

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TEMA:

“Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* sobre la calidad en la curtiembre de pieles caprinas y bovinas”

AUTOR:

Hugo Lizandro Muenala Guagalango

TUTOR:

Ing. Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán

Cevallos – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

“Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* sobre la calidad en la curtición de pieles caprinas y bovinas”

REVISADO POR:



Ing. Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán

TUTOR TRABAJO TITULACIÓN

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación “**Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* sobre la calidad en la curtición de pieles caprinas y bovinas**” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Medicina Veterinaria Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial y se respete los derechos de propiedad intelectual del proyecto al cual está asociado, así como al director de este.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final.



HUGO LIZANDRO MUENALA GUAGALANGO

1004108021

h.lizandro20@gmail.com

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

"Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* sobre la calidad en la curtición de pieles caprinas y bovinas"

REVISADO POR:



.....
Ing. Aragadvay Yungán Ramon Gonzalo, PhD

TUTORA

Fecha:

08/08/2024



.....
PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, PhD



.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Dr. Orlando Roberto Quinteros Pozo, PhD



.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

BQF. López Villacis Isabel Cristina

08/08/2024

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por darme la vida y a mi familia en especial a mi padre y madre que se han esforzado en apoyarme durante toda mi formación, por su motivación, apoyo y enseñanzas que siempre acompañara y guiara mi vida. A mi hermano que siempre fue una inspiración y ahora es mi motivo para seguir adelante, y demás personas que durante todo mi ciclo universitario me acompañaron.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ponerme en el camino a personas brillantes y amistades leales, así también fueron un apoyo incluyendo a mis padres, docentes y amigos de la universidad, que me ayudaron a superar todos los obstáculos que se presentaron en el transcurso hacia este logro.

A la Mvz Diana Valarezo por el apoyo y la paciencia durante todo este proceso y estar siempre al tanto de la elaboración de este proyecto

Al Ing. PhD Gonzalo Aragadvay, por darme la oportunidad de realizar este proyecto, por su calidad de persona y docente y su valiosa guía en la ejecución de este proyecto.

Al Ing. Julio Llerena por su colaboración y apoyo para el proceso de curtiembre

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT	2
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	3
1.1 Introducción	3
1.2 Antecedentes investigativos.....	4
1.3 Marco teórico	8
1.3.1. Piel bovina	8
1.3.2. Piel caprina.....	8
1.3.3. Calidad de la piel	9
1.3.4. Defectos de la piel	10
1.3.5. Proceso de curtiembre	10
1.3.6. Cromo hexavalente.....	13
1.3.8. Curtiembre vegetal	14
1.3.9. <i>Caesalpinia spinosa</i>	14
1.3.10. Taninos vegetales	16
1.4 Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general	16
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
1.5 Hipótesis	17
CAPITULO II METODOLOGÍA	18
2.1 Materiales.....	18
2.1.1. Materiales de laboratorio.....	18
2.1.2. Reactivos.....	18

2.1.3.	Materiales de escritorio.....	18
2.2	Metodología.....	19
2.2.1.	Ubicación del experimento.....	19
2.2.2.	Factores de estudio	19
2.2.3.	Tratamientos	19
2.2.4.	Diseño experimental	20
2.3	Manejo del experimento.....	20
2.3.1.	Recolección de vainas de <i>Caesalpinia spinosa</i>	20
2.3.2.	Obtención del extracto de <i>Caesalpinia spinosa</i>	20
2.3.3.	Obtención de taninos.....	20
2.3.4.	Residuo del extracto	21
2.3.5.	Cuantificación de taninos totales	21
2.3.6.	Evaluación económica.....	21
2.4	Variables respuesta	21
2.4.1.	Propiedades físicas de los productos.....	21
2.4.2.	Propiedades sensoriales de los productos.....	22
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN		23
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		30
4.1	CONCLUSIONES.....	30
4.2	RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA		32
ANEXOS		36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Caesalpinia spinosa</i>	15
Tabla 2. Tratamientos a usar para evaluar los extractos tánicos de <i>Caesalpinia spinosa</i>	19
Tabla 3. Calificación sensorial otorgada por el Dr. Luis Hidalgo.....	22
Tabla 4. Resultados de ensayo de contenido de polifenoles y taninos en extracto de <i>Caesalpinia spinosa</i>	24
Tabla 5. Análisis de resultados de pruebas físicas en donde T1 representa el cuero caprino y T2 del cuero bovino curtido con extracto sonicado de <i>Caesalpinia spinosa</i> a una concentración de taninos del 55.97 %.....	24
Tabla 6 Análisis de resultados de pruebas sensoriales en donde T1 representa el cuero bovino y T2 del cuero caprino curtido con extracto sonicado de <i>Caesalpinia spinosa</i> a una concentración de taninos del 55.97 %.....	27
Tabla 7 Análisis de costos de cueros curtidos con extractos de <i>Caesalpinia spinosa</i>	29

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva promedio de calibración de absorbancia de los extractos de <i>Cesalpinia spinosa</i>	23
--	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Bitácora para el proceso de curtiembre	36
Anexo 2. Análisis por espectrofotometría	37
Anexo 3. Toma de muestras para el análisis	37
Anexo 4. Mezcla de extracto y folin	37
Anexo 5. Pesaje de ácido gálico.....	37
Anexo 6. Toma de folin para aforar	37
Anexo 7. Mezcla de carbonato de sodio	38
Anexo 8. Pesaje de carbonato de sodio.....	38
Anexo 9. Mecla de ácido gálico.....	38
Anexo 10. Disoluciones	38
Anexo 11. Solución patrón.....	39
Anexo 12. Diluciones y agua destinala	39
Anexo 13. Espectrofotometro EPOCH	39
Anexo 14. Agitadora	39
Anexo 15. Micropipetas	40
Anexo 16. Balanza analítica.....	40
Anexo 17. Sorbona.....	40
Anexo 18. Mezcla de los productos y piel en el bombo para iniciar la curtición	40
Anexo 19. Revisión de la bitácora para el proceso de curtido	40
Anexo 20. Pesaje de los materiales para la curtición	40
Anexo 21. Piel caprina	41
Anexo 22. Piel bovina.....	41
Anexo 23 Análisis de datos de las propiedades físicas(fuerza) del cuero bovino y caprino según el software Infostat.....	41
Anexo 24 Análisis de datos de las propiedades físicas(tensión, deformación, elongación) del cuero bovino y caprino según el software Infostat.....	42
Anexo 25 Características físicas del cuero bovino curtidas con extracto acuoso sonificado de <i>Caesalpinia spinosa</i>	43

Anexo 26 Características físicas del cuero caprino curtidas con extracto acuoso sonificado de <i>Caesalpinia spinosa</i>	44
Anexo 27 Resultados de los ensayos físicos del cuero caprino(T1) y bovino(T2)	45
Anexo 28 Análisis de datos de las propiedades sensoriales del cuero bovino y caprino según el software Infostat.....	46
Anexo 29 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros bovinos y caprinos curtidos con extracto sonificado de <i>caesalpinia spinosa</i> mediante el método de calificación de 5 puntos	47
Anexo 30 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros caprinos emitidos por el laboratorio de curtiembre de pieles de la “ESPOCH”	48
Anexo 31 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros bovinos emitidos por el laboratorio de curtiembre de pieles de la “ESPOCH”	49

RESUMEN EJECUTIVO

Al elaborar el siguiente estudio se tuvo como objetivo el buscar y evidenciar que el uso de extractos de taninos sonicated extraídos de la *Caesalpinia spinosa* a una cierta concentración puede servir como fuente de curtiembre, con el fin de reemplazar al cromo. Para lograr este objetivo, se utilizó como base el extracto antes mencionado en un medio acuoso al 5% de dilución, en donde se obtuvo un extracto tánico puro sonicated del 55,97 % de concentración. Con este extracto puro se evidenció los mejores resultados en el proceso de curtido de pieles bovinas y caprinas tanto en sus cualidades físicas (tensión, elongación y deformación) y sensoriales (blandura, llenura, redondez), alcanzando márgenes óptimos para su venta y uso. El uso de este extracto ayudaría a evitar los efectos nocivos y contaminantes del cromo hacia el medio ambiente, además de que mediante el uso de dicho extracto se logró reducir los costos de producción casi a la mitad, dejando así réditos superiores.

Palabras clave: *Caesalpinia spinosa*, costo, curtiembre, extracto, taninos.

ABSTRACT

In the elaboration of the following study, the aim was to search and prove that the use of ionized tannins extracted from *caesalpinia spinosa* at a certain concentration can serve as a tanning source, in order to replace chromium, the extract was used as a base in an aqueous medium at 5% dilution, where a percentage of purity of 55.97% concentration was obtained, This medium was the one with the best reference values, so that after proceeding with the tanning process, good results were obtained in terms of physical (strain, elongation) and sensory (softness, fullness, roundness), reaching optimal margins for sale and use, and thus avoiding the harmful and polluting effects of chromium to the environment, in addition to the fact that through the use of this extract, production costs were reduced by almost half, thus leaving higher returns.

Key words: *Caesalpinia spinosa*, cost, tannery, extract, tannins.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

La demanda de productos de origen animal está enfocada en cuanto se puede producir y vender por lo que es necesario que la gente que se dedica al mercado del ganado sepa las herramientas para poder sacarle provecho a sus animales ya que de esto dependerá su producción y de esta manera puedan satisfacer las demandas de los tipos de productos que pueda ofrecer (Higuera et al., 2009).

Es así que se pretende que todo el proceso de la cadena de producción pueda ser llevada de la mejor manera permitiendo mejorar la calidad de vida tanto del productor como del consumidor. Las primeras funciones del ganado son en base a la labor agrícola, engorda y lecherías, además de estos se suele aprovechar el cuero, pezuñas, cachos y las heces (abono o biol). (Rey de Castro, 2013).

