



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“CURTICIÓN ORGÁNICA DE PIELES BOVINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE ÁCIDO HÚMICO Y *Caesalpinia spinosa* PARA CUERO DE MARROQUINERÍA”

JIMMY DANILO MOLINA PAGUAY

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA APLICADA

Riobamba-Ecuador

Julio 2020

©2020, Jimmy Danilo Molina Paguay

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.

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Jimmy Danilo Molina Paguay, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



JIMMY DANILO MOLINA PAGUAY

CÉDULA 060451084-2

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jimmy Danilo Molina Paguay declaro que el presente proyecto de investigación y desarrollo es de mi autoría, los resultados del mismo son auténticos y originales. Además, los textos que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.



JIMMY DANILO MOLINA PAGUAY

CÉDULA 060451084-2

DEDICATORIA

A Dios que me siempre me ha ubicado en los caminos correctos para seguir cumpliendo metas y sueños que me permite crecer en el ámbito personal y profesional.

A mis padres y hermanas que con su amor y apoyo incondicional puedo superar los obstáculos que se presentan en este largo caminar.

A mi esposa por el amor, la paciencia y comprensión en buenos y malos momentos que hemos compartido en todo este tiempo de estar juntos.

A todas las personas que de una u otra manera me han ayudado a cumplir esta meta propuesta con el único interés de ver realizado mis sueños profesionales.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Iván Molina y Yolanda Paguay, a mis hermanas Lesly y Brillitte Molina por ser mi pilar fundamental y siempre apoyarme incondicionalmente.

Agradezco a mi director de tesis MCs. Cesar Puente quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento con éxito en la culminación de mi trabajo de investigación para obtener el título de Magister.

Finalmente, quiero expresar un profundo agradecimiento a mi esposa Jessica por siempre guiarme y aconsejarme para nunca desfallecer, y convertirse en mi compañera en este proceso de aprendizaje llamado “vida”.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Problema de Investigación	2
<i>1.1.1.</i>	<i>Situación problemática</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2.</i>	<i>Formulación del problema</i>	<i>3</i>
1.2.	Justificación del proyecto	3
1.3.	Objetivos de la investigación	5
<i>1.3.1.</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2.</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>5</i>
1.4.	Hipótesis	5
<i>1.4.1.</i>	<i>Hipótesis específica</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Antecedentes de la Empresa	6
2.2.	Antecedentes de la Investigación	6
2.3.	Bases teóricas	7
<i>2.3.1.</i>	<i>Curtición Vegetal</i>	<i>7</i>
<i>2.3.2.</i>	<i>Histología de la piel</i>	<i>8</i>
<i>2.3.3.</i>	<i>Calidad de las pieles</i>	<i>10</i>
<i>2.3.4.</i>	<i>Defectos de la piel del animal vivo</i>	<i>10</i>
<i>2.3.5.</i>	<i>Procesos de curtiembre</i>	<i>11</i>
<i>2.3.6.</i>	<i>Tipos de pieles</i>	<i>15</i>
<i>2.3.7.</i>	<i>Clasificación de las pieles bovinas</i>	<i>17</i>
<i>2.3.8.</i>	<i>Tara (Caesalpinia Spinosa)</i>	<i>19</i>
<i>2.3.9.</i>	<i>Ácido Húmico</i>	<i>20</i>

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1.	Identificación de las variables	22

3.1.1	<i>Variable dependiente</i>	22
3.1.2	<i>Variable independiente</i>	22
3.1.3	<i>Operacionalización de variables</i>	23
3.2.4	<i>Matriz de consistencia</i>	24
3.3.	Metodología	25
3.3.1	<i>Tipo y diseño de la Investigación</i>	25
3.3.2	<i>Método de investigación</i>	25
3.4.	Enfoque de la investigación	26
3.5.	Diseño de la investigación	27
3.6.	Población de estudio	28
3.7.	Unidad de análisis	28
3.8.	Selección de la muestra	28
3.9.	Tamaño de la muestra	28
3.10	Técnica de recolección de datos	28
3.11	Tratamiento y diseño experimental	29
3.12	Diagrama del proceso de producción de cuero bovino terminado	31
3.3.	Procedimiento Experimental	32
3.3.1	<i>Remojo</i>	32
3.3.2.	<i>Pelambre y calero</i>	32
3.3.3	<i>Desencalado y rendido</i>	32
3.3.4	<i>Piquelado</i>	32
3.3.5	<i>Curtido</i>	33
3.3.6	<i>Neutralizado y recurtido</i>	33
3.3.7	<i>Tintura y engrase</i>	34
3.3.9	<i>Operaciones de acabado</i>	34
3.4	Normativa de calidad referente a los cueros terminados	34

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	Análisis de las pruebas físico-mecánicas de los cueros terminados	36
4.1.1	Resistencia a la tensión	37
4.1.2	Porcentaje de elongación	39
4.1.3	Lastometría	40
4.1.4	Temperatura de contracción	42
4.2	Análisis de las pruebas sensoriales de los cueros terminados	43

4.2.1.	Llenura	44
4.2.2	Blandura	46
4.2.3	Soltura de flor	47
4.3	Análisis de las aguas residuales de curtición	49
4.3.1	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	49
4.3.2	<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	50
4.3.3	<i>Índice de biodegradabilidad de las aguas residuales de la curtición</i>	50
4.4	Evaluación económica de los cueros bovinos terminados	51
4.5	Prueba de Hipótesis	54
4.5.1	<i>Hipótesis General</i>	54
4.5.2	<i>Hipótesis específica 1</i>	54
4.5.3	<i>Hipótesis específica 2</i>	55
4.5.4	<i>Hipótesis específica 3</i>	55
4.6	Discusión de resultados	56
	CONCLUSIONES.....	58
	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Márgenes de peso utilizados en el comercio de las pieles en bruto.....	17
Tabla 2-2: Análisis químico en los frutos del guarango	20
Tabla 1-3: Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2-3: Matriz de consistencia	24
Tabla 3-3: Esquema del ANOVA	29
Tabla 4-3: Esquema del Experimento Aleatorio Simple.....	30
Tabla 1-4: Resultados de las pruebas físico-mecánicas de los cueros terminados.....	36
Tabla 2-4: Pruebas de normalidad para la resistencia a la tensión.....	37
Tabla 3-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tensión	37
Tabla 4-4: Análisis de varianza de la resistencia a la tensión de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.	38
Tabla 5-4: Pruebas de normalidad para el porcentaje de elongación.....	39
Tabla 6-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para el porcentaje de elongación	39
Tabla 7-4: Análisis de varianza para el porcentaje de elongación de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.	39
Tabla 8-4: Pruebas de normalidad para lastometría.....	40
Tabla 9-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para lastometría	41
Tabla 10-4: Análisis de varianza para lastometría de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición	41
Tabla 11-4: Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros terminados.....	43
Tabla 12-4: Análisis de varianza de llenura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.	45
Tabla 13-4: Chi-cuadrado para llenura de los distintos tratamientos.....	45
Tabla 14-4: Análisis de varianza de blandura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.	46
Tabla 15-4: Chi-cuadrado para blandura de los distintos tratamientos.....	46
Tabla 16-4: Análisis de varianza de soltura de flor de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.....	47
Tabla 17-4: Chi-cuadrado para blandura de los distintos.....	48
Tabla 18-4: Resultados de las aguas residuales del proceso de curtición.	49
Tabla 19-4: Resultados del índice de biodegradabilidad de las aguas residuales procedentes de los tratamientos de curtición.....	51
Tabla 20-4: Costos de producción de los cueros bovinos terminados utilizando tara y ácido húmico en el proceso de curtición.	52

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1-2: Representación esquemática de las capas de la piel.....	8
Figura 2-2: Esquema de una sección vertical de la piel de un animal adulto, mostrando los espesores relativos a sus capas.	9
Figura 3-2: Estructura química del ácido húmico.....	21
Figura 4-2: Reacciones producidas entre los distintos grupos del ácido	21
Figura 1-3: Representación esquemática del diseño de la investigación	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Resultados de la resistencia a la tensión procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	38
Gráfico 2-4: Resultados del porcentaje de elongación (%) procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	40
Gráfico 3-4: Resultados de lastometría procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	42
Gráfico 4-4: Resultado de temperatura de contracción procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	43
Gráfico 5-4: Análisis de llenura procedente de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	45
Gráfico 6-4: Análisis de blandura procedente de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$. 47	47
Gráfico 7-4: Análisis de soltura de flor procedente de los distintos tratamientos en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$	48
Gráfico 8-4: Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición.....	49
Gráfico 9-4: Resultados de la demanda química de oxígeno procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Descripción del proceso de pre-curtición de las pieles bovinas

ANEXO B: Descripción del proceso de curtición de piel bovina con distintos niveles de tara en combinación con el ácido húmico

ANEXO C: Descripción del proceso de acabado en húmedo de los cueros curtidos con los diferentes tratamientos

ANEXO D: Formulación del proceso de acabado en seco de los cueros curtidos con los diferentes tratamientos

ANEXO E: Resultados de los análisis físico-mecánicas de los cueros terminados

ANEXO F: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T1

ANEXO G: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T2

ANEXO H: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T3

ANEXO I: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T4

ANEXO J: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T1

ANEXO K: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T2

ANEXO L: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T3

ANEXO M: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T4

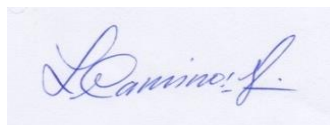
ANEXO N: Hoja Técnica del agente curtiente: Tara

ANEXO O: Balance de masa en la etapa de curtición para cada tratamiento aplicado

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo establecer la calidad de los cueros bovinos curtidos con Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con ácido húmico. Las unidades experimentales utilizadas fueron 20 pieles bovinas divididas en 4 tratamientos con 5 repeticiones cada una, cada tratamiento difiere en la adición de distintos porcentajes de Tara y de ácido húmico, a las cuales se les aplicó un Diseño Completamente al Azar Simple. Los mejores resultados de las pruebas físico-mecánicas: resistencia a la tensión (2892.92 N/cm²), porcentaje de elongación (68%) y lastimetría (9.81 mm) se reportaron al curtir con 15% de Tara + 0 % de ácido húmico. En cuanto a las calificaciones sensoriales de los cueros bovinos se reportan valores de llenura y soltura de flor de 4.8 puntos respectivamente al curtir con 0% Tara + 15% de ácido húmico, y para blandura corresponde al tratamiento de 15% Tara + 0% de ácido húmico con un valor de 4.8 puntos considerándose de calidad “excelente” según la escala de calificación según Hidalgo (2017). Al determinar los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) se obtuvo valores mayores a los límites permisibles para todos los tratamientos aplicados, en cuanto a lo económico se obtuvo los costos de 0.17- 0.18 USD/ dm² por cuero producido generando una producción rentable. Por lo expuesto anteriormente se tiene que los resultados obtenidos señalan la posibilidad de curtir al cuero bovino con Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación de ácido húmico para obtener mejores resultados sensoriales teniendo una alternativa viable para curtir cueros bovinos sin cromo cumpliendo con las características y especificaciones requeridas por los mercados europeos para su exportación, así como también generando menores costos en la producción y una mayor rentabilidad para la curtiembre el “ALCE”

Palabras clave: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA, CURTICIÓN, ÁCIDO HÚMICO, TARA (*Caesalpinia spinosa*), CUERO BOVINO



15-07-2020

0125-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

The objective of this research project was to establish the quality of Tara tanned bovine hides (*Caesalpinia spinosa*) in combination with humic acid. The experimental units used were 20 bovine skins divided into 4 treatments with 5 repetitions each, each treatment differs in the addition of different percentages of Tara and humic acid, to which a Completely Simple Random Design was applied. The best results of the physical-mechanical tests: tensile strength (2,892.92 N / cm²), percentage of elongation (68%) and lastometry (9.81 mm) were reported when tanning with 15% Tara + 0% humic acid. Regarding the sensory ratings of bovine hides, fullness and grain size values of 4.8 points are reported, respectively, when tanned with 0% Tara + 15% humic acid, and for softness corresponds to the treatment of 15% Tara + 0% of Humic acid with a value of 4.8 points, considered of "excellent" quality according to the rating scale according to Hidalgo (2017). When determining the analyzes of the Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD), values higher than the permissible limits for all the treatments applied were obtained. In terms of economics, the costs were 0.17 - 0.18 USD / dm² for leather produced generating profitable production. Due to the aforementioned, the results obtained indicate the possibility of tanning bovine leather with Tara (*Caesalpinia spinosa*) in combination with humic acid to obtain better sensory results, having a viable alternative to tan bovine hides without chromium, complying with the characteristics and specifications. required by the European markets for export, as well as generating lower production costs and higher profitability for the tannery, the "ALCE"

Key words: ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY, TANNING, HUMIC ACID, TARA (*Caesalpinia spinosa*), BOVINE LEATHER

Reviewed by: Profesor Jaime Tapia

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las pieles de animales han estado ligadas a la cotidianidad de los seres humanos desde los tiempos prehistóricos; han constituido un elemento fundamental, con múltiples usos en el hogar y en la industria, continuando vigente a pesar de los enormes avances en los procesos tecnológicos que determinan innovaciones en la fabricación y en las características de los productos, incluidos los de consumo masivo como zapatería, marroquinería, tapicería y vestimenta (Martinez, 2017).

