que va a ser elaborado, dando facilidad al manufacturero en el momento del armado del calzado puesto que los cueros se moldean fácilmente para cambiar de la forma plana a la espacial. Cabe señalar que cuando la piel es más blanda y más esponjosa, adquiere mayor curvatura con lo cual al moverse más las fibras se pone más de manifiesto la separación que exista entre flor y corium.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 5-3, , para la prueba sensorial curvatura del cuero, se reportó que los datos se ajusta hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se puede ver que partiendo de un intercepto de -4,26 puntos las respuestas a la prueba sensorial de curvatura se incrementan en 0,65 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente tara adicionado a la fórmula del curtido de las pieles caprinas utilizadas para la confección de calzado.

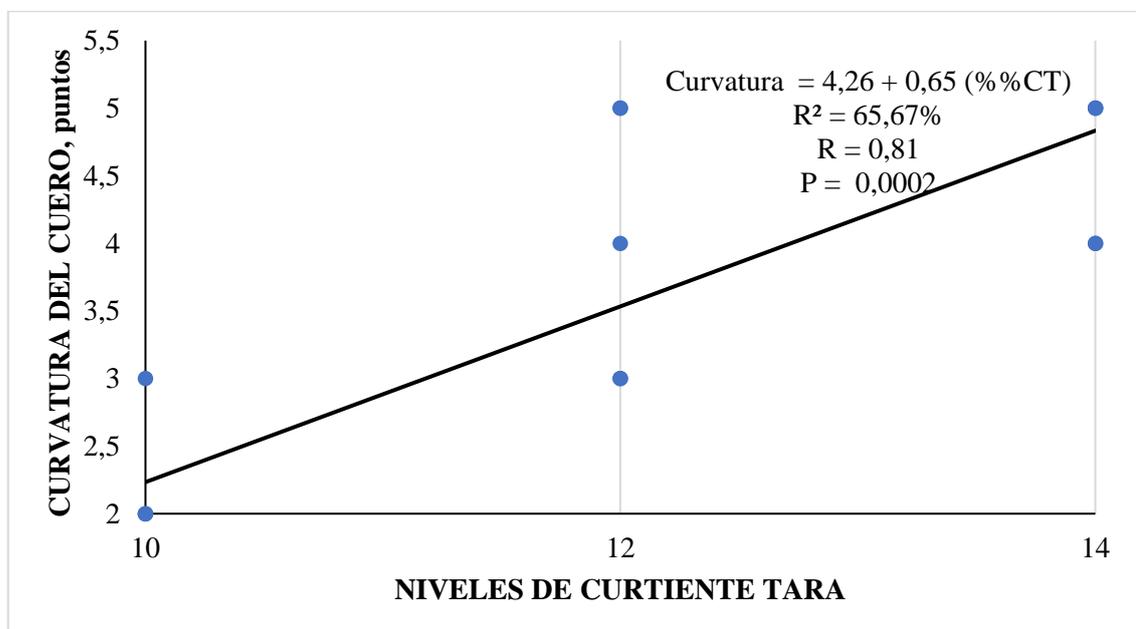


Ilustración 4-5: Regresión de la curvatura del cuero de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) para calzado.

Realizado por: Choglo, Héctor, 2023.

Además, se evidencia un coeficiente de determinación R^2 de 65,67 %; mientras tanto que, el 34,33% restantes depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con los diversos fenómenos en la línea de procesos que pueden afectar de manera significativa en la curtición con lo cual se variará las respuestas y son errores aleatorios difíciles de corregir. El coeficiente de correlación que fue de $R = 0,81$ reporta una relación positiva alta entre la curvatura en función de los niveles de tara, en forma altamente significativa ($P = 0.0002$).

Los resultados expuestos en el presente trabajo son inferiores al ser comparados con los registros de (Sagñay, 2017, p. 48) quien estableció, las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con una combinación de 7 % de tara + 7 % de sulfato de aluminio y 2 % de glutaraldehído (T2), con ponderaciones de 4,88 puntos.

Al mismo tiempo, (Guaminga, 2016, p. 42) determinó las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con extracto vegetal tara (T3), con 4,75 puntos. Por su parte, (Maya, 2016, p. 47) al evaluar la adición de diferentes niveles de tara en combinación con 4 % de glutaraldehído, consiguió, las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 14 % de Tara (T3), con ponderaciones de 4,67 puntos. Por último, (Galarza, 2019, p. 51) al utilizar de diferentes niveles de oxazolidina en combinación con 4 % de sulfato de aluminio, obtuvo las respuestas más altas al utilizar 7 % (T2) ya que, los resultados fueron de 4.50 puntos.