Por lo que para sacar la máxima rentabilidad del ganado a parte de sus productos principales se ha visto en la piel de estos, una fuente extra de ingresos ya que presenta ciertas características en sus capas (grasa, humedad, proteínas y minerales) que la hacen apta para el proceso de curtiembre, sin embargo los compuestos químicos utilizados en esta industria suelen tener ciertas repercusiones al medio ambiente, es así que las nuevas tecnologías a base de extractos naturales sonicados, en donde intervienen ciertos compuestos polifenólicos como los taninos que tienen la capacidad de cambiar las propiedades organolépticas de ciertos materiales se vienen utilizando en los últimos años (Hipolito & Martinez, 2007), por lo que hoy en día se hacen investigaciones que buscan encontrar estos mismos compuestos en otras plantas (Avello Chamorro, 2016)

En la industria de la curtiembre se utilizan grandes cantidades de químicos que son desechados a los afluentes cercanos desembocando en un problema ambiental tanto para la flora y fauna natural como para la población aledaña (Silva & Salinas, 2022) como lo es el cromo que, si llega a tener contacto con las personas y pueden generar afecciones de nivel cancerígeno, por lo que es necesario cuidar de los suministros naturales de agua para evitar que estos se contaminen (Rey de Castro, 2013)

Es así que el objeto de este trabajo de investigación es otorgar una opción viable a parte del uso del cromo para esta industria mediante el uso de extractos sonicados de *Caesalpinia spinosa* que contengan taninos y así obtener un cuero con las mismas cualidades que nos daría el método industrial en donde usan cromo.

1.2 Antecedentes investigativos

El trabajo de campo realizado por (Meléndrez Lara, 2019) pretendió combinar varios componentes de silicato de sodio (Na_2SiO_3) con guarango, y como estos influyen en la curtiembre de piel de cabra en cinco tratamientos diferentes. Los resultados obtenidos mostraron que curtir con 10% de silicato de sodio (Na_2SiO_3) con 8% de guarango, presentaron mejores características en la elongación, lastometría y tensión; de igual forma los residuos tras la curtición con este tratamiento no presentaron toxicidad por lo que puede ser eliminado con facilidad tras procesos físicos biológicos; además presentó una buena rentabilidad para la producción de cueros.

El objetivo del trabajo realizado por (Paguay Colcha, 2022) fue el analizar las diferentes cualidades organolépticas obtenidas tras la curtición de pieles usando extractos vegetales obtenidas de *Caesalpinia spinosa* y de *Mimosa púdica*. Los resultados mostraron que el uso de estos extractos de origen vegetal tiene una respuesta positiva en las características mencionadas con anterioridad, además de

incrementar la rentabilidad y disminuir considerablemente los residuos que podrían generar algún tipo de contaminación ambiental, mismos que suelen observarse tras la curtición de pieles usando cromo trivalente.

Estudios realizados por (Hidalgo Almeida, 2016) comparó el uso de extractos obtenidos de *Caesalpinia s.* (T1) y sulfato de cromo (T2); los resultados obtenidos mostraron mejores características en la elongación (72.12%) y tensión (333.24 N/cm²) tras el uso de la tara vegetal de *Caesalpinia spinosa*. De igual forma en relación con el costo-beneficio, el T1 presenta un proceso rentable y productivo, con una ganancia aproximada del 37%.

De igual forma (Basantes Basantes & Pino Falconí, 2018) evaluaron las diferentes características físicas que presentan las pieles de caprinos tras su curtición; en esta investigación usaron dos tratamientos diferentes, T1 con diferentes extractos obtenidos de *Caesalpinia spinosa* (acuoso e hidroalcohólico) y T2 usando sulfato básico de cromo. Los resultados obtenidos muestran que el extracto hidroalcohólico de *Caesalpinia spinosa* obtuvo una mejor respuesta en cuanto a redondez y llenura; sin embargo, características sensoriales, como blandura presentó mejores resultados en el T2 con sulfato de cromo.

Resultados similares se encuentran en la investigación de (Basantes Basantes & Lozano Hernández, 2018) donde se compararon el uso de extractos hidroalcohólicos de *Caesalpinia spinosa* y sulfato de cromo para la curtición; demostrando así que el uso de los extractos hidroalcohólicos de *Caesalpinia spinosa* mostraron mejores características físicas como alargamiento, tensión y distensión.

En la investigación realizada por (Miranda Falconí, 2023) probó la combinación de diferentes porcentajes de glutaraldehído (8, 9 y 10%) con extractos de *Caesalpinia spinosa* (8%) en la curtición de pieles de caprinos. Los resultados mostraron que un 9% de glutaraldehído con el 8% de tara de *Caesalpinia spinosa*,

produce cueros con mejor resistencia y características físicas como la tensión, lastometría y elongación, de igual forma las características sensoriales como llenura y redondez mostraron mejorías.

En el trabajo realizado por (Pilamunga Gualán, 2017) se combinó diferentes niveles de extracto obtenido de *Caesalpinia spinosa* con ácido oxálico en 24 pieles de cabras. Los resultados obtenidos tras la curtición con un extracto a una concentración del 14% de *Caesalpinia* s más 1% de ácido oxálico, presentaron buenas cualidades como son la resistencia, elongación y lastometría, así como buenas características sensoriales como llenura, blandura y redondez; por lo que con el uso de este tipo de fórmula lograron obtener cueros de calidad que permitieron aumentar la rentabilidad y reducir la contaminación ambiental ya que no existen componentes tóxicos dentro de los residuos líquidos, por lo que estos pueden ser eliminados de forma convencional.

Otros estudios realizados por (Altamirano Bagua, 2017) al realizar la curtimbre en cabras utilizando la harina de *Caesalpinia spinosa*, obtuvieron los siguientes resultados: elongación (72,12%) y resistencia (333,24 N/cm²). En la misma línea de investigación (Aguilar et al., 2012) demostró que al realizar la curtición de pieles ovinas utilizando extracto acuoso fluido de *Caesalpinia spinosa* se alcanzaron porcentajes de elongación (82,50 %) y resistencia a la tensión de (1695,36 N/cm²).

En una evaluación realizada por (Tournier, 2017) probó la resistencia de pieles frescas durante cada fase de curtido usando cromo trivalente. En donde se encontró que en los procesos de división de tripa y división de wet blue, hubo un 25% menos desgarros que en las otras fases de la curtición debido a alteraciones en las fibras de colágeno.

(Sela Mendez, 2018) en su trabajo de campo desarrolló un proceso de curtición a partir de extractos vegetales de *Caesalpinia spinosa* sin el uso de cromo trivalente

en la curtición de 20 pieles bovinas en cuatro tratamientos distintos, usando un 15% del extracto con diferentes concentraciones de glutaraldehído. Los resultados obtenidos mostraron que la resistencia a la tensión fue mejor con T1, en cuanto a la elongación el T3 presento los resultados más altos y para la lastometría se reportó el T2 con mejores resultados, en cuanto a características sensoriales; el T3 obtuvo una mejor respuesta en cuanto a blandura, llenura y firmeza. Es así que concluyó que al combinar un 15% de extracto de *Caesalpinia spinosa* más un 3% de glutaraldehído fue la formulación ideal para obtener una buena calidad en el cuero tras la curtición.

Otros estudios realizados por (Molina Paguay, 2020) combinando la tara de *Caesalpinia spinosa* con ácido húmico para determinar la calidad de 20 pieles bovinas. Mostrando resultados en donde T1 evidenció mejores características físicas en cuanto a la tensión, elongación y lastometría del cuero; en cuanto a las características sensoriales como llenura y soltura el T4, mientras que la blandura el T1 presento mejores resultados; de igual manera, estas combinaciones presentaron una buena rentabilidad; por lo que, concluyo que combinar los extractos de *Caesalpinia spinosa* con ácido húmico es posible curtir pieles bovinas, sin la necesidad de usar cromo trivalente.

(Choto Chariguamán, 2018) comparó la curtición tradicional con cromo trivalente con la curtición a partir de extractos vegetales obtenidos de *Caesalpinia spinosa* al 14%, 16% y 18% en 24 pieles de bovinos. Los resultados mostraron que usar 18% de extracto, crea piezas de alta calidad obtenidas sin riesgo a una contaminación ambiental, mostrando resultados óptimos en relación a: elongación y tensión, así también buenas características sensoriales con respecto a llenura, blandura y redondez. De igual forma el usar un 18% de la tara elevó la rentabilidad de forma considerable.

En el estudio de (Hidalgo Viteri, 2013) uso extractos de guarango más extractos vegetales de *Caesalpinia spinosa* y compararlos con sales de cromo en la curtición

de 6 pieles bovinas. Los resultados mostraron que los extractos combinados presentaron mejores características físicas (tracción máxima y elongación) y sensoriales (blandura, llenura y redondez) en la obtención de cuero de pieles bovinas, a comparación de los usados con sales de cromo.

Además, estudios recientes identificaron varias leguminosas arbustivas ubicadas en Ecuador con altos contenidos de metabolitos secundarios como taninos con potenciales beneficios sobre la nutrición animal y que se podrían utilizar en la industria de la curtiembre por su alto contenido de estos metabolitos. (Aragadvay-Yungán et al., 2022)

1.3 Marco teórico

1.3.1. Piel bovinas

Estas provienen de las vacas, toros y terneros; siendo las de mayor importancia por su volumen obtenido tras el faenamiento (Gualoto & Vizúete, 2016), recordando que no es la única materia prima que se obtiene de este proceso ya que también se obtienen (vísceras, carne, cabeza, patas y sangre). La piel de los bovinos se va a clasificar según su tamaño, peso y calidad y estos varían en dependencia de la edad, sexo, raza y estado nutricional. Encontramos que la piel de animales con una buena suplementación alimenticia es más gruesas y elásticas, mientras que animales que han sido estabulados tienen una piel muy fina a comparación de los animales que han pastado, por lo que se considera como piel de buena calidad al producto obtenido de los animales que han vivido en un sistema de pastoreo (Molina Paguay, 2020).