La curtición de pieles es una actividad industrial que día a día se actualiza al ritmo de los avances de la investigación de nuevos productos químicos, por ello, el estudio de su tecnología emergente es fundamentalmente una rama de las ciencias químicas en continuo desarrollo. Por tal motivo, es de real importancia mantener actualizado el proceso productivo en pro de buscar nuevas tecnologías para mejorar las características del producto final utilizando insumos amigables con el ambiente (Hidalgo L. , 2013).

La curtición al cromo ha sido el método más utilizado para el tratamiento de pieles según datos del MIPRO (2018), se produjo aproximadamente 309 toneladas de cuero en el año 2017, las cuales incluían cueros para la comercialización en el país y para la exportación hacia mercados internacionales especialmente países vecinos y Estados Unidos (Martinez, 2017), lo que provoca un alto impacto ambiental debido a su elevada toxicidad, en investigaciones realizadas en los últimos años demuestran que el óxido de cromo trivalente bajo ciertas condiciones puede convertirse en óxido de cromo hexavalente, el cual según los datos de la ficha técnica de la HDS (hoja de seguridad de sustancias químicas) el cromo hexavalente a concentraciones elevadas puede generar enfermedades en el sistema respiratorio y hepático que como consecuencia puede derivar en detección de cáncer a los consumidores de productos fabricados a partir del cuero curtido con cromo (Tegtmeyer & Kleban, 2014). Además, que en el ambiente pueden fijarse al suelo que entra en contacto con las aguas residuales produciendo problemas de erosión y alta carga contaminante en el suelo, en el agua residual generan respuestas elevadas al DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno) que ocasiona que los nutrientes en el agua disminuyan afectando a la flora y fauna acuática (Barzallo Granizo, 2018).

En investigaciones realizadas, se ha podido determinar que los taninos vegetales logran obtener buenas características de las pieles curtidas con cromo, además de que estos compuestos no generan contaminación ya que son de composición orgánica (Barzallo Granizo, 2018).

Se llama curtición Wet White debido al color claro que se obtiene después de la curtición con características de un cuero grueso, resistente y poco flexible utilizado para la fabricación de calzado (Barretto, 2006)

Este tipo de curtición wet White está tomando importancia en los últimos tiempos por determinadas razones. Limitaciones en su actuación y consideraciones químicas y técnicas han demostrado que esta no cumple con lo esperado en términos de una completa eliminación de la curtición cromo en el proceso de curtición. No obstante, sí que hay un incremento en el interés de utilizar el cuero wet-white en determinados sectores de la producción de pieles (Índigo, 2015)

A la fecha, todos los curtidores enfrentan el mismo problema: minimizar el impacto de sus procesos en el medioambiente y en la salud, al tiempo en que venden sus productos en el mercado internacional, estas presiones regulatorias obligan a los curtidores a realizar mejoras continuas en las operaciones de sus procesos. Para evitar este problema, los cueros wet-white se producen con combinaciones de taninos sintéticos, taninos vegetales, glutaraldehídos y minerales, como sales de aluminio y de circonio. (Silvateam, 2020)

Según (Morera, 2007), demostró al día de hoy, que el glutaraldehído se puede considerar como una sustancia eficaz en el pre curtido del wetwhite. El curtido wet-white permite fabricar cueros libres de cromo, con el mismo equipo que utilizan las curtiembres que normalmente curten al cromo. Existe una gran variedad de cueros producidos utilizando el sistema wet-white, incluyendo cueros para automóviles, tapicería, prendas y empeines de calzado. (Silvateam, 2020)

Se han realizado abundantes intentos para desarrollar curticiones Wet White empleando agentes curtientes distintos, pero se ha encontrado que los aldehídos están en posición de competir con los curtientes minerales tales como cromo en relación peso por peso o mol a mol. Por esto, el glutaraldehído se ha impuesto en la fabricación del Wet White, como veremos con muchas posibilidades de evolución. (Índigo, 2015)

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Situación problemática

En el Ecuador, la producción de pieles curtidas se trata con óxido de cromo trivalente al no existir técnicas aceptadas para la curtición con agentes que replacen al cromo; la mayoría de técnicas que actualmente se han investigado, no han podido ser aplicadas por falta de desarrollo y conciencia ambiental de los curtidores del país (Vargas, Medina, & Amurrio Derpic, 2017).

Otra problemática que se establece es que, a partir de la firma del convenio con el mercado europeo siendo los mayores consumidores Italia y Alemania, prefieran la adquisición de pieles en “wet white” (cuero curtido libre de cromo) y debido a que son mercados con gran poder adquisitivo obligan a que los productores busquen alternativas para poder ofertar los productos en este tipo de mercado para generar mayores ganancias económicas en actividad industrial. (Barzallo Granizo, 2018).

La curtición al cromo causa un alto impacto ambiental y su elevada toxicidad se convierte en una problemática preocupante, en investigaciones que se han realizado en los últimos años han demostrado que el óxido de cromo trivalente bajo ciertas condiciones puede convertirse en óxido de cromo hexavalente, el cual según los datos de la ficha técnica de la MSDS (hoja de seguridad de sustancias químicas) a concentraciones elevadas de este compuesto puede generar enfermedades en el sistema respiratorio y hepático que puede derivar en detección de cáncer a los consumidores de productos fabricados a partir del cuero curtido con cromo (Chávez Porras, 2010). El suelo es otro componente que se ve afectado ya que puede fijarse al mismo y entrar en contacto con las aguas residuales causando problemas de erosión y alta carga contaminante en el suelo, además que en el agua residual generan respuestas elevadas al DBO₅ y DQO ocasionando que los nutrientes disminuyan afectando a la flora y fauna acuática, para lo cual se debe realizar tratamientos a las efluentes de los cueros curtidos con cromo, lo que ocasiona una mayor inversión económica en plantas de tratamientos de agua o en técnicas complejas que eliminen el cromo del agua residual (Córdova Bravao, Vargas Parker, Cesare Coral, Flores del Pino, & Visitación Figueroa, 2014)

La industria del cuero debe evitar afectaciones a la economía porque existe un aumento en las medidas del cuidado ambiental en el país, estableciendo sanciones al no cumplir las normas ambientales por tal motivo se busca aplicar técnicas que permitan reemplazar el uso de cromo como agente curtiente utilizando químicos que no tengan un alto índice de afectación al ambiente, con lo cual se reducirá el impacto generado por las curtiembres del país (Ortiz, 2013). Además, se podrá mejorar las propiedades físicas y sensoriales de los cueros que han sido tratados de manera tradicional (curtidos con cromo) logrando comercializar el producto en mercados europeos donde tienen un alto costo económico, permitiendo que se existan más investigaciones en post de mejorar la eficiencia y rentabilidad en la producción de cuero (Sela Méndez, 2018).

1.1.2. Formulación del problema

¿Al dejar de utilizar el cromo en el proceso de curtido y reemplazarlo por el ácido húmico más Tara mejorará o mantendrá la calidad del cuero?

1.2. Justificación del proyecto

En la industria de la marroquinería ecuatoriana, la producción de cuero se hace en base a óxidos de cromo, al no contar con una técnica estandarizada con agentes curtientes que reemplacen en la curtición al cromo se ha convertido en una barrera para evitar la expansión a los mercados con mayor poder adquisitivo, ya que prefieren los cueros libres de dicho agente precursor de la curtición (Barzallo Granizo, 2018)

La búsqueda de nuevas técnicas que permitan reemplazar cromo han reportado resultados satisfactorios al curtir con tara y agentes vegetales, pero lastimosamente no se ha logrado estandarizar la técnica de curtición únicamente con tara ya que en la mayoría de investigaciones se han probado técnicas de curtición mixta, el problema con esto es que la mayoría de sustancias afines a la tara son los ácidos orgánicos que tienen un alto costo en el mercado, lo cual disminuye la relación beneficio/costo de la curtiembre resultando muchas veces más costoso la producción que el precio de venta, por lo que se debe profundizar en la utilización de agentes químicos que tengan propiedades similares a los ácidos orgánicos pero de menor costo, para una aplicación a nivel industrial

El ácido húmico proveniente de la leonardita o del humus es una técnica viable que se puede aplicar, el mismo es utilizado como fertilizante agrícola, sin embargo, la mayoría de ácidos húmicos que se encuentra en el mercado provienen de la leonardita que por sus características son considerados de mayor calidad. En el Ecuador la mayoría de extensión territorial son suelos con alto contenido de nutrientes precursores para la formación del humus y que en ocasiones estos suelos no son ocupados para la actividad agropecuaria. En la provincia de Chimborazo, el suelo se caracteriza por tener alto contenido de humus en cantones como Chambo y Penipe, el alto valor nutritivo permite que sean suelos cultivables, pero al no existir suficiente mano de obra o inversión para el cultivo estos terrenos quedan abandonados y no son aprovechados generando pérdidas económicas para los agricultores, para lo cual se hace imprescindible la búsqueda de vías alternas de producción que permitan el aprovechamiento de los nutrientes del suelo sin una inversión considerable, como resultado de la investigación se busca dar otro uso al ácido húmico como puede ser en la utilización para la curtición de pieles bovinas; así los agricultores podrán obtener beneficios secundarios de los suelos no cultivados para la producción de ácido húmico obteniendo ganancias sin una inversión considerable de capital humano y económico (Barzallo Granizo, 2018)

Con el empleo del ácido húmico, además de evitar la adquisición de agentes re-curtientes que implica una mayor inversión, se propone que mediante la combinación con tara (*Caesalpinia spinosa*) se podrá considerar su utilización a nivel industrial, disminuyendo las importaciones, abaratando costes de producción y diversificando la actividad industrial del Ecuador, además se puede ensayar el ácido húmico en otras etapas de la transformación de las pieles (re-curtido, desencalado) que están relacionadas a disminuir el pH de la piel, logrando así incluir el ácido húmico como un producto en la etapa productiva (Barzallo Granizo, 2018)

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar una curtición orgánica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de ácido húmico y tara para cuero de marroquinería.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a través de pruebas físico mecánicas el cuero curtido con diferentes niveles de ácido húmico (0, 5, 10, 15) y *Caesalpinia spinosa* (tara) (15, 10, 5, 0).
- Evaluar mediante pruebas sensoriales la calidad de cuero resultante de la combinación de ácido húmico con *Caesalpinia spinosa* (tara).
- Determinar los principales parámetros biológicos de los efluentes provenientes del proceso de curtición de ácido húmico en combinación con *Caesalpinia spinosa* (tara).
- Evaluar los costos de producción de la curtición de cuero bovino para marroquinería con tara y ácido húmico.

1.4. Hipótesis

- ¿La adición de diferentes niveles de ácido húmico en combinación con diferentes niveles de tara si cumplirá con las exigencias de calidad del cuero bovino para marroquinería?

1.4.1. Hipótesis específica

- ¿Los procesos de curtición afectaran a las pruebas físico-mecánicas que determinan la calidad del producto terminado en relación a las normas IUP?
- ¿Las calificaciones sensoriales del cuero si contrastaran el uso de diferentes agentes curtientes y la calidad final del producto?
- ¿Variara los parámetros biológicos de las aguas residuales utilizando acido húmico en combinación con tara?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Empresa

El AL-CE, inicia en el año de 1989 curtiendo cueros pequeños como son de borrego y cabras. En 1991 empieza a curtir cueros de res al mismo tiempo a confeccionar ropa de cuero. Desde entonces ha ido diversificando la producción de artículos de cuero, y a partir de junio del 2008 implementa la línea de calzado. Cada día mejora la calidad y diversidad de sus productos (AL-CE, 2017)

Tiene por política de calidad La mejora continua de procesos, productos y servicios, además trabajar con desarrollo e innovación tecnológica de acuerdo al desarrollo del sector cuero, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes. Además, en pro de una producción más amigable con el ambiente tiene como política el tratamiento de los efluentes líquidos producidos durante el proceso de curtiembre y elaboración de artículos de cuero, además el reciclaje de los residuos sólidos y materia prima no utilizada tratando de cumplir con las soluciones para así reducir el impacto ambiental producido por estos (AL-CE, 2017)

2.2. Antecedentes de la Investigación

Según (Jones, 2002), establece que los taninos de la tara han sido utilizados en la antigüedad como agentes curtientes en la obtención de cueros, lo cual respalda la potencialidad de dicho agente vegetal en los procesos de curtición. El potencial de la tara como alternativa productiva se sustenta en la creciente demanda por sus productos a escala mundial. Entre los productos con mercado y demanda actual se destacan sustancias tánicas usadas en la industria de la curtiembre. Dichos compuestos pueden reemplazar el uso de químicos costosos y ambientalmente nocivos (Hidalgo L. C., 2013)

Según Hidalgo L. C. (2013) (Viteri P. , 2019) determinó que la calidad del cuero caprino obtuvo mejores resultados al utilizar los extractos vegetales frente a la aplicación del cromo inorgánico. A pesar de que la investigación no fue realizada en pieles bovinas, los resultados presentados permitieron establecer la curtición más adecuada de cueros bovinos es al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (Tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación que cumplen las exigencias de calidad para confección de accesorios en cuero. Así mismo para (Viteri P. , 2019) en su investigación aplicó diferentes niveles de extractos tánicos de Tara en pieles

bovinas, obteniendo como principal resultado que al aplicar un 8% de taninos de Tara se obtiene los mejores resultados en las resistencias físicas del cuero obtenido.