4.3. Evaluación económica de la producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio

La producción de cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con sulfato de aluminio, reportó egresos por la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos, confección de artículos entre otros de 106,45 dólares americanos para el T1 donde utilizo 10 % de tara, por su parte, en el tratamiento (T2); es decir, utilizando 12 % de tara se obtuvo un total de egresos de \$ 106,96; en tanto que, al curtir las pieles caprinas con 14 % de tara los costos fueron de 107,45 dólares como se indica en la tabla 3-4. Como ingresos resultantes de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero caprino se registra valores de 136 USD para el tratamiento T1 (10%); y 143 USD para el tratamientos T2 (12 %) y T3 (14%) un valor de ingreso de 146,6 USD. Con las respuestas expresadas de la evaluación económica se determinó que la mayor ganancia fue alcanzada en el lote de cueros curtidos del tratamiento T3 (14 %), ya que la relación beneficio costo fue de 1,36; es decir que, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 36 %; a continuación se evidencia la utilidad generada en los cueros del tratamiento T2 (12 %), con valores de 1,34; o lo que es lo mismo decir que por dólar invertido se espera una ganancia del 34%; mientras tanto que,

la menor rentabilidad fue registrada en los cueros caprinos del tratamiento (T1), con una relación beneficio costo de 1,28 es decir una utilidad del 28%

Tabla 4-3: Evaluación económica de la producción de pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara más sulfato de aluminio.

Elaborado por: Chogllo, Hector, 2023

Realizado por: Chogllo Héctor, 2023.

CONCEPTO	Unidad	DIFERENTES NIVELES DE TARA + 4% DE SULFATO DE ALUMINIO		
		10% T1	12% T2	14% T3
EGRESOS				
Compra pieles Caprinas	Cantidad	5	5	5
Costo por piel de Cabra	Precio \$	4	4	4
Valor de pieles de Cabra	Precio total \$	20	20	20
Productos para remojo y pelambre	Precio \$	5,00	5,00	5,00
Productos para desencalado, piquelado y curtido	Precio \$	12,35	12,86	13,35
Productos para acabado	Precio \$	10	10	10
Alquiler de Maquinaria	Precio \$	9,1	9,1	9,1
Confección de artículos	Precio \$	50	50	50
TOTAL DE EGRESOS		106,45	106,96	107,45
INGRESOS				
Total de cuero producido	Cant. (pies)	36	37,5	37,3
Costo cuero producido pie 2	Precio \$	2,15	2,23	2,39
Cuero utilizado en confección	Cant. (pies)	3	3	3
Excedente de cuero	Cant. (pies)	33	34,5	34,3
Venta de excedente de cuero	Precio \$	66	69	68,6
Venta de artículos confeccionados	Precio \$	70	74	78
TOTAL DE INGRESOS		136	143	146,6
Relación Beneficio Costo		1,28	1,34	1,36

Realizado por: Chogllo Héctor, 2023.

La curtición con *Caesalpinia spinosa* (tara), resulta económicamente rentable puesto que se alcanza márgenes de utilidad bastante aceptables que fluctúan entre el 28 al 36 %, adecuada para los productores del sector de la curtiembre que además de ser poco riesgosa requiere de un capital de inicio bajo y es una producción más amigable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados de la presente investigación, se arribó a las siguientes conclusiones:

- Al analizar el uso de la *Caesalpinia spinosa* (tara) en combinación con sulfato de aluminio como curtientes, se apreció que estos agentes influyen de manera positiva sobre las características físicas del cuero mejorando su calidad, dan mayor resistencia a la tensión, elasticidad y evita que se rompa fácilmente, además se puede decir que la curtición vegetal otorga resistencia física al cuero, ya que el enlace formado por el colágeno y el curtiente es muy estable y necesita fuerzas muy altas para lograr disociar la unión.
- Al utilizar 12% de tara en combinación con sulfato de aluminio se obtuvo las respuestas altas específicamente de resistencia a la tensión (2836,39 N/cm²), por su parte, al aplicar 14 % de tara se obtuvo la mayor elongación de los cueros con 69 %, mientras que la resistencia a la abrasión en seco fue excelente para todos los tratamientos evaluados, cumpliendo con las exigencias en las normas de calidad vigentes para cada una de ellas.
- En la valoración sensorial se observó que el tratamiento que alcanzo el mayor puntaje de llenura (4.80 puntos) y curvatura (4.60 puntos), fue al curtir la piel con 14% tara, mientras que la mayor ponderación para blandura se obtuvo con el tratamiento T1 con 10 % de tara con de 4.60 puntos, alcanzándose la calificación excelente en cada una de las características evaluadas; es decir, un material muy suave, con buena caída y con la llenura ideal para la confección de los más finos artículos.
- Para el indicador beneficio costo se determinó que al aplicar 14% tara en combinación con sulfato de aluminio, el beneficio costo fue mayor con 1,36; es decir, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 36 centavos de dólar o lo que es lo mismo el 36 % de utilidad, ganancia que resulta interesante tanto en el factor económico como en el ambiental.

RECOMENDACIONES

- En producción de pieles de primera calidad es recomendable la curtición orgánica con 14 % de tara en combinación con sulfato de aluminio, puesto que el material obtenido es resistente y sobre todo con buenas prestaciones sensoriales.
- Tomar en cuenta el uso del agente vegetal *Caesalpinia spinosa* (tara), como una alternativa en la curtición de pieles puesto que, posee un alto contenido de taninos, ácidos pirogálicos y alto poder curtiente poco astringente que proporciona mayor resistencia física, elasticidad, blandura y curvatura al cuero, además evita que se deteriore fácilmente, de forma que se mantiene la calidad y estética del cuero.
- Realizar investigaciones con otro tipo de combinaciones de curtientes vegetales con curtientes minerales que sean amigables con el ambiente, en otros niveles y variables; así como también, desde el punto de vista económico y de fácil aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

ADZET, Joshep. *Química Técnica de Tenerife*. Segunda edición. Igualada, España. : Edit. Romanya-Valls., 2005.

ALTAMIRANO, Wilfrido. *Curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético*". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017. Disponible en:
<https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=58818>

ÁLVAREZ, Cesar & LOCK, Ontario. "*Generalidades de los Taninos*". [En línea] 2021. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7699.pdf](http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7699.pdf).

AQUEIC. *Normas Técnicas del cuero y calzado. Normas técnicas en la industria del cuero*. Igualada, España : Asociación Española en la Industria del Cuero, 2002.

ARCOS, Jessica. *Curtición orgánica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de ácido húmico y caesalpinia spinosa para cuero de marroquinería*. [En línea] 2022. Disponible en:
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/2166/4327>.

AUQUILLA, Mercy. *Curticiones de Pieles Ovinas con tres Niveles de Gutaraldehydos en la Obtención de cuero para marroquinería*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012. Disponible en: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2149>.

AYAVACA, Gabriel. *Obtención de cuero libre de cromo wet white para la fabricación de tapicería automotriz*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador : 2017.

BARSALLO, Diego. Desarrollo de una formulación para la curtición de piel caprina con ácido húmico y tara. [En línea] 2019. Disponible en:
<http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles22Art11.pdf>.
<http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11209>.

BOLAT, Silverio. *La tara una planta multiproposito*. [En línea] 2022. Disponible en:
<https://www.amazon-andes.com/es/tara-usos-beneficios-propiedades/>.

CALLEJAS, Lourdes. *Propuesta de Mejoramiento de la Productividad de la Curtiduría Tungurahua S.A. Ubicada en la ciudad de Ambato* . Ambato, Ecuador : 2014. Disponible en:
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8058>

CASTRO, Nidia & YÉPEZ, Andres & PASTOR DE ABRAM, Anderson. *Comparación de tres métodos para determinar el porcentaje de taninos con el método de la norma ASTM D6401 aplicado para la "tara", "quinual", "mimosa" y "pino*. Lima : Rev. Soc. Quím. Perú, 2013. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000400009

CHASIQUIZA, Christian. *"Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de caesalpínia spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas"*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : 2014. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3842>

DE LA TORRE, Lucía. *La Tara beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo*. [En línea] 2018. Disponible en:
<https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Tara-Condesan-2.pdf>.

FÁBREGAS, Xavier. efectos del cuero y de la piel originados por prácticas de manejo ganadero. [En línea] 2018. Disponible en:
https://ddd.uab.cat/pub/estudis/2018/195245/defcuebov_a2018.pdf.