1.3.2. Piel caprina

Al ser una piel suave, resistente y muy uniforme, su uso se ha visto muy extendido dentro de la industria textil, y en la actualidad es considerada una de las pieles más importantes dentro de la industria de la curtiduría ya que con este cuero se es posible confeccionar prendas de muy alta calidad (Sucin, 2003). Además, se considera que las pieles con pelos finos y cortos son considerados superiores en relación a las pieles cubiertas de pelos largos y gruesos (Maya. Joselin, 2016).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la forma en que se maneja el ganado en las haciendas influye directamente sobre las características finales de una curtición por lo que si se desea tener una piel de calidad se debe cuidar que estos animales reciban un buen trato desde la crianza hasta el faenamiento. (Silva & Salinas Morales, 2022b)

1.3.3. Calidad de la piel

Se debe considerar que la piel de los diferentes animales usados en los procesos de curtición no va a presentar una estructura dérmica similar, por lo que encontramos diferencias muy marcadas en cuanto a características físicas y sensoriales. Siendo así que los animales salvajes o exóticos presentan una calidad superior a las de animales en confinamiento (Molina Paguay, 2020)

Para medir la calidad del cuero de los animales domésticos nos guiamos en las siguientes particularidades:

- Clima
- Alojamiento
- Alimentación
- Raza
- Sexo
- Edad
- Pelaje
- Estado de salud (Gualoto & Vizuite, 2016)

La calidad de la piel va a estar marcada por diversos factores externos, como la temperatura, en donde los animales criados en situaciones climáticas extremas tienden a desarrollar estructuras compactas (Molina Paguay, 2020), mientras que los animales criados en situaciones controladas (clima templado o cubiertas) tienden a tener una piel muy delgada y menos compacta (Gualoto & Vizuite, 2016).

1.3.4. Defectos de la piel

Consideramos como defecto a los diferentes signos que modifiquen la piel, generando reducción en el precio de esta materia prima (Gualoto & Vizuite, 2016). Encontramos diferentes tipos de defectos como:

- Daños mecánicos: quemaduras, cicatrices por heridas (alambres, peleas, cirugías), presencia de sarna, garrapatas, o parásitos (Molina Paguay, 2020).
- Defectos propios de la piel: arrugas, fibra vertical (Molina Paguay, 2020).
- Defectos por enfermedades: úlceras, forúnculos, verrugas, tumores, abscesos, etc. (Molina Paguay, 2020).

1.3.5. Proceso de curtición

Conocemos como “curtido” al proceso por el que las pieles de los animales pasan por diferentes fases con la finalidad de obtener un material denominado cuero. Las pieles más usadas en esta industria son las del ganado bovino, ovino y porcino, que son obtenidas como un subproducto del faenamiento de dichos animales.

1.3.5.1. Fases del curtido

a) Recepción de las pieles

La piel se la obtiene tras el faenamiento de los animales, mismas que van a tener altos porcentajes de humedad y uno que otro defecto, mismos que deben ser detectados en la inspección visual con el fin de obtener elementos de buena calidad y evitar un pronto deterioro del producto final(cuero) (sf., 2012).

b) Pre-tratamiento

En esta fase se pesa y se clasifican las pieles por el tamaño y especie; se procede a lavar con agua o sustancias químicas para retirar residuos

(sangre, excreciones y/o suciedades) y también para poder rehidratar la piel (sf., 2012).

c) **Cuidado y desinfectado**

Para poder curar las pieles obtenidas se puede usar sal o secándolas a la intemperie; sin embargo, la opción más usada es con sal, siendo esta última el método más eficaz por la rapidez del secado de la piel. Este proceso dura aproximadamente 16 horas (sf., 2012).

d) **Pelambre**

En esta fase se va a disolver el bello usando cal y sulfuro de sodio, esta combinación ayuda a romper las fibras de fibrina y colágeno del cuero, para que las fases posteriores no se vean afectadas. Las pieles en contacto a esta sustancia deben estar en constante agitación (sf., 2012).

e) **Desencalado**

En esta fase se va a lavar de nuevo la piel con el fin de eliminar restos del proceso anterior para evitar posibles interacciones químicas durante las siguientes fases de la curtición. En esta fase se ocupan grandes cantidades de agua, así como diferentes sustancias químicas para neutralizar la piel (sf., 2012).

f) **Descarnado**

En esta fase se procede a eliminar los residuos de grasa y/o carne que permanecen unidas a la piel, se usan diferentes equipos para eliminar con mayor facilidad estos residuos; esta fase es importante ya que asegura que los diferentes químicos usados en el proceso penetren de forma adecuada en la piel (sf., 2012).

g) **Desengrasado**

En esta fase se usan algunos detergentes (depende del tipo de piel que se desea curtir). Las pieles obtenidas deben permanecer en remojo y reposo por determinado tiempo. Los químicos usados nos ayudaran a homogenizar la piel y brindar mayor elasticidad en su superficie (sf., 2012).

h) **Piquelado**

Fase previa al curtido, las sustancias usadas en esta fase son el ácido fórmico y el ácido sulfúrico, de esta manera permiten que el curtiente ingrese con facilidad a la piel, mejorando la conservación de la misma (sf., 2012).

i) **Curtido**

Dentro de la fase de curtido se emplean dos métodos fundamentales:

- Proceso del curtido a base de sales de cromo: usado por al menos el 80% de empresas curtidoras, siendo el proceso más contaminante y toxico. Sin embargo, el uso de cromo deshidrata con mayor facilidad la piel. Este proceso dura de 8 a 24 horas aproximadamente (sf., 2012).
- Proceso de curtido con agentes vegetales: usa extractos de diferentes fuentes vegetales, mismas que ayudan a obtener un buen cuero, mejorando las cualidades físicas y sensoriales. Los cueros se sumergen en su totalidad en el suero obtenido por el tiempo necesario para que este se impregne de forma adecuada en la piel (sf., 2012).

Como resultado de ambos procesos tenemos varios productos residuales, estas deben ser almacenadas en diferentes recipientes y ser eliminados de forma adecuada (sf., 2012).

j) **Secado**

El secado de las pieles depende principalmente del proceso de curtición usado. La velocidad de secado depende en el resultado que se quiera; si se seca a una velocidad rápida la superficie de la piel va a estar seca mientras que el interior permanece húmedo. La forma adecuada de secado es colocarla sobre una superficie, de preferencia vidrio (sf., 2012).

k) **Engrasado**

Esta fase es importante ya que evita que las pieles obtenidas se quiebren y/o rompan, a su vez el cuero se vuelve suave, manejable y flexible. Aquí se incorporan diferentes aceites para dar el acabado deseado y esperado (sf., 2012).

l) **Planchado y clasificación**

Se usan diferentes maquinas dependiendo del tipo de acabado que desee obtener. Una vez finalizado el planchado de las pieles se procede a clasificar según el tamaño y calidad (sf., 2012).

m) **Almacenamiento**

Se almacenan en un lugar ventilado y sin humedad, además deben ser cubiertos para evitar la exposición directa al sol (sf., 2012).

1.3.6. Cromo trivalente

Es el que más impacto tiene en las industrias siendo el más usado, sin embargo no todo lo que se usa es en todo aprovechable, gran parte de este se elimina y desemboca en las quebradas o campos, generando un gran impacto ambiental (Rey de Castro, 2013)

Este producto que se suelta a los desagües lleva consigo grandes cantidades de un material cancerígeno ya que en su forma base no ocasiona mayores problemas, pero al interactuar con el resto de insumos durante la curtiembre puede llegar a ser

nocivo para las personas y animales que rondan el sitio donde se desecha este material. (Hidalgo Almeida, 2016)

1.3.7. Curtido en el Ecuador

De toda la actividad curtiembre que se desarrolla en Ecuador, la mayor parte se localiza en Tungurahua (Silva & Salinas Morales, 2022). Esta industria utiliza el cromo y los desechos de estas empresas no tienen vigilancia para el tratamiento de aguas por lo que la mayor parte desembocan en los principales ríos de esta provincia.

El principal problema que se tiene en estas empresas es que el producto que usan no suele adherirse como se debe a las pieles por lo que en su mayoría se desecha, afectando no solo al curtido, ya que deben usar grandes cantidades de este material, sino al medio ambiente y su ecosistema (Rey de Castro, 2013).

1.3.8. Curtido vegetal

Esta nueva tecnología que se enfoca en obtener los mismos resultados en el cuero, usando plantas como método alternativo para no afectar al ecosistema. Estas plantas contienen importantes cantidades de taninos que son compuestos encargados de la curtición y la *Caesalpinia spinosa* es una planta que contiene del 40 al 60% de estos metabolitos (Castell et al., 2011)

1.3.9. *Caesalpinia spinosa*

1.3.9.1. Taxonomía

Tabla 1. *Taxonomía de Caesalpinia spinosa*

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Fabales
FAMILIA	Fabaceae
SUBFAMILIA	Caesalpinioideae
TRIBU	Caesalpinieae
GENERO	Caesalpinia
ESPECIE	<i>Caesalpinia spinosa</i>

(Torre, 2018)

1.3.9.2. Descripción

Esta planta es pequeña de 4 a 6 metros de altura, su corteza presenta una coloración grisácea con diversas espinas dispersas en la misma (Torre, 2018). Sus flores se dispersan como un racimo mientras que sus frutos son semejantes a vainas aplanadas, si esta es de color verde significa que esta inmadura, si es de color rosa es porque está madurando, si es de color rojizo oscuro se encuentra madura por completo; dentro de cada vaina encontramos entre 8 a 10 semillas cafés o negras y son aplanadas (Torre, 2018).

1.3.9.3. Distribución geográfica

La encontramos ampliamente distribuida en Perú, encontrando cerca del 80% de ejemplares, sin embargo, también la encontramos en Bolivia, Chile, Ecuador y Colombia. Es común encontrarla en bosques naturales o semiáridos (Torre, 2018).