Según (Chasiquiza, 2019) en su investigación “Comparación de la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas” reportó como resultados que los cueros curtidos con el extracto vegetal presentan una mayor calidad sensorial y física que los obtenidos a partir de cromo, incluso consideró que económicamente es más viable aplicar un modelo vegetal con extractos de Tara frente a modelos convencionales con cromo. Además, (Guaminga, 2016) también determinó que de entre un grupo de curtientes vegetales analizado, la Tara o Guarango (*Caesalpinia spinosa*) genera “cuero terminado” de mejor calidad entre los curtientes aplicados en la experimentación, así como también existe una disminución de los impactos ambientales al aplicar la Tara en un proceso de curtición en sustitución de las sales de cromo III.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Curtición Vegetal

El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). Los cueros y pieles son en su mayor parte subproductos de mataderos, aunque también pueden proceder de animales fallecidos de muerte natural, cazados o atrapados en cepos. Las curtidurías están situadas generalmente cerca de las zonas de cría de ganado; sin embargo, los cueros y pieles pueden prepararse y transportarse antes del curtido, por lo que la industria está muy esparcida (Artigas, 1987)

El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de péptido. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea. Además, que la dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % de proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar la piel después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí (Hidalgo L. C., 2017)

La dermis está constituida fundamentalmente por fibras de una proteína llamada colágeno, pero también contiene fibras elásticas, reticulina, vasos sanguíneos, nervios, células grasas y tejido muscular. La composición porcentual de estos componentes varía estratigráficamente de la capa

superior llamada "flor" hasta la inferior llamada "carne". La estructura del colágeno varía también entre diferentes especies (una piel de oveja es muy diferente de una piel de vaca) y entre de una misma especie, con la edad, procedencia, etc., del animal. De hecho, los curtidores dicen que "no hay dos pieles que sean exactamente iguales" (Bacardit, 2004).

2.3.2 Histología de la piel

Según (Hidalgo L. C., 2014) la piel presenta diferencias de unas especies a otras y aún en el mismo animal, sin embargo, está formada por tres capas sucesivas, que van desde la superficie hasta la más profunda, a continuación, se describe cada una de las capas que compone la piel:

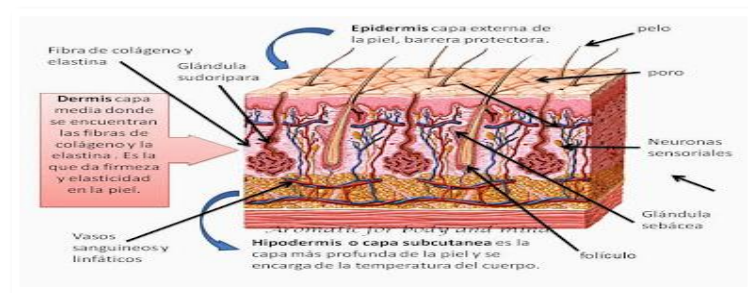


Figura 1-2: Representación esquemática de las capas de la piel.
Fuente: (Baez, 2015)

a. *Epidermis*

Según (Hidalgo L. C., 2014), representa la parte exterior o superficial de la piel y cumple la función de revestimiento. Representa alrededor del 1% del espesor total de la piel en bruto. Esta capa de la piel se elimina en la operación de pelambre durante la producción de cuero.

b. *Dermis o Corium*

Según (Hidalgo L. C., 2014) la capa que se ubica por debajo de la epidermis y se extiende hasta la capa subcutánea. Se encuentra separada de la epidermis por la membrana hialina.

Según (Fossum, 2009) Es la parte principal de la piel que se utiliza en el proceso de curtición para la producción de cuero terminado. Por cuanto la dermis es la capa de la piel que se ubica por debajo de la epidermis (separada por la membrana hialina) y se extiende hasta la capa subcutánea o hipodermis. Se distinguen dos capas (Figura 2).

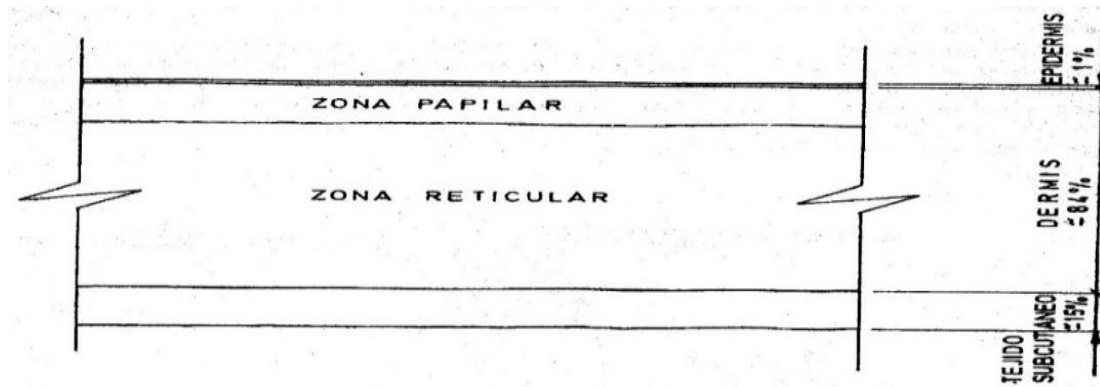


Figura 2-2: Esquema de una sección vertical de la piel de un animal adulto, mostrando los espesores relativos a sus capas.

Fuente: (Balsse, 1975).

Se distinguen dos capas: la capa de flor o papilar y la capa reticular.

- Según (Morera Prat, 2000), la capa de flor o papilar. Se localiza desde la membrana hialina hasta aproximadamente la base de los folículos pilosos. Químicamente está constituida por fibras de colágeno y por una gran cantidad de fibras elásticas que refuerzan su estructura. Además de este tejido fibroso, la capa flor, está compuesta por: capilares sanguíneos, glándulas sudoríparas y sebáceas, folículos pilosos, el músculo erector del pelo y nervios sensoriales erectores del pelo y nervios sensoriales. Razón por la cual, a nivel de los bulbos pilosos esta capa tiene una resistencia muy débil.
- Según (Morera Prat, 2000) la capa reticular. Se extiende alrededor de la base de los folículos pilosos y se llama así por su semejanza a una red. Químicamente su principal constituyente es la proteína de colágeno, encontrándose algunas fibras elásticas distribuidas uniformemente en todo el espesor. En la zona cercana a al tejido subcutáneo la cantidad de fibras elásticas es mayor. Al final de la capa reticular hay una membrana que brinda resistencia al seraje y se denomina capa terminal (Morera Prat, 2000).

c. *Capa Subcutánea o Hipodermis*

Según (Baez, 2015) Constituye alrededor del 15% del espesor de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante el descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo se encuentra formado por un afieltrado muy lacio a base de fibras largas ubicadas casi paralelamente a la superficie de la flor, entre sus fibras se encuentran células grasas en mayor o menor cantidad según el animal; por ello, a veces, al tejido subcutáneo se le denomina tejido adiposo. Además, en esta capa se ubican, vasos sanguíneos muy gruesos y nervios. Todos estos tejidos combinados conforman la carne como se expresa en la práctica de curtidos, referente a la piel fresca “carnaza” una vez la piel está en tripa.

2.3.3 Calidad de las pieles

Según (Font, 2002), para una misma especie animal, las pieles no poseen igual estructura dérmica, ya que existen diferencias profundas. Sus diferencias, son aún más notorias, de unas especies a otras. La piel de animal salvaje o semi salvaje es de mayor calidad, en cuanto a la estructura de la fibra, que la del animal doméstico de la misma especie. En cuanto a los animales domésticos, se puede tener en cuenta, algunos factores determinantes, como son: el clima, el alojamiento, la alimentación, la raza, la edad, el sexo, el pelaje, el estado de salud, etc.

La influencia del clima, en particular de la temperatura es evidente a priori, en razón de la función protectora que cumple la piel. Para una misma raza, los animales criados a la intemperie, y en regiones de clima hostil proporcionan pieles de estructura compacta, mientras que los criados en regiones de clima templado o, a cubierto, dan pieles muy finas y menos compactas. El alojamiento es un resultado de lo anterior. Los animales criados en establos poseen una piel, de estructura dérmica, menos compacta, y de flor más fina que los criados a la intemperie. Con relación a los animales criados en granjas, hay que tener muy en cuenta las condiciones higiénicas, de una manera muy en particular, el estado de las camas. La piel es el reflejo de estado de salud del animal. En general, la piel obtenida por desuello de animales muertos por enfermedad, es vacía y esponjosa, como resultado de que la sangre queda dentro de la piel (Barzallo Granizo, 2018)

2.3.4 Defectos de la piel del animal vivo

Según (Abraham, 2001), los defectos que aparecen durante el ciclo de vida del animal, modificar la estructura de la piel y generar pérdidas económicas sobre ella. Esta devaluación dependerá, de su intensidad y naturaleza, pudiendo llegar a ser un factor indispensable. Estos defectos pueden ser: defectos producidos por una acción mecánica, defectos de origen parasitario, defectos por enfermedades, defectos producidos por excrementos y orina, etc.

Entre los daños mecánicos más comunes se encuentran:

- Las quemaduras producidas por marcas de fuego
- Las marcas producidas por pinchos y alambres de espinos
- Las cicatrices de las operaciones quirúrgicas, las marcas producidas por aguijonazos y espuelas

De los defectos de origen parasitario podemos citar:

- La sarna: es una afección de la piel producida por ácaros.
- Las garrapatas y las tiñas.

- Los barros son orificios circulares o sus cicatrices curadas, producidos por unas larvas parasitas en la piel de los bovinos.

Defectos propios de la estructura del animal

- Arrugas: forman parte de las características naturales de las pieles vacunas y ovinas y se pueden ver en la piel acabada. Ahora bien, el grado de profundidad varía. Pueden estar por todo el cuerpo, pero hay zonas donde es más frecuente, p.ej. el cuello en los bovinos. (Abraham, 2001)
- Fibra vertical: Este defecto también se llama culata desfibrada o desfibramiento, consiste en una disposición anormal de los haces fibrosos del córium que están en una dirección casi vertical, perpendicular a la superficie del cuero. (Abraham, 2001)

Los defectos generalmente ocasionados por enfermedades son las lesiones de origen infeccioso ocasionadas infecciones como: forúnculos, úlceras, verrugas, tumores, granos, etc. (Abraham, 2001)

2.3.5 Procesos de curtición

Según (Morera Prat, 2000), las operaciones iniciales que se llevan a cabo en los procesos de curtición son las denominadas “operaciones de húmedo o ribera” y esto se debe a la necesaria presencia de agua en todas estas operaciones como son: el remojo, el pelambre, el calero, el descarne, el dividido, el desencalado, el rendido, el desengrase, el piquelado. Además, otras operaciones que se llevan a cabo en húmedo son: la curtición, el escurrido, el rebajado, el neutralizado, la recurtición, la tintura, el engrase y el estirado.

2.3.5.1 Remojo

Según (Cordero, 2016), es la primera operación a la que se someten las pieles y este consiste en un proceso unitario colocando las pieles en una tina, bombo o molinete con agua: tiene como objetivo quitar de las pieles las materias extrañas y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. La complejidad del remojo depende del método de conservación utilizado, las frescas no necesitan de remojo, sino de un lavado para limpiar la sangre, linfa y excrementos a profundidad.

Los principales factores que influyen en la operación de remojo son:

- Acción Mecánica
- Temperatura y desarrollo bacteriano

2.3.5.2 Pelambre y calero

Según (Cordero, 2016), esta operación tiene dos finalidades: Eliminar del Corium, la epidermis con el pelo o la lana y producir un ablandamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de preparar la piel para las transformaciones químicas de curtición. Los métodos mayormente empleados para lograrse el ablandamiento del pelo son de tipo químico o por ataque enzimático, y por lo general se aprovecha la escasa resistencia de las proteínas de la capa basal de la epidermis frente a las enzimas y a los álcalis o sulfuros. Los agentes químicos utilizados en la operación de pelambre son el sulfhidrato y el sulfuro sódico ya que por su carácter reductor rompen los puentes de disulfuro de la proteína del pelo (queratina). Mientras que para el calero se usa hidróxido de calcio debido a que rompe los puentes de hidrógeno que existen entre las fibras de colágeno.