FACCINI, Francisco. *Intención de compra sostenible del consumidor por medio del proceso de producción curtido vegetal del cuero*. Colegio de Estudios Superiores en Administración, Bogotá : 2021. Disponible en:
<https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4108>.

FLORES, Federico. *El tipo de productos desengrasantes*. . [En línea] 22 de Junio de 2008. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/ffloresga/grasas-y-aceites>.

GALARZA, María. *"Curtición de pieles caprinas (capra hircus), condiferentes niveles de oxazolidina, en combinación con sulfato de aluminio para la elaboración de calzado de dama"* . Escuela Superior Politécnica De Chimborazo , Riobamba , Ecuador : ESPOCH, 2019. Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13376>

GIOFFREDO, Juan & PETRYNA, Ana. Caprinos: generalidades, Nutricion, reproduccion e instalaciones. [En línea] 2022. Disponible en:

https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/ovina_y_caprina_curso_fav/122-curso_UNRC.pdf.

GONZÁLEZ, Silvia. *Producción y comercialización del sulfato de aluminio en la empresa PROQUIVER, S. A DE C. V.* [En línea] 2018. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31277/1/GONZALEZjuarez.pdf>.

GUACHAMÍN, 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.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14212>.

GUAMINGA, Lorena. “*Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales*”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5792>

HIDALGO, Luis. Escala de calificación de las variables sensoriales de los cueros caprinos curtidos con diferentes niveles de tara en combinación con sulfato de aluminio . [En línea] Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2023.

HIDALGO, Luis. *Texto básico de Curtición de pieles.* [ed.] Cuarta edición. Riobamba, Ecuador: Edit. ESPOCH., 2019.

HORMES, Mentor. Curtido vegetal: Un proceso artesanal que respeta el medio ambiente. [En línea] 2022. Disponible en: <https://lahormadetunegocio.com/2020/12/30/curtido-vegetal-un-proceso-artesanal-que-respeta-el-medio-ambiente/>.

LACERCA, Manuelle. *Curtición de Cueros y Pieles.* Segunda edición . Buenos Aires, Argentina : Limusa, 2019.

MAYA, Joselin. *“Curtición de piel caprina con la utilización de niveles de tara y un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuero para calzado”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba : 2016. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7361>

MELENDRÉZ, Freddy. *Evaluación de diferentes niveles de silicato de sodio en combinación con guarango utilizados para la curtición de pieles caprinas* . [En línea] 2019. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/270184348.pdf>.

MIRANDA, Américo. Evaluación de las características físicas del cuero de llama (Lama glama) raza q'ara de dos fenotipos de edad curtido con cuatro niveles de tara (*Caesalpinia spinosa*). [En línea] 2015. Disponible en:
<https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/770/TP%20-%20UNH%20ZOOT.%200040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PALOMAS, Julisa. *Química técnica de la tenería*. Segunda edición. Igualada, España : CETI., 2005.

PEREIRA, Maritza. *Curtiembre procesos, productos y resultados*. [En línea] 15 de Marzo de 2016. Disponible en: <https://www.academia.edu/32230556/CURTIEMBRES>.

PILAMUNGA, Luis. *Procesos de Curtición de las pieles*. [En línea] 2017. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8123/1/27T0380.pdf>.

PILATAXI, Ana. *Utilización de precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio para la curtición de pieles ovinas en la obtención de cuero para calzado*. [En línea] 2017. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7209/1/27T0368.pdf>.

PORCEL, Kenya. *Curticiones de pieles*. [En línea] 15 de Febrero de 2016. Disponible en:
https://www.academia.edu/10115866/CURTIDO_DE_PIELES_INTRODUCCI%C3%93N.

REY, Sabrina. *Calidad de la piel de caprinos de la Raza Blanca Andaluza: Evaluación subjetiva* [En línea] Oportamiento de Genética de la UCO. Córdoba. España, 2022. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/60875302.pdf>.

SAGÑAY, Edwin. *“Utilización de una combinación de tres curtientes, en el adobe de pieles de cabra para calzado”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7187>

SÁNCHEZ, Alfonso. *Química Técnica de Curtición*. [ed.] 2ª Edición. Igualada, . : Editorial Escuela Superior de Adobería. Editorial CETI. , 2006.