1.3.9.4. Usos

Es conocida por diferentes nombres, en Perú y Bolivia se la conoce como tara o taya; mientras que en Ecuador se la conoce como guarango, vainillo o campeche,

y en Colombia se la conoce como dividir (Castell et al., 2011). La tara es usada tradicionalmente en la curtición de cueros y/o en la elaboración de tintas textiles, de igual forma, se la usa con fines alimenticios, en la fabricación de maderas, combustible o medicinas. La parte más usada de esta planta son sus vainas, ya que de esta se extraen los taninos usados en la curtiembre, mientras que las semillas son usadas para la elaboración de goma alimenticia (Torre, 2018).

1.3.10. Taninos vegetales

Se tratan de componentes vegetales esenciales encargados de brindar protección contra los herbívoros, ciertas enfermedades y del estrés generado en el medio ambiente (Basantes Basantes & Lozano Hernández, 2018). El ser humano empezó a implementar el uso de taninos en la empresa textil, especialmente en la curtiembre; los taninos tienen un olor característico, su sabor es amargo y su colocación desde un amarillo claro a un café oscuro (Hipolito & Martinez, 2007).

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar los extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* sobre la calidad en la curtición de pieles caprinas y bovinas”

1.4.2. Objetivos específicos

- Obtener extractos tánicos acuosos y alcohólicos de *Caesalpinia spinosa* a diferentes concentraciones (5%,10%, 15%) para la curtición de pieles.
- Evaluar las propiedades físicas (resistencia a la tracción, alargamiento a la rotura) y sensoriales (blandura, llenura y redondez) de cueros procesados a partir de pieles caprinas y bovinas.

- Determinar el costo de producción de cueros a partir de pieles caprinas y bovinas obtenidas mediante el proceso tradicional y alternativo de curtición.

1.5 Hipótesis

- **H.1.:** Los extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa* influyen sobre la calidad y rentabilidad de los procesos de curtición de pieles caprinas y bovinas

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1. Materiales de laboratorio

- Espectrofotómetro HACH DR 2800
- Centrífuga
- Estufa
- Lastómetro para el ensayo de resistencia
- Balanza Analítica marca OHAUS
- Balanza de precisión
- Frasco ámbar de
- Termómetro digital marca WTW
- Probetas
- Balones de 10 ml
- Papel filtro

2.1.2. Reactivos

- Alcohol etílico al 50%
- Agua destilada
- Acetona

2.1.3. Materiales de escritorio

- Cuaderno de apuntes
- Esferos
- Marcadores
- Hojas de papel

2.2 Metodología

2.2.1. Ubicación del experimento

Para determinar la concentración de taninos de los extractos de *Caesalpinia spinosa* los análisis de laboratorio se realizará en los campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, país Ecuador, con una altitud de 2894 msnm (INAMHI, 2014).

2.2.2. Factores de estudio

Calidad y rentabilidad de cueros provenientes de pieles caprinas y bovinas.

2.2.3. Tratamientos

Tabla 2. *Tratamientos a usar para evaluar los extractos tánicos de Caesalpinia spinosa*

TRATAMIENTOS	EXTRACTOS	REP/TRAT.	PIELES. /TRAT.	TOTAL, PIELES/ TRAT.
T1	Extracto acuoso 5%	4	2	8
	Extracto alcohólico 5%	4	2	8
T2	Extracto acuoso 10%	4	2	8
	Extracto alcohólico 10%	4	2	8
T3	Extracto acuoso 15%	4	2	8
	Extracto alcohólico 15%	4	2	8
TOTAL				48

2.2.4. Diseño experimental

El diseño a utilizarse es un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3x2 correspondientes a dos tipos de extractos, tres concentraciones y dos tipos de pieles respectivamente. Es decir, 12 tratamientos con 4 repeticiones que dando un total de 48 unidades experimentales que serán las muestras de piel para el proceso de curtición. La información se procesará a través del software estadístico infostat versión 2018 y se utilizará un análisis de varianza con una prueba de tukey al 5% para la comparación de promedios.

2.3 Manejo del experimento

2.3.1. Recolección de vainas de *Caesalpinia spinosa*

Se procederá a recolectar vainas maduras de *Caesalpinia spinosa*. Para el extracto alcohólico se pesará 100 g, se lo aforará a 1000 ml con alcohol al 50 %, se someterá calentándolo y agitándolo constantemente por una hora, controlando la temperatura con la ayuda de un termómetro, se enfriará y filtrará, la solución final se conservará en un recipiente ámbar.

2.3.2. Obtención del extracto de *Caesalpinia spinosa*

Para el extracto acuoso se pesará 100 g de la misma se aforará a 1000 ml con agua destilada, calentándolo y agitando seguidamente durante una hora, controlando la temperatura con un termómetro, se enfriará y filtrará, la solución resultante se almacenará en un recipiente ámbar.

2.3.3. Obtención de taninos

Para la extracción de taninos totales se pesará 0,125 g de extracto añadiendo 5 ml de metanol y agua mitad por mitad, se agitará a durante una hora, centrifugando la muestra a 4000 rpm por media hora y recolectando el restante.

2.3.4. Residuo del extracto

El restante será añadido con 5 ml de acetona/agua, revolviéndole por una hora, centrifugándole a 4000 rpm por media hora y recolectando el restante.

2.3.5. Cuantificación de taninos totales

Para la cuantificación de taninos totales se mezclarán y aforarán dos restantes en un balón de 10 ml. De esto se toma 1 ml y se afora a 250 ml con agua destilada para luego analizarlo por el espectrofotómetro a una longitud de onda de 750 nm.

2.3.6. Evaluación económica

Para realizar la evaluación económica de la curtiembre bovina y ovina se comparará el proceso mediante curtiente mineral cromo en donde se suele considerar ciertos factores como la adquisición de las pieles, el proceso de curtición, mano de obra, servicios básicos, etc., en donde se suelen alcanzar costos cercanos a los cien dólares por proceso, es así que mediante la utilización de los extractos tánicos se tratara de reducir estos costos y así elevar la rentabilidad del productor.

2.4 Variables respuesta

2.4.1. Propiedades físicas de los productos

Se situará las mordazas distanciadas a 50 mm (+/- 1mm,), se colocará la probeta en las mordazas, los bordes se situarán por lo largo de las líneas AB y CD, con la ayuda de un Dinamómetro que se inicia al empezar la prueba hasta la ruptura de la probeta y se registrará la fuerza más elevada que al ser ejercida será definida como la fuerza de ruptura (Hidalgo, 2004).

Para valorar el alargamiento a la ruptura se colocará la probeta entre las mordazas del Dinamómetro, los bordes estarán a lo largo de las líneas AB y CD, midiendo

la longitud inicial de la probeta. Se dará inicio al dinamómetro hasta que la probeta se rompa procediendo luego a anotar la longitud en donde esta se rompa (Hidalgo, 2004)

2.4.2. Propiedades sensoriales de los productos

Para la valoración sensorial, la evaluación la realizará un verificador encardo, en donde este evaluará mediante un método de calificación, el impacto sobre los sentidos dichas características obtenidas del cuero, con el fin de ser usados en los productos finales como zapatos, chompas etc.

Tabla 3. *Calificación sensorial otorgada por el Dr. Luis Hidalgo*

Calificación sensorial	
	Puntuación
Muy buena	5
Buena	3-4
Baja	1-2

(Hidalgo, 2004)

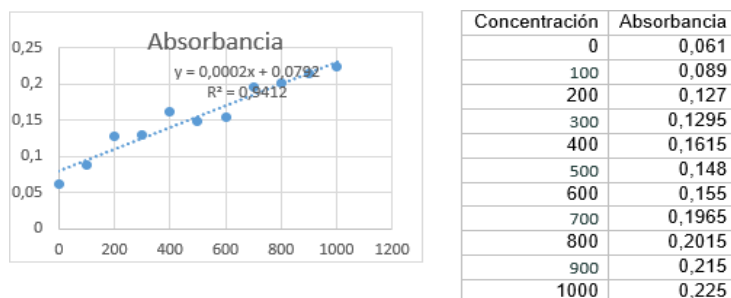
CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la tabla 1 del ensayo para la determinación del porcentaje de taninos de los diferentes extractos, se evidenció como en la columna 1B referente al extracto sonificado en un medio acuoso al 5% alcanzó una valoración de concentración del 55,97 % de taninos.

Los ensayos para la obtención de la recta patrón fueron realizados mediante el método folin, que luego fueron sometidos a un análisis de espectrofotometría con una longitud de onda de 750 nm, con diluciones 25/1, tomando como muestra para el análisis 200 microgramos de la dilución, lo que permitió obtener valores observados en la figura 1, en donde se muestra la recta ascendente de absorbancia para cuantificar la concentración de cada extracto y la variación de cada muestra. Esto luego de utilizar el proceso de sonicación con la finalidad de alcanzar mayor pureza y concentración de taninos en el extracto, ya que estudios han demostrado valores que pueden alcanzar en el Ecuador del 62%, Chile 64 y Perú 66% de pureza de *caesalpinia spinosa*, por lo que, en comparación a dichos valores, con este estudio se pudo acercar bastante a dichos estándares.

Gráfico 1. Curva promedio de calibración de absorbancia de los extractos de *Cesalpinia spinosa*



Muenala (2024)

Por lo cual se prosigue a elaborar el volumen necesario del extracto sonificado para luego realizar la curtiembre, en donde si bien se tiene información que el medio alcohólico es mejor para la concentración y conducción de los taninos, los resultados en los acabados de las pieles suelen dejar mucho que desear debido a que deforman el cuero y el desgaste es mayor, por lo que para aprovechar en su mayoría las propiedades de la *caesalpinia*

spinosa se optó por utilizar la disolución en medio acuoso ya que este permite que el cuero no se arrugue al momento de secarse y este tenga un mejor acabado haciendolo más cotizabile para la venta. (Hidalgo, 2016)

Tabla 4. Resultados de ensayo de contenido de polifenoles y taninos en extracto de *Caesalpina spinosa*.