2.3.5.3 Descarnado

Según (Cordero, 2016) el objetivo de esta operación es la limpieza de la piel retirando el tejido subcutáneo y adiposo. Estos tejidos deben ser retirados en las primeras etapas de producción de cuero, con el fin de permitir la penetración de los agentes químicos que van hacer aplicados en los procesos subsiguientes y el de lograr un calibre más regular posible en la piel, el descarnado se puede realizar manualmente con el empleo de una cuchilla descarnadora, pero es difícil y lento, existe un mejor sistema de descarnado que se realiza mediante el empleo de una máquina especializada.

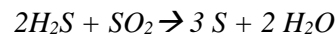
2.3.5.4 Dividido

Según (Soler, 2004), posterior a que las pieles fueron descarnadas, pasan a la etapa de dividido que tiene como objetivo proporcionar a la piel un calibre regular y estandarizar las partidas para someterlas a los procesos posteriores de ribera, esta máquina es indispensable, por lo que no es posible estandarizar las partidas de cuero si no se procede a realizar esta operación, un trabajo manual de dividido no se puede realizar por su complejidad, en esta máquina se puede ajustar el calibre y el grosor final de la piel, que viene determinado por la distancia entre el filo de la cuchilla sin-fin y el plano de la flor de la piel, los residuos generados en esta etapa no pueden ser reintroducidos en la curtición por el bajo calibre y son destinados a la elaboración de colas y gelatinas.

2.3.5.5 *Desencalado*

Según (Hidalgo L. C., 2014) es una operación que se emplea para eliminar la cal enlazada químicamente en los capilares de la piel y los productos alcalinos dentro de la piel, con ello se logra el hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. Para mejorar este proceso se debe realizar una elevación en la temperatura para reducir la resistencia de las fibras hinchadas, el deshinchamiento se da por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura y efecto mecánico.

Según (Frankel, 2009), el bisulfito de sodio no desencala totalmente debido a su baja constante de disociación. Frena el rendido y desprende SO₂ gaseoso, que es blanqueante. Además, este SO₂ se combina con el posible H₂S desprendido de la piel por el sulfuro presente al acidificarse el medio, evitando así sus efectos tóxicos, el desencalado se da de acuerdo a la siguiente reacción:



2.3.5.6 *Rendido*

Según (Soler, 2004), el objetivo del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y una ligera pectización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel de restos de epidermis, grasa y pelo, como efecto secundario y en tanto que han sido eliminadas de las en las operaciones precedentes. Es muy importante el rendido en aquellos artículos que deben ser un tacto blando y suave, con capa flor sedosa y fina, ya que no es suficiente el aflojamiento estructural logrado por el apelambrado y desencalado.

2.3.5.7 *Piquelado*

Según (Cordero, 2016) el piquelado es la etapa que prepara al cuero para la curtición vegetal o mineral, en etapas previas se trata de eliminar la cal de la piel, pero únicamente con el desencalado se elimina la cal que se encuentra libre, mientras que en esta etapa se elimina el álcali enlazada a la piel con la adición de productos ácidos, al mismo que se produce un descenso notable del pH llegando hasta un valor de 3-3.5. Esta operación es importante ya que la adición de ácidos permitirá que el curtiente adquiera una alta basicidad, lo que activará al curtiente al adquirir cargas positivas, además de que en esta etapa se produce el ataque de las fibras del tejido adiposo (grasas) especialmente en pieles con poca grasa las del tipo lanar, por lo que para estas pieles es importante realizar el piquel seguido de un desengrase, por acción de la adición de ácidos conjunta con las sales que se han añadido anteriormente se da la deshidratación de las fibras colagénicas.

2.3.5.8 Curtición con extractos vegetales

Según (Cordero, 2016) al proceso de curtición con extractos vegetales se denomina a la curtición que se realiza con distintos grupos orgánicos tales como numerosos extractos vegetales, sintanes, diversos aldehídos y quinonas, así como también grupos carboxílicos, resinas, grupos fenólicos entre otros. La curtición es por definición la transformación de la piel en el cuero. Esta modificación de la piel para dar un producto que reúna las propiedades de no cornificarse al secar, ser resistente a la acción enzimática microbiana en húmedo y ser estable a la acción del agua caliente, se logra mediante procesos químicos llamados curtición y al producto logrado se le llama cuero, el cual involucra el tratamiento de la piel en bruto con un agente curtiente que por lo menos en parte se combine irreversiblemente con la proteína colágeno.

El aumento de la estabilidad de la piel frente a la acción de microorganismos es uno de los signos más evidentes de que hubo un efecto curtiente. Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos con dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas como es el caso de los distintos grupos funcionales del ácido húmico, ya que de acuerdo al tipo de curtiente se puede pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados, por puentes de hidrogeno, por uniones bipolares (Cordero, 2016)

2.3.5.9 Recurtición con extractos vegetales

Según (Jones, 2002), la recurtición del cuero es el tratamiento con uno o más productos, en determinadas fases de la fabricación, con el objetivo de obtener unas cualidades del cuero terminado, que no son de fácil obtención con una sola curtición. El tratamiento del cuero con extractos vegetales persigue aumentar la plenitud del cuero, puesto que el poder del relleno de los extractos vegetales es mucho mayor que el del cromo, además se persiguen otros objetivos como son capacidad de grabado, esmerilado, pulido, abrillantado, rendimientos, color de curtición e igualación de color de cuero obtenido.

2.3.5.10 Tintura

La tintura consiste en la adición de colorantes a la piel recurtida, estos colorantes pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica y su elección dependerán del tipo de cuero que se desea fabricar, y para realizar un correcto proceso de tintura se debe tener en cuenta: propiedades intrínsecas del cuero que se desea teñir, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y los procesos utilizados, grado de penetración, solides a la luz, propiedades de los colorantes que se

van a emplear, su tono, intensidad, afinidad hacia la piel, poder de penetración y grado de fijación (Cordero, 2016).

2.3.5.11 Engrase

En esta operación se producen dos fenómenos: la penetración de la grasa que puede considerarse un fenómeno físico y la fijación de las grasas en las fibras que pueden considerarse un fenómeno químico, esta operación se realiza con la finalidad de tener un cuero de tacto más suave y flexible, el cual se realiza con la incorporación de grasas solubles o no en agua, esto mantiene las fibras separadas y permiten lubricarlas para que se puedan deslizar unas en relación a las otras con facilidad, con este proceso se aumenta la resistencia al desgarro y el alargamiento a la ruptura reduciéndose la ruptura de fibras y rozamiento al estirado (Cordero, 2016)

2.3.5.12 Secado

Según (Cordero, 2016), el secado se considera una operación física, que logra evaporar la piel del agua, hasta reducir su contenido al 14%, este se realiza ya que el agua ha sido el motor que ha logrado la reacción de los diversos agentes químicos, esta constituye uno de los pasos que altera mayormente a la calidad del cuero terminado, ya que se produce la migración de diversos productos, formación de enlaces, modificación del punto isoeléctrico, etc.

2.3.6 Tipos de pieles

Las pieles más utilizadas industrialmente son las bovinas y las ovinas. En menor cuantía se comercializan pieles de cerdo, de equinos, de reptiles y de animales marinos (Gualoto & Vizueta, 2016)

2.3.6.1 Pieles bovinas

Las pieles bovinas son las que provienen de vacas, toros, becerros, entre otras y son las que más interesan por su volumen de faena, tanto en verde como conservadas, siendo el cuero, las vísceras, la cabeza y patas y la sangre, componentes que representan algo menos del 50 % del peso del animal. Dentro de este denominado "cinco cuartos", el cuero es el que aporta un mayor beneficio adicional al matadero, soliendo representar, en la actualidad, un 3-4 % del valor del beneficio obtenido por animal en matadero (Gualoto & Vizueta, 2016)

Aun así, para el ganadero, solamente la pesada en el gancho (que depende mucho de la edad, el sexo, de la raza y del grado de terminación), es de lo que obtiene beneficios. Las características

de los cueros (peso, espesor, elasticidad, pliegues.) varían según la raza, sexo, estado nutricional y agentes ambientales. Los cueros son más gruesos, elásticos y turgentes en los animales bien alimentados; y más finos en los estabulados que en los de pastoreo y de montaña. En general, los cueros de los animales de pasto son superiores a los estabulados (Gualoto & Vizuela, 2016)

La piel de los animales de razas especializadas es más suave, delgada y flexible que la raza más rústica; la edad y el sexo de los animales también es vital pues la piel de las hembras es más fina y delgada que la de los machos, y la consistencia y flexibilidad de las pieles de los animales jóvenes es mayor que en adultos. El curtidor, a medida que va recibiendo las pieles en su establecimiento, selecciona el bien conformadas y con espesor lo más uniforme posible en toda su superficie, buscando que las diferencias de grosor en las distintas partes sean mínimas. Las pieles mal conformadas, o mal proporcionadas con diferencias de espesor apreciable, ocasionan problemas en la absorción del curtiente; por este defecto las operaciones de curtido serán arduas y el cuero es de regular calidad. Los cueros tanto de vacas como de vaquillonas, están constituidos por un tejido fibroso y elástico y una vez industrializados, dan un corte y grano finos, de buenas características como para destinarlos a confecciones finas. En cambio, los cueros de novillos, novillitos y torunos jóvenes son de más espesor que el de las hembras y el tejido constitutivo es menos elástico, con un corte y grano menos fino, pero también de buena calidad (Barzallo Granizo, 2018)

Los vacunos jóvenes, en general, siempre dan cueros superiores que los animales más viejos. Los bovinos cuya explotación es a campo, siempre tienen mejores pieles que aquellos criados en establo. En nuestra región, por sus buenas praderas y clima apropiado, los vacunos se crían en libertad, y solamente se mantienen en establos los reproductores, tanto machos como hembras. Sin embargo, en los países europeos, la cría es intensiva y los animales pasan varios meses en galpones, alimentados con raciones balanceadas. La alimentación es importante en la calidad del cuero ya que los animales cuyas dietas está destinadas a crear mayor masa muscular y abundante grasa, producen pieles desfavorables y los cueros nunca son los mejores (Barzallo Granizo, 2018)

- Por la enorme alta cantidad de fibras y alianzas de las fibras, en la piel animal, que son entrelazados tridimensionalmente y sin reglas, son obtenidas, altas propiedades de resistencia, de los materiales. La resistencia a la tracción y al desgarró, al alargamiento y elasticidad y flexión, no es considerablemente cambiada esencialmente, por la influencia de humedad u oscilaciones de temperatura.
- Por la grande superficie interior de la piel, es existente una alta actividad respiratoria del cuero. La porosidad dada provoca una buena permeabilidad al vapor de agua y al aire, una excelente absorción y almacenamiento de agua y aislamiento de calor.

- En las propiedades de uso. tiene el cuero la ventaja de un alto poder de adaptación, a las modificaciones del pie durante el uso diario. Por ello, es garantizada la estabilidad de la forma y se obtiene una sensación agradable al llevarse.

En la práctica industrial las pieles se clasifican según su tamaño y naturaleza del animal en temerás, novillos, vacas, bueyes y toros, una vez clasificada la piel se pasa, y el valor obtenido se indica por medio de cortes sobre la cola del animal. Este peso se conoce como peso sangre y es el que sirve como base para la comercialización. Los márgenes de peso que se emplean en el comercio de las pieles se expresan en la tabla 1 (Santana, 2015)

Tabla 1-2: Márgenes de peso utilizados en el comercio de las pieles en bruto

Concepto	Pequeña	Mediana	Grande
Terneritas	0-8 Kg	8-12 Kg	12-20 Kg
Novillas y vacas	20-32 Kg	32-40 Kg	Más de 40 Kg
Bueyes y toros	-	-	Más de 45 Kg

Fuente: Tecnología de la curtición. (Cordero, 2016)

2.3.7 Clasificación de las pieles bovinas

2.3.7.1 Pieles de ternera

Se refieren indistintamente a las pieles de animales machos y hembras. En la piel de temerá la capa de la flor tiene, por lo menos, un espesor que es la mitad del grosor de la piel. La capa reticular está en estado de desarrollo y representa la otra mitad. Las pieles de temerá son las que presentan la flor más fina por tener el poro de la piel más reducido. Y por ser animales muy jóvenes su flor tiene pocos defectos. A partir de que los animales comienzan a comer alimentos sólidos la piel adquiere una estructura más basta. Las terneras generalmente, son animales jóvenes, destinados para carne (Gualoto & Vizueta, 2016)

2.3.7.2 Pieles de novillo

En esta etapa el crecimiento del animal, la profundidad de los folículos pilosos es algo menor, pero son mucho más menos que los correspondientes a los del animal adulto. Al aumentar la edad del animal la capa reticular se va desarrollando gradualmente. Las pieles de novillo presentan una

flor mejor que las de vaca porque, en su mayoría proceden de animales destinados a carne, ya sea machos o hembras. Proporcionan las pieles en sangre más estimadas a causa de la regularidad y de su resistencia mecánica. (Viteri L. C., 2013)

2.3.7.3 Pieles de vaca

Este tipo de piel se refiere a la de las hembras que han tenido algún parto. Se reconocen por tener ubres, además tiene la piel más desteñida, es por esto que producen pieles delgadas, de estructura fibrilar poco cerrada y tacto no óptimo, ya que generalmente el animal es destinado al matadero cuando ya no sirven para la reproducción, puesto que han permanecido en establos la mayor parte de tiempo son animales de edad avanzada y esto se refleja en la calidad de la piel que proporciona. (Viteri L. C., 2013)

2.3.7.4 Pieles de buey y toro

Corresponden a la piel de los machos ya maduros. Debido a su larga vida suelen presentar defectos de la flor. Tales como: cicatrices, granos, barros, etc. Sus características principales son:

- La capa de la flor es más pronunciada.
- Existen pelos jóvenes que sustituyen a los que se caen.
- Los haces de fibras de la capa reticular se han desarrollado al máximo.
- La capa reticular alcanza un espesor aproximado que representan los dos tercios del grueso total.