SARMIENTO, Bernabe. Estructura y característica de la piel. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Julio de 2018.] Disponible en: <http://www.monografías.com>.

TASIGCHANA, Jessica. *“Obtención de un acabado semianilina en pieles caprinas curtidas con tara y aluminio con la aplicación de diferentes niveles de productos compactos”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7208>

TORRE, Francisco. La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales. [En línea] 2018. Disponible en: <https://condesan.org/recursos/la-tara-beneficios-ambientales-recomendaciones-manejo-sostenible-relictos-bosque-sistemas-agroforestales/>.

VILLEGAS, Sonia. *Estudio del proceso de calidad en la industria de curtiembres “Sausalito”*. [En línea] 2021. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18096/M260.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

WEATHERSPARK. 2022. El clima y el tiempo promedio en todo el año en Riobamba. [En línea] 2022. <https://es.weatherspark.com/y/20020/Clima-promedio-en-Riobamba-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

ZURITA, Germán. *Análisis descriptivo de la sustentabilidad económica, social y ambiental de la industria del cuero del Ecuador. Análisis de caso*. Universidad San Francisco De Quito, Quito : 2019. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5382>


Ing. *[Nombre]* en Castillo



ANEXOS

ANEXO A: ESTADÍSTICAS DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN

BASE DE DATOS

Niveles de tara	REPETICIONES				
	i	ii	iii	iv	v
10%	1226,67	1204,44	1080,00	1182,22	1240,00
12%	4810,53	2476,19	2271,43	2228,57	2395,24
14%	2760,00	2680,00	2364,44	2546,67	2777,78

CV: 2.12%

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob
Total	14	13106617,4	936186,96				
Tratamiento	2	8061648,35	4030824,18	9,59	3,89	6,93	0,003
Error	12	5044969,08	420414,09				

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1094,03935 Error: 420415,4178 gl: 12				
Niveles de Caesalpinia spi..	Medias	Rango	n	
10%	1186,67	B	5	
12%	2836,39	A	5	
14%	2625,78	B	5	

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

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	8061648,35	4030824,18	9,59	0,003
Residuos	12	5044969,08	420414,09		
Total	14	13106617,4			

ANEXO B: ESTADÍSTICAS DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN

BASE DE DATOS

Niveles de tara	REPETICIONES				
	i	ii	iii	iv	v
10%	55,00	80,00	80,00	70,00	50,00
12%	77,50	75,00	40,00	42,50	75,00
14%	60,00	70,00	62,50	72,50	80,00

CV:4.11%

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob
Total	14	2610	186,43				
Tratamiento	2	130	65,00	0,31	3,89	6,93	0,736
Error	12	2480	206,67				

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,25654 Error: 206,6667 gl: 12				
Niveles de Caesalpinia spi..	Medias	Rango	n	
10%	67	A	5	
12%	62	A	5	
14%	69	A	5	

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

ANEXO C: ESTADÍSTICAS DE LA LLENURA

BASE DE DATOS

Niveles de tara	REPETICIONES				
	i	ii	iii	iv	v
10%	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00
12%	4,00	3,00	5,00	3,00	2,00
14%	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00

CV: 9.15%

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob
Total	14	27,60	1,97				
Tratamiento	2	19,60	9,80	14,70	3,89	6,93	0,0006
Error	12	8,00	0,67				

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,25654 Error: 206,6667 gl: 12				
Niveles de Caesalpinia spi..	Medias	Rango	n	
10%	2,00	C	5	
12%	3,40	B	5	
14%	4,80	A	5	

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

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	19,6	19,6	31,85	0.000008
Residuos	12	8	0,62		
Total	14	27,6			

ANEXO D: ESTADÍSTICAS DE LA BLANDURA

BASE DE DATOS

Niveles de tara	REPETICIONES				
	i	ii	iii	iv	v
10%	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00
12%	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
14%	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00

CV: 4.89%

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob
Total	14	15,6	1,11				
Tratamiento	2	12,4	6,20	23,25	3,89	6,93	0,000
Error	12	8,00	0,67				

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS= 0,87132 Error: 0,2667 gl: 12				
Niveles de Caesalpinia spi..	Medias	Rango	n	
10%	4,6	A	5	
12%	3,8	B	5	
14%	2,4	B	5	

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

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	12,10	12,10	44,94	0,000015
Residuos	12	3,50	0,27		
Total	14	15,60			