	EXTRACTOS						
	POTENCIA BAJA			POTENCIA ALTA		POTENCIA BAJA	
	BLANCO	1A	1B	2A	2B	3A	3B
	1	2	3	4	5	6	7
A	0,053	0,185	0,209	0,184	0,173	0,185	0,171
B	0,05	0,196	0,218	0,18	0,184	0,197	0,176
C	0,0515	0,1905	0,2135	0,182	0,1785	0,191	0,1735
Concentración (%)	46,81528662	55,9713376	43,4315287	42,0382166	47,0143312	40,0477707	

1(A) extracto alcohólico 5%, 1(B) extracto acuoso 5%, 2(A) extracto alcohólico 10%, 2(B) extracto acuoso 10%, 3(A) extracto alcohólico 15%, 3(B) Extracto acuoso 15%
(Muenala, 2024)

Tabla 5. Análisis de resultados de pruebas físicas en donde T1 representa el cuero caprino y T2 del cuero bovino curtido con extracto sonificado de *Caesalpinia spinosa* a una concentración de taninos del 55.97 %.

	T1	T2	P-Valor
Calibre mm	1,77 ^a	1,41 ^b	<0,0001
Área cm2	0,17 ^a	0,21 ^b	<0,0001
Tensión (N/cm2)	1083 ^a	1212,37 ^a	0,1774
Fuerza (N)	186,08 ^a	248,05 ^b	0,0001
Medidor Inicial (m)	0,31 ^a	0,28 ^b	<0,0001
Medidor Final (m)	0,33 ^a	0,3 ^b	<0,0001
Deformación Del Medidor (mm)	0,03 ^a	0,03 ^a	0,9117
Elongación (%)	65,1 ^a	73,93 ^b	0,0308

(Muenala, 2024)

Una vez obtenido los resultados de las pruebas físicas en base a los objetivos planteados buscando las cualidades de tensión, se evidenció valores de 1083 N/cm2 en el cuero caprino y de 1212,37 N/cm2 en el cuero bovino, ya que según la normativa IULTCS/IUP6 se establece un rango de 1500 N/cm2 de tensión para que el cuero sea considerado de calidad, por lo que se estima que los cueros resultantes se podrán utilizar

para la fabricación de productos de uso diario por su capacidad de resistir al desgaste, estos pueden ser carteras, chompas, monederos, etc.

Esto en comparación con estudios en donde se utilizaron extractos de *Caesalpinia spinosa* Altamirano (2017) demostró valores de 2786.65N/cm² en cuero bovino y de 333,24 N/cm² en cuero caprino, así también Garcés (2017) alcanzó valores de 1990,62 N/cm²(cabra) y Martínez (2017) usando un extracto de acacia obtuvo como resultado una fuerza de tensión entre los 451.46 N y de 218. 62 N en cueros bovinos, en otra evaluación Lara (2016) utilizando diferentes niveles de silicato de sodio con 8 % de guarango evidenció una fuerza 2861.42 N/cm en piel caprina y Parada (2021) usando agentes hidrolizantes, enuncia una fuerza de tensión de 1341.59 N/cm² en cuero bovinos, esto con el fin de potenciar y mejorar la fuerza de tensión del cuero por lo que se estima que el uso combinado con otras fuentes curtientes o aumentando la concentración de taninos en los extractos se pueden elevar la calidad física del cuero, independientemente del origen de estas pieles.

Así también en relación a la elongación se obtuvo valores significativos de 65,1 % en el cuero caprino y de 73,93 % en el bovino ya que los valores a superar deberán estar en base a la Norma Técnica IUP 8 (2002) que será entre el 40 y 80 % de elongación, por lo que al tener valores que se encuentran dentro de estos rangos, se puede decir que el cuero cumple con los requerimientos comerciales, ya que como se conoce un estudio realizado por Altamirano (2017) que al usar el extracto de *Caesalpinia spinosa* se reportan porcentajes de elongación que llegan al 70% en el cuero bovino y 72% en el cuero caprino. Lara (2016) utilizando un nivel de 10 % de silicato de sodio en combinación con 8 % de guarango demostró un valor de 66.25 % de elongación e Hidalgo (2016) enuncia una elongación del 72,12%. por lo que al comparar estos resultados con los que se obtuvo, sabemos que las pieles al ser tratadas con extractos sonicados se logran alcanzar buenos estándares comerciales.

Los valores en base a la deformación oscilan los 0,03 mm entre estas dos pieles, por lo que no tiene significancia, siendo así que al ser sometidos a esta prueba llegaron a

alterarse en rangos similares por lo que se estima que la humedad y temperatura a las cuales pueden ser sometidos estos cueros no afectan en su composición o forma, siendo así que estos cueros tienen una buena calidad ya que según la Norma Técnica IUP 8 (2002) sugiere que estas deformaciones no alcancen los 7mm es así que al no exceder este rango se estima que el cuero resultante aguantara cualquier tipo de trabajo al que vaya a ser destinado.

En este estudio el producto utilizado es el extracto tánico sonicado de *Caesalpinia spinosa* disuelto en un medio acuoso, buscando que dichos productos contengan una buena concentración de taninos y estén libres de residuos que impidan su fijación al cuero, por lo que, en comparación a estudios realizados, dichos valores demuestran estándares similares a los requeridos según la normativa IULTCS/IUP6.

Además, se debe tener en cuenta que el tipo de cuero que se vaya a obtener depende del origen de la materia prima, esto hablando de las pieles y los taninos, recordando que no por aumentar las concentraciones de dichos taninos se obtendrán mejores resultados ya que esto puede generar una saturación y por ende bajos niveles en la calidad del cuero.

Por lo que al usar extractos tánicos sonicados se pueden obtener productos con una buena concentración y con menos impurezas que impidan que dicho extracto penetre y se fije a las zonas interfibrilares de la piel, de esta manera, se producen cueros con mejores características físicas, recordando que cada tipo de cuero tiene sus características y son demandados según el mercado que lo desee. Es así que el cuero de origen caprino al tener mayor elasticidad y ser fácil de trabajar en productos que donde se los vaya a doblar o plegar tendrá como destino la industria del calzado. En relación al cuero bovino este material al ser más duro y resistente tiene la capacidad de soportar el desgaste, humedad, calor y uso diario por lo que su fin es la fabricación de cinturones, carteras, muebles, prendas de vestir, llaveros de piel, sillas de montar, mochilas y fundas de teléfonos ya que necesitan durar en el tiempo.

Tabla 6 Análisis de resultados de pruebas sensoriales en donde T1 representa el cuero bovino y T2 del cuero caprino curtido con extracto sonicado de *Caesalpinia spinosa* a una concentración de taninos del 55.97 %.

Prueba	T1	T2	P-Valor
Blandura	2,50 ^a	4,67 ^b	<0,0001
Llenura	4,67 ^a	2,33 ^b	<0,0001
Redondez	4,50 ^a	2,17 ^b	<0,0001

(Muenala, 2024)

Al realizar el análisis sensorial en relación a la prueba de blandura en donde la calificación de 1 corresponde a una blandura suave y sin caída; 5 equivale a una mayor blandura, es decir, un cuero totalmente suave y sumamente caído y que números intermedios denotan blandura y caída con escala de duro a suave y de ninguna caída a sumamente caída. Por lo que utilizando extractos tánicos sonicados de *Cesalpinia spinosa*, aplicados al curtido de las pieles bovinas y caprinas, se puede apreciar una media de calificación de 2,5 en piel bovina y 4,67 en piel caprina. En donde dichos valores medios de 4,7 puntos es una calificación muy buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2004).

A continuación, en trabajos en donde se usaron *Caesalpinia spinosa*, Melendrez (2019) obtuvo calificaciones medias de 4,30 es decir cueros sumamente suaves y con buena caída, así también Paguay (2022) obtuvo un promedio de 4,38 puntos. Por lo que en base a los resultados obtenidos la piel con mejor puntuación fue la de cabra por su capacidad de provocar la reacción del colágeno con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras del colágeno, así también substituir los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Las calificaciones sensoriales del cuero dependen de la apreciación que el juez calificador emite al percibir con las yemas de los dedos las condiciones que presenten los productos. De tal manera que al deslizar la palma de la mano sobre la superficie de la piel tanto del lomo como de las faldas se aprecia una sensación de llenura, sin partes demasiado vacías

o lo contrario muy llenas, es así que, en relación a la llenura la calificación media en la piel bovina alcanzó los 4,67 puntos y en la piel de cabra 2,33 puntos.

En comparación a esto Basantes (2018) alcanzo resultados en los cueros curtidos con el extracto acuoso con una respuesta de 4,33 puntos y ponderaciones de muy buena según la mencionada escala y Paguay (2022) obtuvo una calificación de 4.67 puntos, por lo que los resultados expuestos en la presente investigación son similares a los expuestos por Hidalgo, L. (2016) y en dichos trabajos mencionados. ya que, si la puntuación es muy inferior y con demasiada caída, al elaborar zapatos, chompas correas etc, estos se deformarán muy rápido y tendrán un envejecimiento prematuro que desmejoran la calidad de la materia prima y del artículo final.

En la prueba sensorial de redondez evidencio una calificación media de 4,50 en piel bovina y en la piel de cabra 2,17 puntos, esto en comparación a los hallazgos hechos por Basantes (2018) en donde también hizo uso de *Caesalpinia spinosa* en un medio hidroalcohólico alcanzando puntuaciones medias de 3,83 puntos, además de este Puente (2019) obtuvo valores de 4,80 puntos que es una calificación excelente hecha por Hidalgo (2017). El valor obtenido en redondez es muy importante al momento de confeccionar el artículo final, ya que mide la dureza y acartonamiento que el cuero produce cuando está bajo un esfuerzo y movimiento, por lo que el tiempo que tarde en deformarse los productos que se originen de dichos cueros dependerá mucho si obtuvo buena o mala calificación en esta prueba.

Es así que estos análisis al ser resultados de la percepción del juez pueden variar en relación al tipo de piel con la que se trabaje, ya que en dependencia de su origen (bovino, caprino) estas podrán obtener mayor o menor puntuación en las diferentes pruebas, debido a las características organolépticas propias de cada animal, por lo que al tener estos datos se puede determinar si los productos finales son útiles para realizar calzados o marroqueras.