Dentro de esta categoría podemos diferenciar:

- Bueyes: Se caracteriza por ser machos de edad adulta que han sido castrados. En los bueyes la castración tiene una influencia decisiva sobre la estructura de la piel. El buey que ha sido castrado de joven proporciona una piel que se aproxima a la de la vaca, pero es más gruesa y tiene más nervio sobre la parte del cuprón. En el caso de los bueyes castrados ya más viejos el cuello es muy arrugado y se parece al de los toros (Gualoto & Vizueta, 2016)
- Toros: Machos de edad adulta que no han sido castrados. Los toros dan pieles vacías e irregulares. El cuello, las faldas y la parte de la culata son muy gruesos. El corte vertical de la piel, a todo lo ancho del cuprón, muestra un menor espesor al del espinazo. La piel es esponjosa, el cuello muy arrugado es una evidencia que sirve para reconocer una piel de toro (Viteri L. C., 2013).

2.3.8 Tara (*Caesalpinia Spinosa*)

(Enciso, y otros, 2011), enlista los nombres comunes utilizados para la especie *Caesalpinia Spinosa*, los cuales se especifica a continuación: Tara, Guarango, Campeche, Vainillo, (Ecuador); Tara, Taya (Perú); Divi divi de tierra fría, Guarango, Cuica, Serrano, Tara (Colombia); Tara (Bolivia, Chile, Venezuela), Acacia amarilla, Dividivi de los Andes (Europa).

El guarango o Tara es una planta originaria del Perú utilizada desde la época pre-hispánica, aplicada en la medicina folklórica o popular y, en los años recientes como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios; de nombre científico *Caesalpinia Spinosa* o *Caesalpinia Tinctoria*. Sus características botánicas son las siguientes: Es un árbol pequeño en sus inicios, de dos a tres metros de altura; pero, puede llegar a medir hasta 12 metros en su vejez; de fuste corto, cilíndrico y a veces tortuoso, su tronco está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos. La copa del guarango es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes. Sus hojas son en forma de plumas, parcadadas, ovoides y brillantes ligeramente espinosa de color verde oscuro y miden 15 cm de largo (Enciso, y otros, 2011).

Sus flores son de color amarillo rojizo dispuestas en racimos de 8 cm a 15 cm de largo. Sus frutos son vainas explanadas e indehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas de 0.6 cm a 0.7 cm de diámetro y son de color pardo negruzco cuando están maduros. Inflorescencia con racimos terminales de 15 a 20 cm de longitud con flores ubicadas en la mitad distal. Flores hermafroditas, zigomorfas; cáliz irregular provisto de un sépalo muy largo de alrededor de 1 cm, con numerosos apéndices en el borde, cóncavo; corola con pétalos libres de color amarillento, dispuestas en racimos de 8 a 20 cm de largo, con pedúnculos pubescentes de 5 cm de largo, articulado debajo de un cáliz corto y tubular de 6 cm de longitud, los pétalos son aproximadamente dos veces más grandes que los estambres (Enciso, y otros, 2011).

2.3.8.1 *Caesalpinia Spinosa* en la industria del curtido

Según (Maya, 2016), la industria de curtidos y peletería tiene como objetivo la transformación de pieles de animales en cuero, producto resistente e imputrescible, de amplia utilización industrial y comercial en la elaboración de calzado, prendas de vestir (guantes, confección), marroquinería y pieles. El curtido de las pieles animales puede hacerse empleando agentes curtientes minerales, vegetales y sintéticos, o bien en casos muy especiales, mediante aceites de pescado o compuestos alifáticos sintéticos. El recurtido vegetal utiliza extractos de cortezas, madera, hojas, frutos (Guarango), agallas y de raíces. Los componentes de los extractos corresponden a los siguientes tipos de taninos: pirocatecol, pirogalol y elágicos. Todos ellos taninos hidrolisables o

condensados, ambos tipos de taninos, hidrolizables y condensados, se emplean en la industria del cuero por:

- Su gran poder curtiente, permitiendo obtener una amplia variedad de cueros, que se diferencian en flexibilidad y resistencia.
- Impide que las fibras colágenas aglutinen en grumos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible.
- Los hace inmune al ataque bacteriano, aumenta temperatura de encogimiento, permite la sustitución del cromo y aprovechamiento de los residuos en el curtido de la piel.

Tabla 2-2: Análisis químico en los frutos del guarango o tara (vainas y semillas)

Componente	Porcentaje
Humedad	11.70%
Proteínas	7.17%
Cenizas	6.24%
Fibra Bruta	5.30%
Extracto Etéreo	1.40%
Carbohidratos	67.58%
Taninos (Vainas)	62%

Fuente: (Siccha, Lock, & Molina, 1994)

2.3.8.2 Ventajas técnicas

Las ventajas técnicas de la tara como curtiente vegetal son:

- No contiene prácticamente sustancias colorantes. Su empleo permite producir cueros de tonalidades muy claras y resistentes a la luz.
- Confiere poder de relleno, flexibilidad y da una flor lisa y firme.
- En la piel curtida con tara en polvo la resistencia de la flor a la rotura resulta superior a cualquier otra obtenida con otro tanino vegetal. Se puede mezclar perfectamente con otros taninos vegetales y sintéticos.

2.3.9 Ácido Húmico

Según (Ollé, 2002), está formado por diferentes ácidos que resultan de la descomposición de la materia orgánica que además incluye agua de mar, carbón y tierra. Es muy importante mencionar que el conocimiento estructural y funcional del ácido húmico es indispensable para establecer el comportamiento físico-químico con la piel. Los ácidos húmicos están formados por dos

compuestos importantes: ácido húmico y ácido fúlvico, sin embargo, se encuentra en diferentes proporciones de acuerdo a su origen y tipo de extracción. La mezcla de estos ácidos se les denomina principalmente como ácido húmico, por su vínculo universal con el "Humus" definición con el que se define la mayor fertilidad y mejor condición de un suelo agrícola.

2.3.9.1 Conocimiento estructural de los compuestos húmicos

Los ácidos húmicos son compuestos de alto peso molecular y es muy importante tomar en cuenta la reaccionabilidad de los ácidos húmicos en función a los diferentes grupos funcionales que posee en su estructura y la posibilidad de estos a reaccionar con las proteínas de la piel. Son indispensables aquellos grupos que puedan establecer enlace con los grupos amínicos(básicos) y carboxílicos(ácidos) de la piel, por ello se centra en los grupos reactivos oxigenados, sin embargo , de los que se espera que tengan los derivados húmicos (carboxilo, hidroxilo-fenólico, hidroxilo-alcohólico, carbonilo, acetal, éster, quinónico, lactona y éter) tienen importancia los grupos carboxílicos, hidroxilo(fenólicos y alcohólicos) y carbonilos no solo por su cantidad sino además por su reaccionabilidad con los grupos reactivos del colágeno (Ollé, 2002).

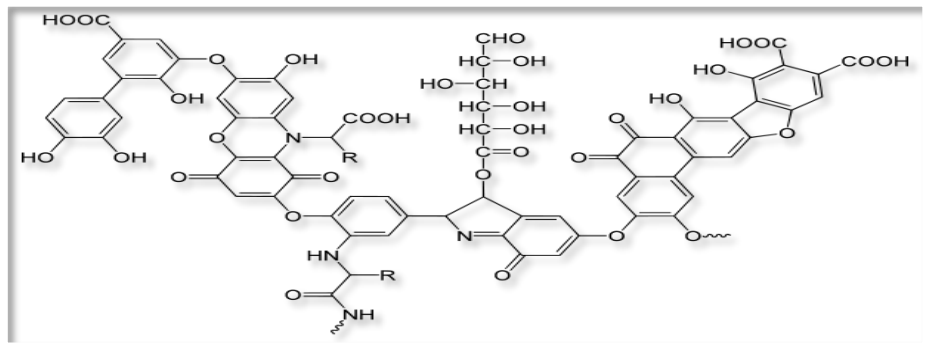


Figura 3-2: Estructura química del ácido húmico
Fuente: (Ollé, 2002)

Las principales reacciones que se dan con el ácido húmico y las fibras de colágeno son:

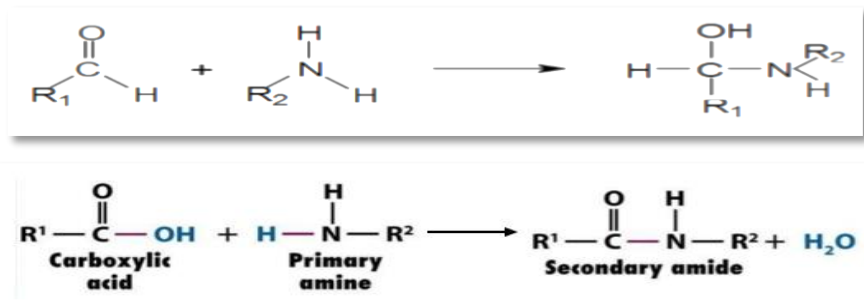


Figura 4-2: Reacciones producidas entre los distintos grupos del ácido Húmico y las fibras de colágeno.
Fuente: (Ollé, 2002)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Identificación de las variables

3.1.1 *Variable dependiente*

Para la presente investigación, la calidad del cuero bovino y los análisis determinados por:

- Análisis físicos-mecánicos: Temperatura de contracción, Resistencia a la tensión, Resistencia al desgarre y Porcentaje de elongación, basándose en las normas referentes al cuero.
- Análisis sensoriales: se realizan a través de un test sensorial por un artesano certificado que establece una escala de calificación para los cueros bovinos terminados, lo que se evalúa es: llenura, blandura y soltura de flor.

3.1.2 *Variable independiente*

En la presente investigación corresponde a la concentración de la tara más el ácido húmico en los diferentes porcentajes: T1 (15% Tara + 0% Ácido Húmico); T2 (10% Tara + 5% Ácido Húmico); T3 (5% Tara + 10% Ácido Húmico) y T4 (0% Tara + 15% Ácido Húmico), porcentajes establecidos de acuerdo al peso de la piel en bruto para ser procesado.