ANEXO E: ESTADÍSTICAS DE LA CURVATURA

BASE DE DATOS

Niveles de tara	REPETICIONES				
	i	ii	iii	iv	V
10%	2,00	1,00	2,00	3,00	2,00
12%	3,00	3,00	4,00	5,00	5,00
14%	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00

CV: 8.09%

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob
Total	14	25,73	1,84				
Tratamiento	2	18,53	9,27	15,44	3,89	6,93	0,00
Error	12	7,20	0,60				

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS= 1,30698 Error: 0,6000 gl: 12				
Niveles de Caesalpinia spi..	Medias	Rango	n	
10%	2,00	B	5	
12%	4,00	B	5	
14%	4,60	A	5	

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

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16,90	16,90	24,87	0,0002
Residuos	13	8,83	0,68		
Total	14	25,73			

ANEXO F: RECETA PARA EL PROCESO DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

Proceso	Operación	Producto	%	Temperatura °c	Tiempo	Cantidad	Cantidad	Cantidad
						t1	t2	t3
						12500	10500	11000
Remojo estático	Baño	Agua	300			37500	31500	33000
		Tensoactivo	3,5			437,5	437,5	385
		Cloro 1 sachet	3,5		30 min	437,5	437,5	385
		Agua	5	25		625	525	550
		Cal	3,5			437,5	367,5	385
		Sulfuro de sodio	3,5		12 horas	437,5	367,5	385
	Botar baño							
Peso de pieles						12000	10000	10500
Pesar pieles								
Pelambre en bombo	Baño	Agua	100	25		12000	10000	10500
		Sulfuro de sodio	0,9		30 minutos	108	90	94,5
		Sulfuro de sodio	0,9		30 minutos	108	90	94,5
		Cloruro de sodio	0,5		10 minutos	60	50	52,5
		Sulfuro de sodio	0,5			60	50	52,5
		Cal	1		30 minutos	120	100	105
		Agua	50	25		6000	5000	5250
		Sulfuro de sodio	0,9			108	90	94,5
		Cal	1		30 minutos	120	100	105
		Cal	1		3 horas	120	100	105
		Reposo						
		Girar 10 minutos y descansar 3-4 hora por				20 horas		
	Botar baño							

ANEXO G: RECETA DEL PROCESO DE DESENCALADO Y PIQUELADO 1 PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

Desencalado	Baño	Agua	200	25		24000	20000	21000
		Bisulfito De Sodio	0,2		30 Minut	24	20	21
	Botar Baño							
		Agua	100	30		12000	10000	10500
		Bisulfito De Sodio	1		30 Minut	120	100	105
		Formiato De Sodio	1			120	100	105
		Producto Rindente	0,1		60 Minut	12	10	10,5
	Lavar	Producto Rindente	0,02		10 Minut	2,4	2	2,1
	Botar Baño							
		Baño	Agua	200	25	20 Minut	24000	20000
Botar Baño								
Piquelado 1	Baño	Agua	60	Ambiente		7200	6000	6300
		Cloruro De Sodio	10		10 Minut	1200	1000	1050
		Acido Fòrmico 1:10	1			120	100	105
		1 Parte Diluido			30 Minut	440,00	366,67	385,00
		2 Parte Diluido			30 Minut	440,00	366,67	385,00
		3 Parte Diluido			60 Minut	440,00	366,67	385,00
		Acido Fòrmico 1:10	0,4			48	40	42
		1 Parte Diluido			30 Minut	176,00	146,67	154,00
		2 Parte Diluido			30 Minut	176,00	146,67	154,00
		3 Parte Diluido			60 Minut	176,00	146,67	154,00
	Botar Baño							