Tabla 7 *Análisis de costos de cueros curtidos con extractos de *Caesalpinia spinosa*.*

CONCEPTO	Costo piel (Unidad)	Costo total pieles	Costo curtido industrial
Numero de pieles	1	11	1
Costo por pieles	6,45	71	12
Pelambre y descarnado	1,09	12	3,81
Curtido	1,09	12,08	5,35
Acabados	6,43	70,74	8,78
Total	15,06	165,82	29,94

(Muenala, 2024)

Una vez finalizado el proceso de curtiembre se hizo un balance de los costos generales que involucraron cada proceso. Como se observa en la tabla 5 empieza desde la obtención de las pieles, compra de insumos y materiales hasta los acabados finales, las ganancias que resultan de estos procesos se estiman de acuerdo al precio actual por decímetro cuadrado de 0,35 USD, esperando una tasa de retorno del 20% y que luego de la venta la rentabilidad sea del 50 % es decir que por cada dólar en venta la mitad sea de ganancia, ya que en base al estudio se estima que por cada piel se invierten 15,06 USD en relación a un costo industrial.

López (2023) menciona que los costos por piel alcanzan los 29,94 USD, en estudios anteriores se mencionan que a menores concentraciones del extracto se es necesario utilizar mayores volúmenes del producto por lo que se elevan los costos de producción y dejan menos réditos a la venta, es así que es necesario obtener extractos con la mayor pureza y concentración para obtener un buen curtido. En los ingresos se estima estos altos valores ya que como se trata de una curtición natural, la venta pueda llegar a mercados que busquen este tipo de prácticas que reduzcan el impacto medio ambiental pero que se obtengan los mismos o mejores resultados en relación a la calidad de los cueros que luego serán utilizados para la fabricación de calzado, abrigos etc

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Luego de obtener extractos tánicos sonicados en medios acuosos y alcohólicos de *Caesalpinia spinosa* a diferentes concentraciones (5%,10%, 15%), mediante los ensayos se obtuvo un buen porcentaje de concentración de estos taninos en un medio acuso al 5% que cumple con los parámetros necesarios para el proceso de curtición sin afectar los estándares de calidad del cuero.

Las propiedades físicas y sensoriales de los cueros obtenidas luego de las pruebas, evidencian que la curtición con el extracto a una concentración de taninos del 55.97% logra alcanzar buenos resultados en cuanto a fuerza de tensión, elongación y deformación, por lo que se puede garantizar el uso de este cuero, así también en relación a la blandura, llenura y redondez las pieles tienen un buen comportamiento sensorial, por lo que se estima que al ser pieles que están dentro del rango de calidad esperados podran proveer buenos productos finales.

Mediante el proceso alternativo con el uso de extractos sonicados se alcanzó márgenes considerables en relación a los costos de producción reduciendo casi a la mitad los gastos que conllevaría utilizar el método tradicional con cromo, ya que al tener una mayor concentración se necesitó menos material para el curtido, además del rédito que obtenemos que es más del 50% a la venta.

4.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados se incentiva a la investigación de nuevas tecnologías con otras plantas o sustratos que se enfoquen en mejorar la producción y reducir el impacto

ambiental que estas tienen, de esta manera mantendremos una equidad en la producción, beneficiando al productor, al fabricante y consumidor.

Luego de cada proceso mantener una buena limpieza de las maquinarias para evitar que queden residuos que puedan afectar al resultado final de las demás pieles que se vayan a curtir, así también de colocar en lugares y recipientes adecuados los insumos que se vayan a usar para que estos mantengan un buen estándar de calidad y no se alteren en su composición.

Se recomienda no hacer uso del corno para la curtición ya que como se evidencia por este y otros estudios los resultados con productos alternativos han alcanzado similares o mejores estándares en referencia a la calidad de cueros.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Jaén Jean, Vargas, A., Jiménez, P., Vega, I., Herrera, J., Borbón, H., & Soto, R. (2012). Extraction and evaluation of condensed tannins from bark of eleven species of trees from Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 25(4), 15–22.
- Altamirano Bagua, W. M. (2017). “CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS UN TANINO SINTÉTICO” [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Aragadvay-Yungán, R. G., Barros-Rodríguez, M., Ortiz, L., Carro, M. D., Navarro Marcos, C., Elghandour, M. M. M. Y., & Salem, A. Z. M. (2022). Mitigation of ruminal methane production with enhancing the fermentation by supplementation of different tropical forage legumes. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(3), 3438–3445. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15749-7>
- Avello Chamorro, Z. (2016). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS Y EVALUACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DEL INFILTRADO CELULAR DE DISTINTOS GENOTIPOS DE *UGNI MOLINAE TURCZ.* Universidad de Chile.
- Basantes Basantes, E. F., & Pino Falconí, P. R. (2018). “EVALUATION OF THE SENSORIAL CHARACTERISTICS OF CAPRINE SKINS TANNED WITH TWO TANIC EXTRACTS FROM *Caesalpinia spinosa*.” *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1–13.
- Castell, J.-C., Sorolla, S., Jorba, M., Aribau, J., Bacartit, A., & Ollé, L. (2011). *Tara (Caesalpinia spinosa): The sustainable source of tannins for innovative tanning processes* (Patent B7).
- Choto Chariguamán, A. V. (2018). “CURTICIÓN DE PIELES VACUNAS PARA TAPICERÍA, UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) APLICANDO EL MÉTODO CONVENCIONAL” [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Gualoto, M., & Vizuite, D. (2016). IMPLEMENTACIÓN DE UN FULÓN DE CURTICIÓN DE CUEROS PARA EL ESTUDIO DEL PROCESO DE CURTIDO DE PIELES DE ESPECIES MENORES PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNACH. Universidad Nacional de Chimborazo.

- Guijarro, C. A. P. (2019). Curtición de pieles bovinas con *Caesalpinia spinosa* en combinación con oxazolidina. *Industrial data*, 22(1), 7-14.
- Hidalgo Almeida, L. E. (2016). Comparación de la curtición con harina de *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. *Industrial Data*, 19(1560–9146), 100–108.
- Hidalgo Viteri, L. C. (2013). "*DISEÑO DE LA ETAPA DE CURTICIÓN DE PIEL BOVINA CON LA UTILIZACIÓN DEL EXTRACTO TÁNICO Y GÁLICO DEL GUARANGO CAESALPINIA SPINOSA*" [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Higuera, O., Arroyave, J., & Florez, L. (2009). DESIGN OF A BIOFILTER TO REDUCE THE CONTAMINATION CONTENT BY CHROMIUM GENERATED IN THE INDUSTRIES OF THE LEATHER TANNING LUIS CARLOS FLOREZ GARCIA. *Año*, 76, 107–119.
- Hipolito, J., & Martinez, I. (2007). *Taninos o polifenoles vegetales*. <https://www.researchgate.net/publication/26543888>
- López Torres, A. D. R. (2024). Sistema de costos por órdenes de producción en la Curtiembre Quisapincha (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Contabilidad y Auditoría).
- Maya, Joselin. (2016). "*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.
- Meléndrez Lara, F. R. (2019). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SILICATO DE SODIO EN COMBINACIÓN CON GUARANGO UTILIZADOS PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS* [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Miranda Falconí, N. P. (2023). "*CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON DIFERENTES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON Caesalpinia spinosa (TARA)*" [Trabajo de Integración Curricular]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Molina Paguay, J. D. (2020). “*CURTICIÓN ORGÁNICA DE PIELES BOVINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE ÁCIDO HÚMICO Y *Caesalpinia spinosa* PARA CUERO DE MARROQUINERÍA.*” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ortiz, N., & Carmona, J. (2015). APROVECHAMIENTO DE CROMO ELIMINADO EN AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES (SAN BENITO, BOGOTÁ), MEDIANTE TRATAMIENTO CON SULFATO DE SODIO. *Luna Azul*, 40. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.9>
- Paguay Colcha, T. E. (2022). “*COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DEL CUERO CURTIDO CON AGENTES VEGETALES TARA (*Caesalpinia spinosa*) Y MIMOSA (*Mimosa pudica*)*” [Trabajo de Titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Pilamunga Gualán, L. I. (2017). “*CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA UTILIZACIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO*”.
- Pungaña Collay, J. D. (2017). “*APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PRODUCTO ACOMPLEJANTE EN EL BAÑO DE CURTIDO AL ALUMINIO DE PIELES CAPRINAS*” [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rey de Castro, A. (2013). *Recuperación de cromo (III) de efluentes de curtido para control ambiental y optimización del proceso productivo*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sela Mendez, C. F. (2018). “*DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE CURTICIÓN VEGETAL UTILIZANDO CAESALPINIA SPINOSA (TARA) EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO EN LA EMPRESA DE CURTIEMBRE EL AL - CE*” [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- sf. (2012). LA INDUSTRIA DE LOS CUEROS (A BASE DE SALES DE CROMO, CON AGENTES VEGETALES). In *CLASIFICACION INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIIU)* (pp. 126–129).
- Silva, M. J., & Salinas Morales, D. (2022a). La contaminación proveniente de la industria curtiembre, una aproximación a la realidad ecuatoriana. *Revista Científica UISRAEL*, 9(1), 69–80. <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n1.2022.427>

- Sucin, M. (2003). LA CRÍA DE CABRAS. *Vet. Arg*, 20(192), 109–116. www.produccion-animal.com.ar
- Torre, L. (2018). *LA TARA beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales* (R. Proaño, Ed.; Primera). CONDESAN. www.condesan-ecoandes.org
- Tournier, R. (2017). VARIACIONES EN LA RESISTENCIA AL DESGARRO DE PIELES VACUNAS DURANTE EL PROCESO DE CURTICION AL CROMO (REVISADO). *Journal of Aqeic*, 68, 1–14.

ANEXOS

Anexo 1. Bitácora para el proceso de curtiembre.