3.1.3 Operacionalización de variables

Tabla 1-3: Operacionalización de variables

VARIABLE		TIPO	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Combinación de curtientes tara + ácido húmico		Variable independiente	Se refiere a la formulación del agente curtiente (tipo de agente y nivel a utilizar)	Porcentaje	Fórmula de curtición
Calidad del cuero	Temperatura de contracción del cuero	Variable de respuesta o dependiente	Temperatura a la cual el cuero registra una reducción en el tamaño considerable.	Temperatura (°C)	Termómetro
	Resistencia a la tensión	Variable de respuesta o dependiente	Carga máxima que tolera el cuero antes de romperse. La carga es aplicada en una sola dirección.	Carga máxima (N/cm ²)	Equipo de resistencia de materiales
	Lastometría	Variable de respuesta o dependiente	Deformación que tolera el cuero antes de romperse.	Deformación (mm)	Lastómetro
	Porcentaje de elongación	Variable de respuesta o dependiente	Incremento de las dimensiones del cuero máximo (expresado en porcentaje) que puede resistir el cuero antes de romperse por la acción de una carga aplicada unidireccionalmente.	Porcentaje (%)	Equipo de resistencia de materiales
	Llenura	Variable de respuesta o dependiente	Percepción del analista referente a la sensación de compactación del cuero terminado.	Puntuación de llenura (puntos)	Metodología sensorial de análisis
	Soltura de flor	Variable de respuesta o dependiente	Percepción sensorial del analista ante la aparición de defectos en el cuero debidos a la separación de la capa flor del cuero.	Puntuación de soltura (puntos)	Metodología sensorial de análisis
	Blandura	Variable de respuesta o dependiente	Percepción sensorial del analista en cuanto a la suavidad y caída que presenta el cuero final.	Puntuación de blandura (puntos)	Metodología sensorial de análisis

3.2.4 Matriz de consistencia

Tabla 2-3: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL			HIPÓTESIS GENERAL	
¿Al dejar de utilizar el cromo en el proceso de curtido y remplazarlo por el ácido húmico más tara mejorará o mantendrá la calidad del cuero?		Desarrollar una curtición orgánica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de ácido húmico y tara, para cuero de marroquinería.			¿La adición de diferentes niveles de ácido húmico en combinación con diferentes niveles de tara si cumplirá con las exigencias de calidad del cuero bovino para marroquinería?	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿De qué manera los resultados de las pruebas físico-mecánicas se relacionan en el proceso de curtición de pieles bovinas utilizando ácido húmico en combinación con tara?	Caracterizar a través de pruebas físico-mecánicas el cuero curtido con diferentes niveles de ácido húmico (0, 5, 10, 15) y <i>Caesalpinia spinosa</i> (tara) (15, 10, 5, 0).	¿Los procesos de curtición afectaran a las pruebas físico-mecánicas que determinan la calidad del producto terminado en relación a las normas IUP?	Parámetros de calidad del cuero	Valoraciones de los parámetros de calidad	Ensayos físicos	Dinamómetro Elastómetro Flexómetro Termómetro

3.3. Metodología

3.3.1 Tipo y diseño de la Investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se desarrolló de forma ordenada y sistemática, se inició con la revisión de fuentes bibliográficas específicas al tema, como libros, artículos científicos, páginas web, para definir conceptos, teorías, condiciones y variables de proceso. Además, el trabajo se considera de tipo: técnico-experimental, ya que mediante las fuentes bibliográficas relativo al cuero y recetas de curticiones de todo tipo, se estableció la formulación para la curtición mixta a base de Tara (*Caesalpinia spinosa*) más ácido húmico para curtir pieles bovinas, mediante experimentos realizados a nivel de laboratorio y por medio de distintos ensayos de calidad se determinará la formulación más adecuada.

3.3.2 Método de investigación

Los métodos son considerados como herramientas necesarias para que el investigador desarrolle experimentación y establezca los resultados a partir de observaciones; el presente trabajo abarca tres métodos de investigación: método deductivo, inductivo y experimental para obtener premisas y crear un juicio de valor, que darán solución a problemas existentes en la industria de la curtiembre bovina. Por lo expuesto anteriormente, se detalla a continuación los métodos aplicados:

3.3.2.1. Método Deductivo

Se considera método deductivo a aquel que toma como base datos teóricos generales válidos que se aplican en casos singulares, para llegar a un correcto diseño del proceso se requiere de revisiones bibliográficas mediante la cual se pueda establecer el mejor proceso de producción tomando en cuenta los requerimientos de materia prima para obtener un producto final de calidad. Este método se justifica al curtir la piel bovina con sales de cromo se genera contaminantes residuales que afectan al ambiente, para lo cual se ha establecido las formulaciones de curtición para la producción de cueros wet white (curtición libre de cromo). Se ha establecido la curtición mixta a base de Tara (*Caesalpinia spinosa*) más ácido húmico que permitirá generar juicios de valor al investigador y conclusiones generales mediante la experimentación.

3.3.2.2. *Método Inductivo*

Se utiliza el método inductivo porque a partir de los cueros bovinos terminados, se analizó si la curtición a base de la combinación de Tara (*Caesalpinia spinosa*) más ácido húmico influye en la calidad del cuero acabado, estableciendo conclusiones generales y determinando las variables importantes que influyen en el proceso productivo.

3.3.2.3. *Método Experimental*

Como punto final de la investigación se utilizó el método experimental, en donde recogiendo las premisas del método inductivo y deductivo y con los ensayos a nivel de laboratorio mediante la curtición de Tara (*Caesalpinia spinosa*) más ácido húmico con el registro de parámetros de control de cada una de las formulaciones permitirá aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en el trabajo de investigación.

3.4. Enfoque de la investigación

El enfoque del presente trabajo de investigación se considerará de forma cualitativa (pruebas sensoriales en base al juicio de valor de la experiencia de un curtidor) y cuantitativa (pruebas físico-mecánicas, parámetros biológicos de las aguas residuales y costos de producción), para lo cual se realizará la respectiva interpretación y análisis de resultados obtenidos.

3.5. Diseño de la investigación

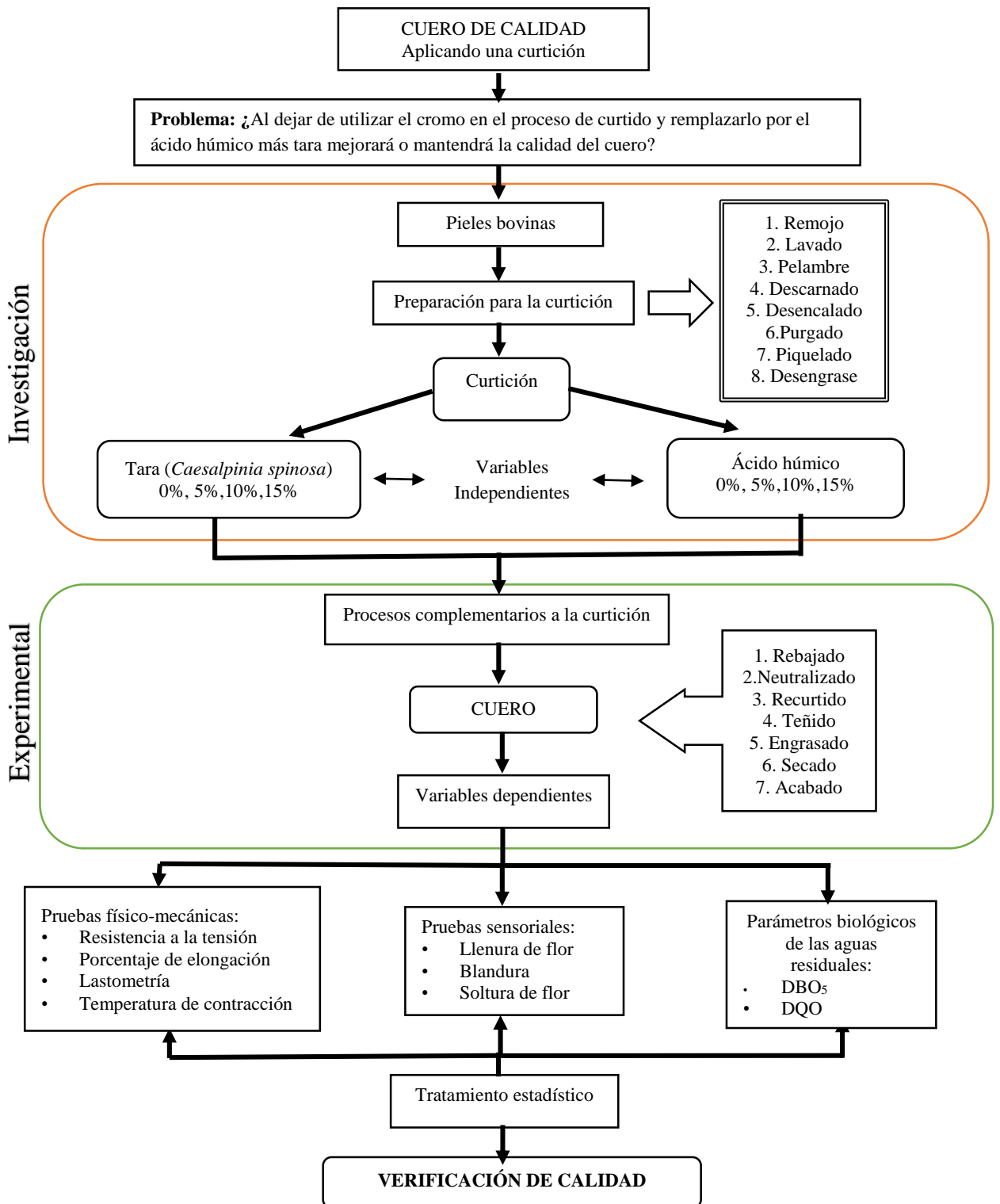


Figura 1-3: Representación esquemática del diseño de la investigación

Realizado por: Molina Jimmy, 2019

3.6. Población de estudio

En la presente investigación la población de estudio estará conformada por las pieles bovinas procedentes del camal municipal de la ciudad de Riobamba, las mismas que se utilizarán para la parte experimental, siendo conocidos que no conocemos cuantas serán las pieles que ingresan al camal.

3.7. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación, será una piel bovina, la cual se utilizará para llevar a cabo los distintos procesos de transformación de piel a cuero terminado utilizando como agentes curtientes los diferentes porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) con ácido húmico; además se efectuará las pruebas de calidad al cuero bovino terminado.

3.8. Selección de la muestra

La selección de la muestra se realizará de manera aleatoria a las pieles que ingresan al camal aplicando un muestreo no probabilístico, considerando la calidad de las pieles (sin la presencia de arañazos, manchas y que sean frescas) para asegurar la calidad del cuero terminado.

3.9. Tamaño de la muestra

El número total de unidades experimentales serán 20 pieles bovinas, para lo cual se consideró cómo agentes curtientes: diferentes porcentajes de Tara (0, 5, 10, 15%) en combinación con ácido húmico (0, 5, 10, 15%) como se detalla a continuación:

1. Número de tratamientos: 4 (porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) más ácido húmico)
2. Número de repeticiones: 5 repeticiones
3. Número de ensayos: 1 ensayos

3.10 Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos se usarán bitácoras donde se anotará cada uno de las recetas formuladas del proceso de curtición, así como datos de parámetros de control de calidad. Los datos obtenidos de las distintas pruebas de calidad, se registrarán en hojas de Excel para su posterior interpretación y análisis en un paquete estadístico denominado SPSS Statistics 25.

3.11 Tratamiento y diseño experimental

Para la interpretación de los resultados se utilizará un Diseño Completamente al Azar simple (DCA), debido a que las condiciones dentro del bombo o molinete se encuentran controladas en cada una de las repeticiones. En el DCA se considera un solo factor (diferentes porcentajes de Tara con ácido húmico) que afecta la variable de respuesta (pruebas de calidad). El modelo estadístico que sigue este diseño experimental se detalla a continuación:

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

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los diferentes niveles de ácido húmico en combinación con diferentes niveles de Tara

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

En relación a las pruebas paramétricas pruebas físico-mecánicas y parámetros biológicos de las aguas residuales de curtición) se realizará el análisis de varianza (ANOVA) para establecer si existen diferencias significativas entre medias por la adición de diferentes porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con diferentes niveles ácido húmico.

Además, en la Tabla 3-3, se representa esquemáticamente el análisis de varianza (ANOVA), que relaciona la significancia de los datos y como estos se ajustan a la campana de Gauss, la cual evalúa la normalidad de los datos y ajusta el error experimental hasta un margen de aceptación (95%) aceptando o rechazando de esta forma las hipótesis planteadas en la presente investigación.

Tabla 3-3: Esquema del ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos (diferentes porcentajes de Tara + ácido húmico)	3
Error	16

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

En cuanto, a las pruebas no paramétricas (pruebas sensoriales) se utilizará la prueba de Kruskall – Wallis y Chi- Cuadrado, que sigue el siguiente modelo matemático

Kruskall – Wallis

$$H = \frac{15}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Dónde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de curtiembre (Tara con ácido húmico)

R = Rango identificado en cada grupo.

Chi-Cuadrado

$$x^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Dónde:

o_i = representa a cada frecuencia observada

e_i = representa a cada frecuencia esperada.

De esta forma, se describe a continuación el esquema del experimento de la presente investigación para llevar a cabo el diseño experimental.