ANEXO H: RECETA PARA EL PROCESO DE DESENGRASE Y PIQUELADO 2 PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

Desengrase	Baño	Agua	100	30		12000,0	10000,0	10500,0	
		Tensoactivo	2			240,0	200,0	210,0	
		Diesel	4		60 minut	480,0	400,0	420,0	
	Botar baño								
	Baño	Agua	100	35			12000,0	10000,0	10500,0
		Tensoactivo	1		40 minut		120,0	100,0	105,0
	Botar baño								
	Lavar	Agua	200	Ambiente	20 minut		24000	20000	21000
	Botar baño								
	2do piquelado		Agua	60	Ambiente		7200,0	6000,0	6300,0
		Cloruro de sodio	10		10 minutos	1200,0	1000,0	1050,0	
		Acido formico 1:10	1			120,0	100,0	105,0	
		1 parte diluido			30 minutos	440,00	366,67	385,00	
		2 parte diluido			30 minutos	440,00	366,67	385,00	
		3 parte diluido			30 minutos	440,00	366,67	385,00	
		Acido formico 1:10	0,4			48,0	40,0	42,0	
		1 parte diluido			30 minutos	176,00	146,67	154,00	
		2 parte diluido			30 minutos	176,00	146,67	154,00	
		3 parte diluido			30 minutos	176,00	146,67	154,00	
		Reposo			12 horas				
		Rodar			10 minutos				

ANEXO I: RECETA PARA EL PROCESO DE CURTIDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

Curtido	Baño	Tara	10,12,14		60 minutos			
		Sulfato de aluminio	4				400,0	420,0
		Basificante 1:10	0,3			36,0	30,0	31,5
		1 parte diluido			60 minutos	132,00	110,00	115,50
		2 parte diluido			601 minutos	132,00	110,00	115,50
		3 parte diluido			5 horas	132,00	110,00	115,50
		Agua	100	60	30 minutos	12000,0	10000,0	10500,0
Botar baño								
perchar 24 h								
raspar calibre 1mm								

ANEXO J: RECETA PARA EL ACABADO EN HÚMEDO, REMOJO, RECURTIDO CATIONICO, NEUTRALIZADO Y RECURTIDO ANIONICO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

		ACABADO EN HUMEDO							
PROCESO	Operación	Producto	%	Temperatura °c	Tiempo	Cantidad T	Cantidad T	Cantidad T3	
						5000	5000	5000	
		Agua	200	25		10000	10000	10000	
REMOJO		Tensoactivo	0,2			10	10	10	
		Acido formico (1:10)	0,2		20 minutos	10	10	10	
	Botar baño	Agua	80	40		4000	4000	4000	
RECURTIDO CATIONICO	Baño								
		Tara	3				150	150	
		Glutar aldehido (1:5)	2		40 minutos	100	100	100	
	Botar baño	Agua	100	40°		5000	5000	5000	
NEUTRALIZADO	Baño	Formeato de sodio	1		30 minutos	50	50	50	
		Recurtiente neutralizante	2		60 minutos	100	100	100	
		Botar baño	Agua	300	40	40 minutos	15000	15000	15000
		Lavado							
	Botar baño	Agua	50	40°		2500	2500	2500	
RECURTIDO ANIONICO	Baño	Recurtiente dispersante	2			100	100	100	
		Anilina	2		10 minutos	100	100	100	
		Mimosa	4			200	200	200	
		Rellenante de falda	2			100	100	100	
		Resina acrilica (1:10)	3		60 minutos	150	150	150	

ANEXO K: RECETA PARA EL ACABADO EN HÚMEDO, ENGRASE, FIJACIÓN DE LA ANILINA, LAVADO Y ACABADO EN SECO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.

		AGUA	150	70		7500	7500	7500
ENGRASE (Mezclar las 3 greasas y diluir 1:10)	BAÑO	ESTER FOSFORICO	12			600	600	600
		PARAFINA SULFUROSA	6			300	300	300
		ACEITE DE LANOLINA	2		60 minutos	100	100	100
FIJACION DE LA ANILINA		ACIDO FORMICO (1:10)	0,75		10 minutos	37,5	37,5	37,5
		ACIDO FORMICO (1:10)	0,75		10 minutos	37,5	37,5	37,5
		TARA	2		20 minutos	100		
		BOTAR BANO						
		AGUA	200	ambiente	20 minutos	10000	10000	10000
LAVADO	BAÑO							
		BOTAR BANO						
		PERCHAR 24 HORAS						

ANEXO L: ANÁLISIS FÍSICOS DEL CUERO CAPRINO



HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T1 (10% de TARA + 4% de SULFATO DE ALUMINIO)
(Prueba de resistencia a la tensión, elongación, y abrasión al frote en seco)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión(N/cm ²)	T1R1	IUP6	1226,667	800 a 1500 N/cm ²
	T1R2		1204,444	
	T1R3		1080,000	
	T1R4		1182,222	
	T1R5		1240,000	
Elongación(%)	T1R1	IUP6	55	40 a 80%
	T1R2		80	
	T1R3		80	
	T1R4		70	
	T1R5		50	
Abrasión al frote en seco (ciclos)	T1R1	Ponderación Malo: <50 Bueno: 50 -100 Muy bueno: 100 -150 Excelente: >150	150	50 a 100
	T1R2		150	
	T1R3		150	
	T1R4		150	
	T1R5		150	