PROCESO DE CURTICIÒN DE PIELES DE PAICHE										
PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	TEMPERATURA °C	TIEMPO	CANTIDAD T0 (10%)	CANTIDAD T1 (12%)	CANTIDAD T2 (14%)	CANTIDAD T3 (16%)	
						3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	
REMOJO	BAÑO	AGUA	200	25		6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	
		TENSOACTIVO	1			30,00	30,00	30,00	30,00	
		CLORURO DE SODIO	0,05		30 MINUTOS	1,50	1,50	1,50	1,50	
		BOTAR BAÑO								
		AGUA	400	25		12000,00	12000,00	12000,00	12000,00	
		TENSOACTIVO	0,5			15,00	15,00	15,00	15,00	
	CLORURO DE SODIO	2		20 MINUTOS	60,00	60,00	60,00	60,00		
	BOTAR BAÑO									
	BAÑO	AGUA	200	25	3 HORAS	6000	6000	6000	6000	
	BOTAR BAÑO									
PELAMBRE	BAÑO	AGUA	100	25		3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	
		IGUALEM	0,6			18,00	18,00	18,00	18,00	
		ENZIMAR	0,2			6,00	6,00	6,00	6,00	
		HUMECTANTE	0,2		40 MINUTOS	6,00	6,00	6,00	6,00	
		BOTAR BAÑO								
		CAL	0,5			15,00	15,00	15,00	15,00	
		KORAMIN NF	0,1		40 MINUTOS	3,00	3,00	3,00	3,00	
		SULFURO	1		60 MINUTOS	30,00	30,00	30,00	30,00	
		RECUPERACION DE PELO			50 MINUTOS	0,00	0,00	0,00	0,00	
		SULFURO	0,6		60 MINUTOS	18,00	18,00	18,00	18,00	
		CAL	2,5			75,00	75,00	75	75	
		CORAMIN NF	0,15		4 HORAS	4,50	4,50	4,5	4,5	
		REPOSO: GIRA 5 MINUTOS Y DESNACASA 2 HORAS POR					20 HORAS			
BOTAR BAÑO										
DESENCALADO	BAÑO	AGUA	200	35		6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	
		DECALON	0,2			6,00	6,00	6,00	6,00	
		DIAMOL EPN	0,05		20 MINUTOS	1,50	1,50	1,50	1,50	
		AGUA	30	35		900,00	900,00	900,00	900,00	
		DECALON	2			60,00	60,00	60,00	60,00	
		DIAMOL EPN	0,1		90 MINUTOS	3,00	3,00	3,00	3,00	
BOTAR BAÑO										
PURGADO	BAÑO	AGUA	20	35		600,00	600,00	600,00	600,00	
		NEOSYN 3P PURGA	0,1		60 MINUTOS	3,00	3,00	3,00	3,00	
	BAÑO	NEOSYN 3P PURGA	0,02		15 MINUTOS	0,60	0,60	0,60	0,60	
	BAÑO (a)	AGUA	200	25	10 MINUTOS	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	
BAÑO (b)	AGUA	200	25	10 MINUTOS	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00		
BOTAR BAÑO										
2DO PIQUELADO	BAÑO	AGUA	60	25		1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	
		CLORURO DE SODIO	6		20 MINUTOS	180,00	180,00	180,00	180,00	
		ACIDO FORMICO 1:10	1,4			42,00	42,00	42,00	42,00	
		1 PARTE DILUIDO			20 MINUTOS					
		2 PARTE DILUIDO			20 MINUTOS					
		3 PARTE DILUIDO			60 MINUTOS					
		ACIDO FORMICO 1:10	0,4			12,00	12,00	12,00	12,00	
		1 PARTE DILUIDO			20 MINUTOS					
		2 PARTE DILUIDO			20 MINUTOS					
3 PARTE DILUIDO			60 MINUTOS							
REPOSO				12 HORAS						
BOTAR BAÑO										
CURTIDO	BAÑO	CROMO	7		60 MINUTOS	210,00	210,00	210,00	210,00	
		BASIFICANTE 1:10	1			30,00	30,00	30,00	30,00	
		1 PARTE DILUIDO			60 MINUTOS					
		2 PARTE DILUIDO			60 MINUTOS					
		3 PARTE DILUIDO			5 HORAS					
		AGUA	100	70	30 MINUTOS	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	
BOTAR BAÑO										

Anexo 2. *Análisis por espectrofotometría*



Anexo 3. *Toma de muestras para el análisis*



Anexo 4. *Mezcla de extracto y folin*



Anexo 6. *Toma de folin para aforar*



Anexo 5. *Pesaje de ácido gálico*



Anexo 8. *Pesaje de carbonato de sodio*



Anexo 7. *Mezcla de carbonato de sodio*



Anexo 9. *Mezcla de ácido gálico*



Anexo 10. *Disoluciones*



Anexo 11. Solución patrón



Anexo 12. Diluciones y agua destilada



Anexo 13. Espectrofotometro EPOCH



Anexo 14. Agitadora



Anexo 15. *Micropipetas*



Anexo 16. *Balanza analítica*



Anexo 17. *Sorbona*



Anexo 18. *Mezcla de los productos y piel en el bombo para iniciar la curtición*



Anexo 20. *Pesaje de los materiales para la curtición*



Anexo 19. *Revisión de la bitácora para el proceso de curtido*



Anexo 21. Piel caprina



Anexo 22. Piel bovina



Anexo 23 Análisis de datos de las propiedades físicas(fuerza) del cuero bovino y caprino según el software Infostat

Variable:FUERZA (N) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	T1	T2
n	24	24
Media	186,08	248,05
Media(1)-Media(2)	-61,97	
LI(95)	-81,92	
LS(95)	-32,02	
pHomVar	0,5045	
T	-4,16	
p-valor	0,0001	

Variable:Calibre (mm) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	T1	T2
n	24	24
Media	1,72	1,41
Media(1)-Media(2)	0,31	
LI(95)	0,23	
LS(95)	0,41	
pHomVar	0,0029	
T	6,17	
p-valor	<0,0001	

Variable:Calibre (cm) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	T1	T2
n	24	24
Media	0,17	0,14
Media(1)-Media(2)	0,03	
LI(95)	0,02	
LS(95)	0,04	
pHomVar	0,0029	
T	6,17	
p-valor	<0,0001	

Variable:AREA (cm2) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	T1	T2
n	24	24
Media	0,17	0,21
Media(1)-Media(2)	-0,04	
LI(95)	-0,05	
LS(95)	-0,02	
pHomVar	<0,0001	
T	-5,56	
p-valor	<0,0001	

Anexo 24 *Análisis de datos de las propiedades físicas(tensión, deformación, elongación) del cuero bovino y caprino según el software Infostat*

Variable:TENSIÓN (N/ cm2) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	T1	T2
n	24	24
Media	1083,00	1212,37
Media(1)-Media(2)	-129,37	
LI(95)	-319,47	
LS(95)	60,73	
pHomVar	0,0914	
T	-1,37	
p-valor	0,1774	

Variable:Medidor Inicial (m) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	T1	T2
n	24	24
Media	0,31	0,28
Media(1)-Media(2)	0,03	
LI(95)	0,03	
LS(95)	0,03	
pHomVar	0,1033	
T	40,18	
p-valor	<0,0001	

Variable:Medidor Final (m) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	T1	T2
n	24	24
Media	0,33	0,30
Media(1)-Media(2)	0,03	
LI(95)	0,03	
LS(95)	0,03	
pHomVar	0,6756	
T	20,53	
p-valor	<0,0001	

Variable:Deformacion de el Medidor (mm) - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	T1	T2
n	24,00	24
Media	0,03	0,03
Media(1)-Media(2)	1,7E-04	
LI(95)	-2,8E-03	
LS(95)	3,2E-03	
pHomVar	0,3346	
T	0,11	
p-valor	0,9117	

Variable:% Elongacion - Clasific:TRATAMIENTOS - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	T1	T2
n	24	24
Media	65,10	73,93
Media(1)-Media(2)	-8,82	
LI(95)	-16,79	
LS(95)	-0,85	
pHomVar	0,7321	

Anexo 25 Características físicas del cuero bovino curtidas con extracto acuoso sonicado de *Caesalpinia spinosa*.

TRATAMIENTO	MUESTRA N°	FUERZA (N)	AREA cm2				TENSIÓN (N/ cm2)	Promedio TENSIÓN (N/ cm2)	Medida Inicial Probeta (mm)	ELONGACION CON MEDIDOR (m)			
			ANCHO (cm)	Calibre (mm)	Calibre (cm)	AREA (cm2)				Medidor Inicial (m)	Medidor Final (m)	Deformacion de el Medidor (mm)	% Elongacion
T1 (Tara 55,97%)	1	173,5	1,0	2,10	0,21	0,210	826,2	988,22	0,040	0,306	0,337	0,031	77,5
	2	148,0	1,0	1,68	0,168	0,168	881,0		0,040	0,301	0,340	0,039	97,5
	3	249,9	1,0	1,78	0,178	0,178	1403,9		0,040	0,312	0,337	0,025	62,5
	4	149,0	1,0	1,77	0,177	0,177	841,8		0,040	0,313	0,337	0,024	60,0
T1 (Tara 55,97%)	1	185,2	1,0	1,79	0,179	0,179	1034,637	1134,68	0,040	0,307	0,333	0,026	65,0
	2	300,0	1,0	1,82	0,182	0,182	1648,352		0,040	0,306	0,326	0,020	50,0
	3	179,3	1,0	1,60	0,16	0,160	1120,625		0,040	0,313	0,334	0,021	52,5
	4	123,5	1,0	1,68	0,168	0,168	735,119		0,040	0,307	0,324	0,017	42,5
T1 (Tara 55,97%)	1	230,3	1,0	1,70	0,17	0,170	1354,706	1061,78	0,040	0,305	0,334	0,029	72,5
	2	158,8	1,0	1,66	0,166	0,166	956,627		0,040	0,305	0,332	0,027	67,5
	3	126,4	1,0	1,74	0,174	0,174	726,437		0,040	0,305	0,337	0,032	80,0
	4	206,8	1,0	1,71	0,171	0,171	1209,357		0,040	0,307	0,340	0,033	82,5
T1 (Tara 55,97%)	1	142,1	1,0	1,66	0,166	0,166	856,0	1072,51	0,040	0,304	0,337	0,033	82,5
	2	227,4	1,0	1,78	0,178	0,178	1277,5		0,040	0,306	0,334	0,028	70,0
	3	146,0	1,0	1,66	0,166	0,166	879,5		0,040	0,305	0,335	0,030	75,0
	4	210,7	1,0	1,65	0,165	0,165	1277,0		0,040	0,308	0,328	0,020	50,0
T1 (Tara 55,97%)	1	157,8	1,0	1,60	0,16	0,160	986,250	1189,20	0,040	0,309	0,333	0,024	60,0
	2	151,9	1,0	1,80	0,18	0,180	843,889		0,040	0,309	0,328	0,019	47,5
	3	207,5	1,0	1,60	0,16	0,160	1296,875		0,040	0,307	0,331	0,024	60,0
	4	290,1	1,0	1,78	0,178	0,178	1629,775		0,040	0,306	0,328	0,022	55,0
T1 (Tara 55,97%)	1	154,2	1,0	1,50	0,15	0,150	1028,000	1051,62	0,040	0,303	0,322	0,019	47,5
	2	160,0	1,0	1,81	0,181	0,181	883,978		0,040	0,305	0,338	0,033	82,5
	3	215,6	1,0	1,68	0,168	0,168	1283,333		0,040	0,308	0,336	0,028	70,0
	4	171,9	1,0	1,70	0,17	0,170	1011,176		0,040	0,311	0,332	0,021	52,5