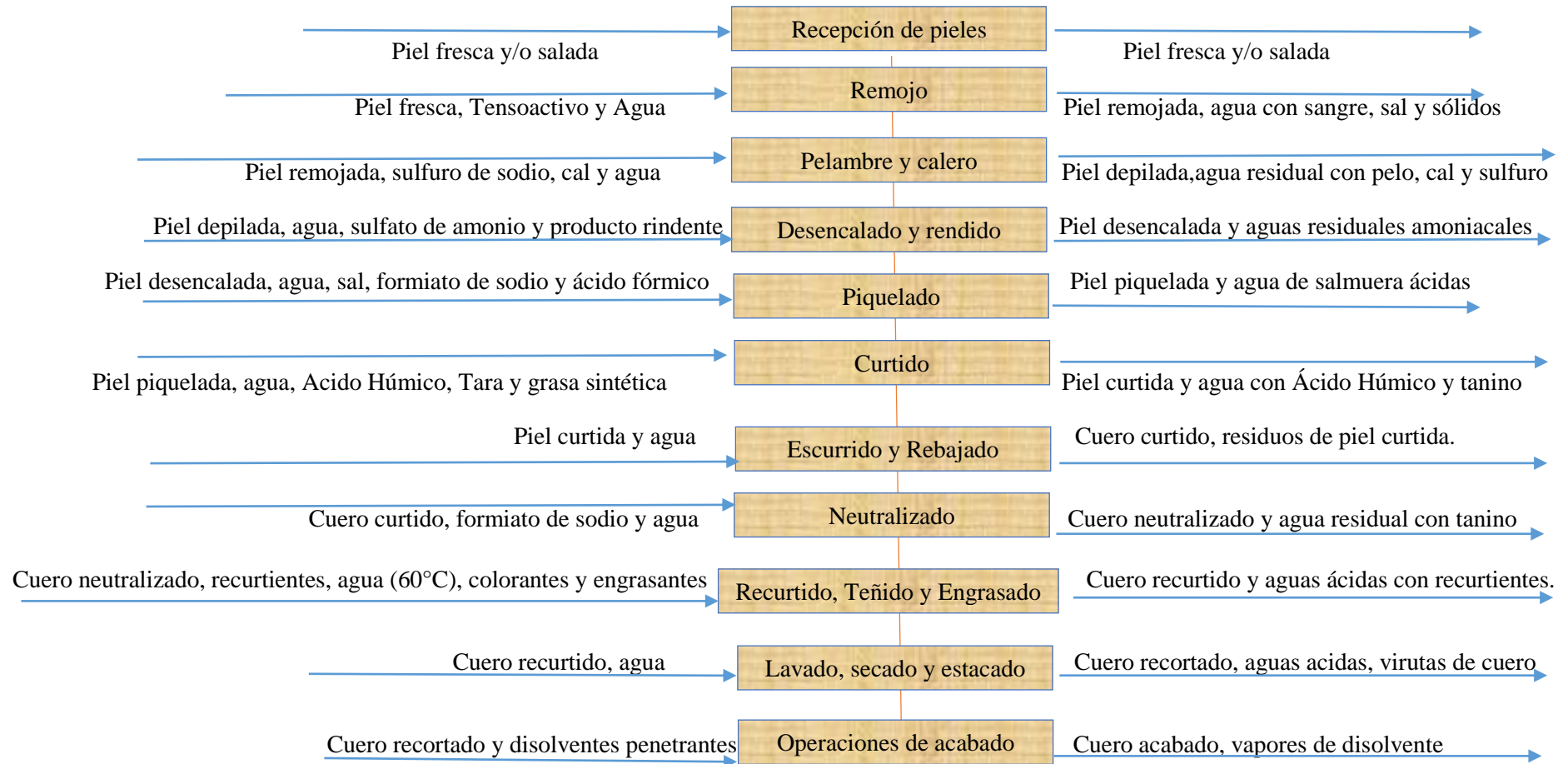
Tabla 4-3: Esquema del Experimento Aleatorio Simple

Producto para la curtiembre	Código	Repetición	T.U.E	Total de pieles
15% de tara, 0% de ácido húmico.	T1	5	1	5
10% de tara, 5% de ácido húmico.	T2	5	1	5
5% de tara, 10% de ácido húmico.	T3	5	1	5
0% de tara, 15% de ácido húmico.	T4	5	1	5
Total de pieles				20

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

3.12 Diagrama del proceso de producción de cuero bovino terminado



3.3. Procedimiento Experimental

El procedimiento experimental para la investigación en curso, tuvo como materia prima 20 pieles bovinas, las cuales fueron sometidas a los siguientes procesos para su transformación en cuero terminado

3.3.1 Remojo

El remojo se considera el primer paso para la curtición de pieles, realizando el pesado de cada uno, se preparó el baño de las pieles adicionando 300% de agua a temperatura ambiente 1% de tenso activo durante 24 horas, logrando retirar las diferentes impurezas que traen consigo las pieles y ayuda a la hidratación de la estructura fibrilar del colágeno.

3.3.2. Pelambre y calero

En función de los pesos de las pieles bovinas se preparó un baño con 300% de agua, 5% de cal y 3% de sulfuro de sodio y se rodó el bombo por 4 horas, después se dejó en reposo durante 24 horas y se eliminó el agua del bombo.

Posteriormente se lavó las pieles con un baño de 300% de agua y 1% de sulfato de amonio a temperatura ambiente dejando rodar el bombo durante 30 min y se descargó el agua.

3.3.3 Desencalado y rendido

Una vez realizado el proceso de lavado se prepara un baño para el desencalado de 300% de agua y 1 % de sulfato de amonio en función al nuevo peso que tienen las pieles, girando en el bombo por 30 minutos. Posterior a esto se añade 0.5% de bisulfito de sodio y se continúa girando por 30 minutos, finalmente se añade 1% de rindente y se deja girar durante 60 minutos. Después de este proceso se realizan dos lavados con 300% de agua por 20 minutos cada uno.

3.3.4 Piquelado

El proceso de piquelado consistió en un baño con 100% de agua a temperatura ambiente y 7% de sal en grano girando en el bombo durante 20 min se mide el pH del agua para mantener en un medio neutro, luego se adiciona 2% de ácido fórmico diluido 1/10 en dos partes para evitar la destrucción de las pieles bovinas dejando girando en el bombo durante 30 minutos cada una. Finalmente se añade 3% de aldehído y se deja girar 120 minutos en el bombo al finalizar se mide el pH para verificar el valor óptimo de curtición.

3.3.5 Curtido

Antes de realizar el proceso de curtido se obtuvo el ácido húmico a partir del humus con un pH de 3 para utilizar como agente curtiente.

3.3.5.1 Preparación de ácido húmico

El ácido húmico se obtuvo pesando 24 kg de humus con 2.69Kg de hidróxido de potasio y se añadió 240 litros de agua destilada, a baño maría se calentó hasta a 60 °C por dos horas con agitación continua, posteriormente se separó por tamizado los residuos sólidos del extracto del humus que se dejó reposar por 24 horas para finalmente añadir ácido sulfúrico logrando la obtención del ácido húmico en un rango de pH de 2.5 a 3.

3.3.5.2 Curtición mixta

Una vez obtenido el ácido húmico se lleva a cabo la curtición mixta usando los diferentes porcentajes de Tara en combinación con los diferentes porcentajes de ácido húmico como se muestra en la Tabla 4-3.

Para el Tratamiento T1 se adicionó 15% de tara + 0% de ácido húmico, para T2 10% de tara + 5% de ácido húmico, para T3 5% de tara + 10% de ácido húmico y finalmente para el T4 0% de tara + 15% de ácido húmico manteniendo un pH de 3- 3.5.

A cada uno de los tratamientos se realiza un pre-engrase adicionando 2% de grasa sintética después de adicionar los agentes curtientes girando en el bombo por 5 horas. Al final del proceso se verifica los pH de las pieles bovinas.

Las pieles se descargan del bombo y se perchan durante 24 horas, luego se dejan escurrir lo suficiente para retirar el exceso de agua y poder realizar el raspado que consiste en mantener el espesor de las pieles en 1.5 mm apropiadamente.

3.3.6 Neutralizado y recurtido

Las pieles se vuelven a pesar, a continuación, se colocan en un baño de 200% de agua, 0.2% de ácido fórmico diluido y 0.2% de tensoactivo, girando en el bombo durante 15 minutos y se escurre. Se neutraliza el curtido con 200% de agua y 1% de formiato de sodio en función al peso anterior por 15 minutos, posterior se añade 1 % de bicarbonato de amonio 1/10 diluido girando en el bombo durante 90 minutos. Al finalizar se mide el pH del baño.

3.3.7 Tintura y engrase

Se realizó dos lavados con 200% de agua en función al peso anterior, girando en el bombo durante 15 minutos cada uno. El proceso de teñido y engrase utiliza 100% de agua a temperatura de 70°C, 3% de relleno de faldas, 3 dispersante de grasa y 2% de grasa PROVOL BA, dejando girar en el bombo durante 60 minutos. Después se añadió 100% de agua a temperatura de 70°C y 2% de anilina negra de atravesado diluida 1/10 con agua a temperatura de 70°C y se deja girar por 60 minutos más. Se añade 5% de grasa PROVOL BA, 5% de Sulphinol HF y 2% de Synthol YY 707 girando en el bombo durante 60 minutos.

Luego se añadió 0.5% de bicarbonato de amonio girando en el bombo durante 5 min, después se aplicó 1% de anilina superficial durante 30 minutos girando en el bombo. Finalmente se añadió dos porciones de ácido fórmico al 1% (diluido 1/10) girando en el bombo durante 15 minutos por cada porción adicionado dejando reposar los cueros bovinos durante 12 horas. Se mide el pH del baño.

3.3.8 Secado, estacado y recortado

Antes de realizar el proceso de secado se realiza un último lavado de las pieles con 500% de agua a temperatura ambiente dejando girar en el bombo durante 15 minutos. Luego las pieles se dejan perchadas durante 24 horas, se continúa con el proceso corte de los bordes sobrantes del cuero y se procede con el estacado con pinzas para eliminar las arrugas en la parte de la flor del cuero.

3.3.9 Operaciones de acabado

Se realiza principalmente el proceso de prensado y lacado para mejorar la calidad superficial del cuero bovino terminado y aplicar las diferentes pruebas sensoriales.

3.4 Normativa de calidad referente a los cueros terminados

Una vez obtenidos los cueros bovinos terminados se realizan las diferentes pruebas de calidad, tanto físico-mecánicas como sensoriales en relación a las normativas referentes a cuero (Puente, 2018)

No obstante, las pruebas físico-mecánicas que se van a llevar a cabo en los cueros bovinos terminados, se basan en las normas IUP, las cuales son normas estandarizadas y propuestas por la IULTCS (Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero Internacional) para evaluar a los cueros terminados. Por otra parte, en el Ecuador existen normas INEN referente a cuero, que son transcripciones de las normas internacionales, por lo

tanto, al llevar a cabo la evaluación de los cueros bovinos terminados en base a las normas IUP o normas INEN, los límites o valores permisibles para determinar la calidad de los cueros terminados son idénticos (Puente, 2018)

Las pruebas físico-mecánicas que se llevaron a cabo en los cueros bovinos terminados en relación a su normativa fueron:

- Resistencia a la tensión (Norma IUP 6)
- Porcentaje de elongación (Norma IUP 6)
- Lastimetría (Norma IUP 9)
- Temperatura de contracción (Norma IUP 16)

Por otro lado, las pruebas sensoriales se llevan a cabo mediante la experiencia de un curtidor que da una escala de calificación y evalúa en base a ésta la calidad de los cueros bovinos terminados, por lo tanto, estas pruebas sensoriales no se basan en normas estandarizadas (Rodríguez, 2017)

Las pruebas sensoriales que se van a llevar a cabo son:

- Llenura
- Blandura
- Soltura de flor

La caracterización de las aguas residuales producto del proceso de curtición se realiza en base a la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del recurso agua. De esta manera los análisis que se van a llevar a cabo son: DBO₅ y DQO (Morochó, 2017)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fin de realizar el estudio estadístico de todos los resultados obtenidos, se utilizó el programa SPSS Statistics 25 para Windows. Se utilizó Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) y Test de Duncan con nivel de significación $\alpha=0,05$ valor referencial al que, los resultados obtenidos se consideraron normales y homogéneos, para estudiar las diferencias entre tratamientos para los diferentes parámetros analizados.

Para las variables no paramétricas (blandura, llenura y soltura de flor) se aplicará la prueba de kruskal-Wallis y Chi-Cuadrado utilizando el programa SPSS Statistics 25 para Windows.

4.1 Análisis de las pruebas físico-mecánicas de los cueros terminados

Tabla 1-4: Resultados de las pruebas físico-mecánicas de los cueros terminados

Tratamientos	Repeticiones	Resistencia a la tensión (N/cm ²) IUP 6 (800 a 1500 N/cm ²)	Porcentaje de elongación (%) IUP 6 (40 a 80 %)	Lastometria-3 (mm) IUP 9 (min 7.5 mm)	Temperatura °C IUP 16 (min 70°C)
T1= 15% Tara + 0% Ácido Húmico	1	2626.67	70.00	10.09	90
	2	2410.67	85.00	10.11	90
	3	3538.18	72.50	9.54	90
	4	2850.91	62.50	9.28	90
	5	3038.18	50.00	10.05	90
T2= 10% Tara + 5% Ácido Húmico	1	1522.00	55.00	10.08	90
	2	1992.50	50.00	10.20	90
	3	2107.14	70.00	15.51	90
	4	3502.00	57.50	10.64	90
	5	2998.67	70.00	11.78	90
T3= 5% Tara + 10% Ácido Húmico	1	2630.77	52.50	10.08	90
	2	2383.85	70.00	10.08	90
	3	1605.71	57.50	10.08	90
	4	1889.09	52.50	10.07	90
	5	1490.71	52.50	10.07	90
T4= 0% Tara + 15% Ácido Húmico	1	2525.38	67.50	10.08	90
	2	1548.57	67.50	10.08	90
	3	1112.86	42.50	10.08	90

	4	2017.50	62.50	10.08	90
	5	1515.38	40.00	10.08	90

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre ESPOCH, 2019)

En la tabla 1-4 se obtienen los resultados de las pruebas físico-mecánicas (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, lastimetría y temperatura de contracción), en donde se juzga la calidad del cuero bovino que servirá para la fabricación de productos de marroquinería, entre ellos se encuentra la resistencia a la tensión que pueden soportar los cueros terminados al aplicar distintas fuerzas sobre el mismo. La resistencia es variable porque al analizar los cueros terminados de la parte del cupón presentan una mayor resistencia en cada una de las pruebas, los valores disminuyen en la parte de las faldas y cuello del cuero bovino terminado.