Panamericana Sur Km Teléfono: 593(03)2998350 EXT: 350 Dec., 152
Mail: Laboratorio.lrtce@gmail.co



HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DEL T2 (12% de TARA + 4% de SULFATO DE ALUMINIO)

(Prueba de resistencia a la tensión, elongación, y abrasión al frote en seco)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión(N/cm ²)	T2R1	IUP6	4810,526	800 a 1500 N/cm ²
	T2R2		2476,190	
	T2R3		2271,429	
	T2R4		2228,571	
	T2R5		2395,238	
Elongación(%)	T2R1	IUP6	77,5	40 a 80%
	T2R2		75	
	T2R3		40	
	T2R4		42,5	
	T2R5		75	
Abrasión al frote en seco (ciclos)	T2R1	Ponderación Malo: <50 Bueno: 50 -100 Muy bueno: 100 -150 Excelente: >150	>150	50 a 100
	T2R2		>150	
	T2R3		>150	
	T2R4		>150	
	T2R5		>150	

(Prueba de resistencia a la tensión, elongación, y abrasión al frote en seco)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión(N/cm2)	T3R1	IUP6	2760,000	800 a 1500 N/cm2
	T3R2		2680,000	
	T3R3		2364,444	
	T3R4		2546,667	
	T3R5		2777,778	
Elongación(%)	T3R1	IUP6	60	40 a 80%
	T3R2		70	
	T3R3		62,5	
	T3R4		72,5	
	T3R5		80	
Abrasión al frote en seco (ciclos)	T3R1	Ponderación Malo: <50 Bueno: 50 -100 Muy bueno: 100 -150 Excelente: >150	>150	50 a 100
	T3R2		>150	
	T3R3		>150	
	T3R4		>150	
	T3R5		>150	

ANEXO M: ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO CAPRINO



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES**

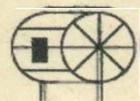
NOMBRE DEL SOLICITANTE: Héctor Leonel Chogllo Loja
TIPO DE CUERO: Pielles caprinas
FECHA DE ANÁLISIS: 26 de Enero del 2023
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 10% de tara
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	BLANDURA	CURVATURA DEL CUERO
1	2	5	2
2	2	5	1
3	3	4	2
4	1	5	3
5	2	4	2
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....
.....
.....
.....
.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
RESPONSABLE





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES

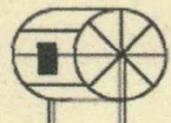
NOMBRE DEL SOLICITANTE: Héctor Leonel Choglo Loja
TIPO DE CUERO: Pielles caprinas
FECHA DE ANÁLISIS: 26 de Enero del 2023
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 12% de tara
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	BLANDURA	CURVATURA DEL CUERO
1	4	4	3
2	3	3	3
3	5	4	4
4	3	4	5
5	2	4	5
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....
.....
.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD.
RESPONSABLE





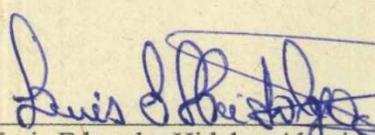
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS

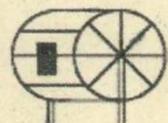
NOMBRE DEL SOLICITANTE: Héctor Leonel Choglo Loja
TIPO DE CUERO: PielS caprinas
FECHA DE ANÁLISIS: 26 de Enero del 2023
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 14% de tara
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	BLANDURA	CURVATURA DEL CUERO
1	5	3	5
2	5	3	4
3	4	2	4
4	5	2	5
5	5	2	5
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....
.....
.....


Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD.
RESPONSABLE



ANEXO N: PROCESO DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.



ANEXO O: PROCESO DE DESENCALADO, PIQUELADO 1, DESENGRASE Y PIQUELADO 2 PARA LA CURTICIÓN DE PIELS CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.



ANEXO P: PROCESO DE CURTIDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.



ANEXO Q: PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.





ANEXO R: PROCESO DE ACABADO EN SECO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA CALZADO.





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 03 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Héctor Leonel Chogllo Loja
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1535-DBRA-UTP-2023