Anexo 26 Características físicas del cuero caprino curtidas con extracto acuoso sonicado de Caesalpinia spinosa

T2 (Tara 55,97%)	1	272,5	1,5	1,20	0,12	0,180	1513,9	1785,14	0,035	0,280	0,304	0,024	68,6
	2	289,1	1,5	1,20	0,12	0,180	1606,1		0,035	0,278	0,302	0,024	68,6
	3	378,3	1,5	1,20	0,12	0,180	2101,7		0,035	0,278	0,304	0,026	74,3
	4	345,4	1,5	1,20	0,12	0,180	1918,9		0,035	0,279	0,313	0,034	97,1
T2 (Tara 55,97%)	1	290,2	1,5	1,10	0,11	0,165	1758,788	1232,72	0,035	0,279	0,309	0,030	85,7
	2	230,3	1,5	1,70	0,17	0,255	903,137		0,035	0,277	0,308	0,031	88,6
	3	243,0	1,5	1,70	0,17	0,255	952,941		0,035	0,278	0,303	0,025	71,4
	4	296,1	1,5	1,50	0,15	0,225	1316,000		0,035	0,278	0,310	0,032	91,4
T2 (Tara 55,97%)	1	192,8	1,5	1,70	0,17	0,255	756,078	876,26	0,035	0,275	0,295	0,020	57,1
	2	194,1	1,5	1,70	0,17	0,255	761,176		0,035	0,276	0,294	0,018	51,4
	3	176,4	1,5	1,40	0,14	0,210	840,000		0,035	0,277	0,300	0,023	65,7
	4	206,6	1,5	1,20	0,12	0,180	1147,778		0,035	0,278	0,301	0,023	65,7
T2 (Tara 55,97%)	1	269,5	1,5	1,20	0,12	0,180	1497,2	1356,69	0,035	0,278	0,301	0,023	65,7
	2	202,9	1,5	1,20	0,12	0,180	1127,2		0,035	0,276	0,298	0,022	62,9
	3	215,6	1,5	1,30	0,13	0,195	1105,6		0,035	0,277	0,298	0,021	60,0
	4	305,4	1,5	1,20	0,12	0,180	1696,7		0,035	0,279	0,313	0,034	97,1
T2 (Tara 55,97%)	1	285,2	1,5	1,70	0,17	0,255	1118,431	1080,80	0,035	0,279	0,308	0,029	82,9
	2	233,7	1,5	1,60	0,16	0,240	973,750		0,035	0,275	0,303	0,028	80,0
	3	253,0	1,5	1,60	0,16	0,240	1054,167		0,035	0,273	0,305	0,032	91,4
	4	300,1	1,5	1,70	0,17	0,255	1176,863		0,035	0,274	0,295	0,021	60,0
T2 (Tara 55,97%)	1	200,2	1,5	1,40	0,14	0,210	953,333	942,62	0,035	0,276	0,300	0,024	68,6
	2	184,7	1,5	1,20	0,12	0,180	1026,111		0,035	0,271	0,301	0,030	85,7
	3	179,8	1,5	1,50	0,15	0,225	799,111		0,035	0,276	0,301	0,025	71,4
	4	208,3	1,5	1,40	0,14	0,210	991,905		0,035	0,276	0,298	0,022	62,9

Anexo 27 Resultados de los ensayos físicos del cuero caprino(T1) y bovino(T2)

Tratamientos	Repeticiones	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación
T1 (Tara 55,97%)	1	826,19	77,50
	2	880,95	97,50
	3	1403,93	62,50
	4	841,81	60,00
T1 (Tara 55,97%)	1	1034,64	65,00
	2	1648,35	50,00
	3	1120,63	52,50
	4	735,12	42,50
T1 (Tara 55,97%)	1	1354,71	72,50
	2	956,63	67,50
	3	726,44	80,00
	4	1209,36	82,50
T1 (Tara 55,97%)	1	856,02	82,50
	2	1277,53	70,00
	3	879,52	75,00
	4	1276,97	50,00
T1 (Tara 55,97%)	1	986,25	60,00
	2	843,89	47,50
	3	1296,88	60,00
	4	1629,78	55,00
T1 (Tara 55,97%)	1	1028,00	47,50
	2	883,98	82,50
	3	1283,33	70,00
	4	1011,18	52,50
T2 (Tara 55,97%)	1	1513,89	68,57
	2	1606,11	68,57
	3	2101,67	74,29
	4	1918,89	97,14
T2 (Tara 55,97%)	1	1758,79	85,71
	2	903,14	88,57
	3	952,94	71,43
	4	1316,00	91,43
T2 (Tara 55,97%)	1	756,08	57,14
	2	761,18	51,43
	3	840,00	65,71
	4	1147,78	65,71
T2 (Tara 55,97%)	1	1497,22	65,71
	2	1127,22	62,86
	3	1105,64	60,00
	4	1696,67	97,14
T2 (Tara 55,97%)	1	1118,43	82,86
	2	973,75	80,00
	3	1054,17	91,43
	4	1176,86	60,00
T2 (Tara 55,97%)	1	953,33	68,57
	2	1026,11	85,71
	3	799,11	71,43
	4	991,90	62,86

Anexo 28 *Análisis de datos de las propiedades sensoriales
del cuero bovino y caprino según el software Infostat*

Variable:BLANDURA - Clasific:tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	1	2
n	6	6
Media	2,50	4,67
Varianza	0,30	0,27
Media (1)-Media (2)	-2,17	
LI (95)	-2,85	
LS (95)	-1,48	
pHomVar	0,9003	
T	-7,05	
p-valor	<0,0001	

Variable:REDONDEZ - Clasific:tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	1	2
n	6	6
Media	4,50	2,17
Varianza	0,30	0,17
Media (1)-Media (2)	2,33	
LI (95)	1,71	
LS (95)	2,95	
pHomVar	0,5345	
T	8,37	
p-valor	<0,0001	

Variable:LLENURA - Clasific:tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Grupo 2	
	1	2
n	6	6
Media	4,67	2,33
Varianza	0,27	0,27
Media (1)-Media (2)	2,33	
LI (95)	1,67	
LS (95)	3,00	
pHomVar	>0,9999	
T	7,83	
p-valor	<0,0001	

Anexo 29 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros bovinos y caprinos curtidos con extracto sonicado de *caesalpinia spinosa* mediante el método de calificación de 5 puntos.

Piel bovina				
Nº	DETALLE	BLANDURA	LLENURA	REDONDEZ
1	T2	2	5	5
2	T2	2	5	5
3	T2	3	4	5
4	T2	3	4	4
5	T2	2	5	4
6	T2	3	5	4
Promedio		2,5	4,7	4,5
Piel caprina				
1	T2	5	2	2
2	T2	5	3	2
3	T2	4	2	3
4	T2	4	3	2
5	T2	5	2	2
6	T2	5	2	2
Promedio		4,7	2,3	2,2

Anexo 30 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros caprinos emitidos por el laboratorio de curtiembre de pieles de la “ESPOCH”.



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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: HUGO LIZANDRO MUENALA GUAGALANGO
TIPO DE CUERO: Piel caprina curtida con extracto acuoso
FECHA DE ANÁLISIS: 04 de Julio del 2024
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: "Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa*, sobre la calidad en la curtición de pieles caprinas y bovinas.
DESTINO: Planta de Curtiembre de Pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	REDONDEZ
1	5	2	2
2	5	3	2
3	4	2	3
4	4	3	2
5	5	2	2
6	5	2	2
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:


Ing: Luis Hidalgo A. Ph.D
RESPONSABLE



Anexo 31 Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros bovinos emitidos por el laboratorio de curtiembre de pieles de la “ESPOCH”.



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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: HUGO LIZANDRO MUENALA GUAGALANGO
TIPO DE CUERO: Piel bovina curtida con extracto acuoso
FECHA DE ANÁLISIS: 04 de Julio del 2024
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: "Evaluación de extractos tánicos de *Caesalpinia spinosa*, sobre la calidad en la curtiembre de pieles caprinas y bovinas.
DESTINO: Planta de Curtiembre de Pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	REDONDEZ
1	2	5	5
2	2	5	5
3	3	4	5
4	3	4	4
5	2	5	4
6	3	5	4
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:


Ing: Luis Hidalgo A. PhD
RESPONSABLE