4.1.1 Resistencia a la tensión

Tabla 2-4: Pruebas de normalidad para la resistencia a la tensión

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	o	gl	Sig.	Estadístico	o
Resistencia	15% Tara + 0% Ácido Húmico	.168	5	.200*	.970	5	.874
	10% Tara + 5% Ácido Húmico	.253	5	.200*	.937	5	.647
	5% Tara + 10% Ácido Húmico	.189	5	.200*	.919	5	.527
	0% Tara + 15% Ácido Húmico	.241	5	.200*	.957	5	.787

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 3-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tensión

Resistencia		Est. de Levene		Sig.
		g1	g2	
Resistencia	Se basa en la media	1.598	3	.229
	Se basa en la mediana	.494	3	.692
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.494	3	11.104
	Se basa en la media recortada	1.549	3	.241

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Se realizó el análisis de la normalidad y homogeneidad para la resistencia a la tensión obteniéndose valores no significativos ($p > 0,05$) lo que permite analizar la interacción de los distintos porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) combinados con el ácido húmico en el proceso de curtición

Tabla 4-4: Análisis de varianza de la resistencia a la tensión de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3807152.709	3	1269050.903	3.704	.034
Dentro de grupos	5481713.124	16	342607.070		
Total	9288865.833	19			

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

En la tabla 4-4, se analizó la varianza, en la cual indica que si existe diferencias significativas entre los distintos porcentajes de tara en combinación con el ácido húmico ($p < 0,05$). Además, al aplicar el test de Duncan, entre los tratamientos utilizados se tiene que el mejor resultado en el parámetro de resistencia a la tensión corresponde al tratamiento de 15% Tara + 0% Acido Húmico con un valor de 2892.92 N/cm² (a) y el valor más bajo corresponde a 0% Tara + 15% Acido Húmico con un valor de 1743.94 N/cm² (b) como muestra la gráfica 1-4.

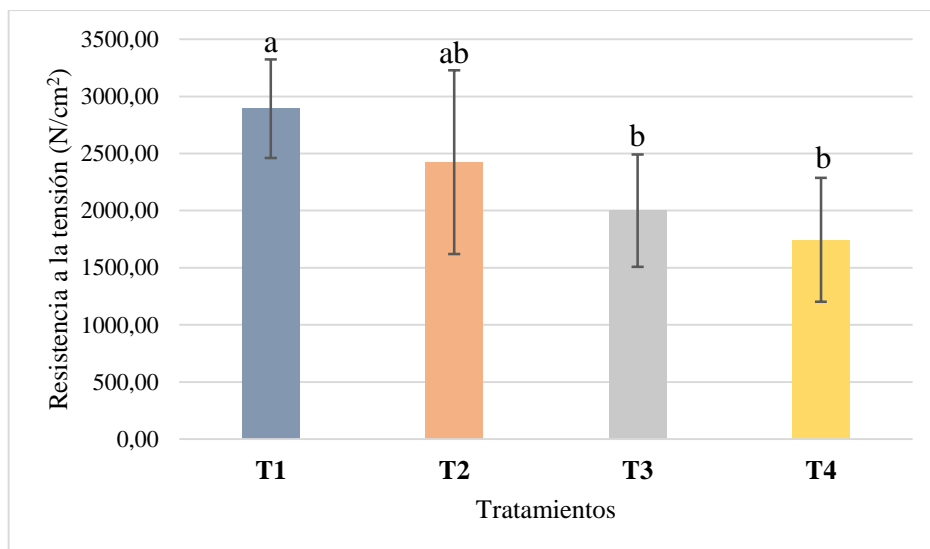


Gráfico 1-4: Resultados de la resistencia a la tensión procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

4.1.2 Porcentaje de elongación

Tabla 5-4: Pruebas de normalidad para el porcentaje de elongación

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Elongación	15% Tara + 0% Ácido Húmico	.164	5	.200*	.988	5	.971
	10% Tara + 5% Ácido Húmico	.252	5	.200*	.867	5	.254
	5% Tara + 10% Ácido Húmico	.324	5	.095	.717	5	.014
	0% Tara + 15% Ácido Húmico	.283	5	.200*	.793	5	.071

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 6-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para el porcentaje de elongación

Elongación		Estadístico de Levene		Sig.
		gl1	gl2	
Elongación	Se basa en la media	1.474	3	.259
	Se basa en la mediana	.516	3	.677
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.516	3	13.994
	Se basa en la media recortada	1.445	3	.267

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Se realizó el análisis de la normalidad y homogeneidad para el porcentaje de elongación obteniéndose valores no significativos ($p > 0,05$) lo que permite analizar la interacción de los distintos porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) combinado con el ácido húmico en el proceso de curtición

Tabla 7-4: Análisis de varianza para el porcentaje de elongación de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	443.438	3	147.813	1.199	.342
Dentro de grupos	1972.500	16	123.281		
Total	2415.938	19			

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

En la tabla 7-4, se analizó la varianza, en la cual indica que no existe diferencias significativas entre los distintos porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con el ácido húmico ($p > 0,05$). Además, al aplicar el test de Duncan entre los tratamientos utilizados se tiene que corresponden a un solo grupo, esto quiere decir que los tratamientos aplicados tienen el mismo efecto sobre el porcentaje de elongación del cuero tratado como se muestra en la gráfica 2-4. Sin

embargo, el T1 (15% Tara + 0% Ácido Húmico) posee el 68 % de elongación mayor y los tratamientos T3 (5% Tara + 10% Ácido Húmico) y T4 (0% Tara + 15% Ácido Húmico) obtuvieron los valores más bajos de 57 y 56 % respectivamente.

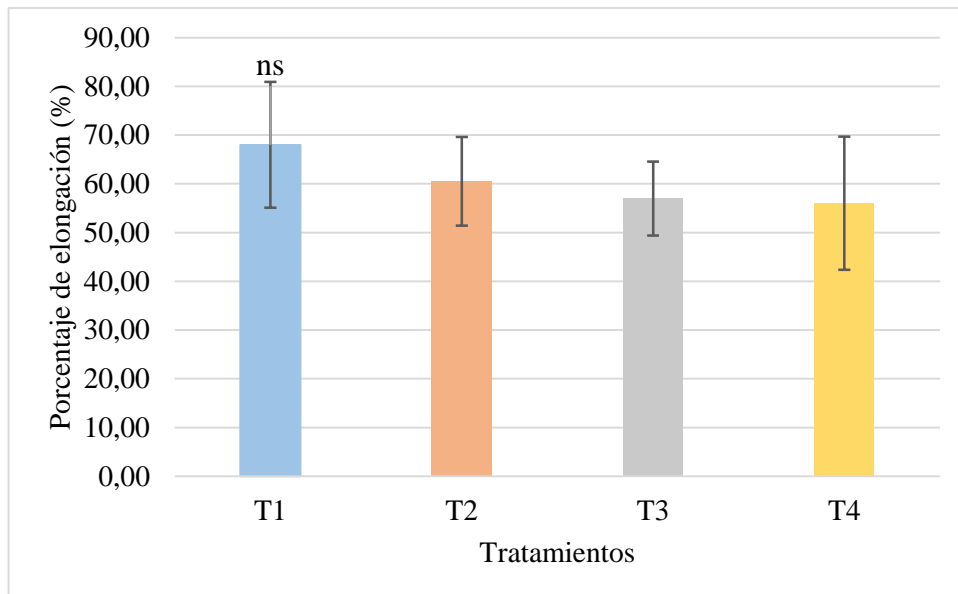


Gráfico 2-4: Resultados del porcentaje de elongación (%) procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

4.1.3 Lastometría

Tabla 8-4: Pruebas de normalidad para lastometría

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
15% Tara + 0% Ácido Húmico	.332	5	.074	.808	5	.094
10% Tara + 5% Ácido Húmico	.276	5	.200*	.777	5	.052
5% Tara + 10% Ácido Húmico	.217	5	.200*	.868	5	.258
0% Tara + 15% Ácido Húmico	.208	5	.200*	.961	5	.814

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 9-4: Prueba de homogeneidad de varianzas para lastometría

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Lastrometria	Se basa en la media	6.000	3	16	.006
	Se basa en la mediana	2.196	3	16	.128
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.196	3	4.243	.224
	Se basa en la media recortada	5.455	3	16	.009

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Se realizó el análisis de la normalidad y homogeneidad para lastometría obteniendo valores no significativos ($p > 0,05$) lo que permite analizar la interacción de los distintos porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) combinado con el ácido húmico en el proceso de curtición

Tabla 10-4: Análisis de varianza para lastometría de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10.464	3	3.488	2.647	.084
Dentro de grupos	21.084	16	1.318		
Total	31.548	19			

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

En la Tabla 10-4, se detalla el análisis estadístico realizado a la prueba de lastometría que permite relacionar los distintos porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) con Ácido húmico en el proceso de curtición. En cuanto, al análisis de varianza de la interacción de los tratamientos en la curtición se reporta que no existe diferencias significativas ($P > 0,05$), de esta manera se establece que al curtir con diferentes niveles de tara con ácido húmico no existe variabilidad con respecto a sus medias.

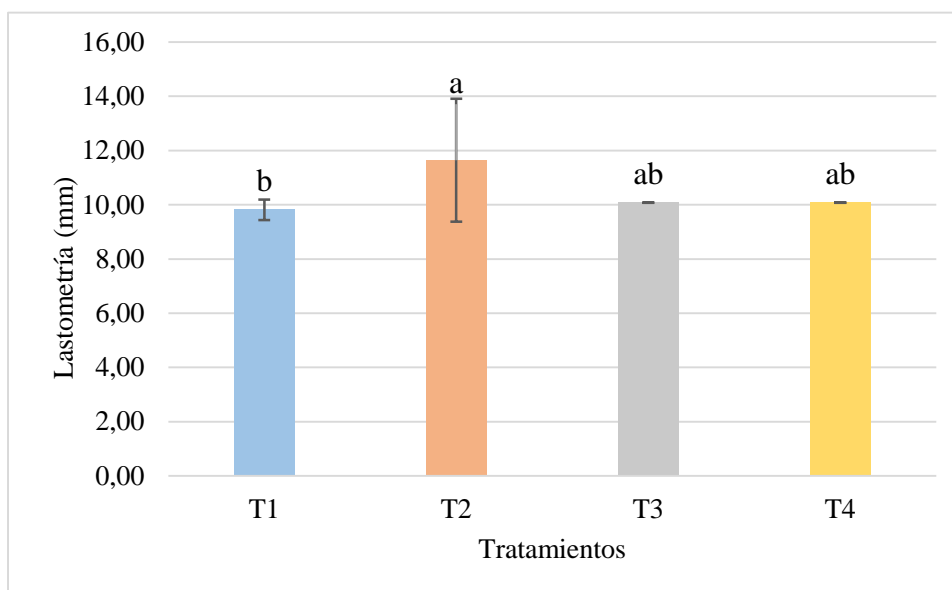


Gráfico 3-4: Resultados de lastometría procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Como se observa en el Gráfico 3-4, los mejores resultados de lastometría se reportan el tratamiento T2 al curtir con 10% Tara + 5% Acido Húmico con un valor de 11,64 mm, mientras que el tratamiento T1 de 15% Tara + 0% Acido Húmico obtuvo el valor más bajo de 9.81 mm. Sin embargo, todos los tratamientos cumplen con los límites permisibles establecidos en la norma referente a cuero, obteniéndose cueros de buena calidad.

4.1.4 Temperatura de contracción

Para la determinación de la temperatura de contracción los resultados obtenidos no presentan variabilidad individual ni con respecto a sus medias, ya que el valor se mantiene constante en cada repetición y tratamiento aplicado como se observa la Tabla 1-4, por tanto, en el proceso de curtición, el valor de la probabilidad va a ser nula. Por esta razón únicamente se representa esquemáticamente los resultados de la temperatura de contracción en el Grafico 9-4, determinando que al realizar una curtición mixta (Tara en combinación con ácido húmico) no va a existir diferencia en este parámetro físico-mecánico, sin embargo, todos los tratamientos cumplen con los límites permisibles según la normativa referente a cuero, considerando todos los cueros bovinos terminados de buena calidad y aptos para la fabricación de productos de marroquinería.

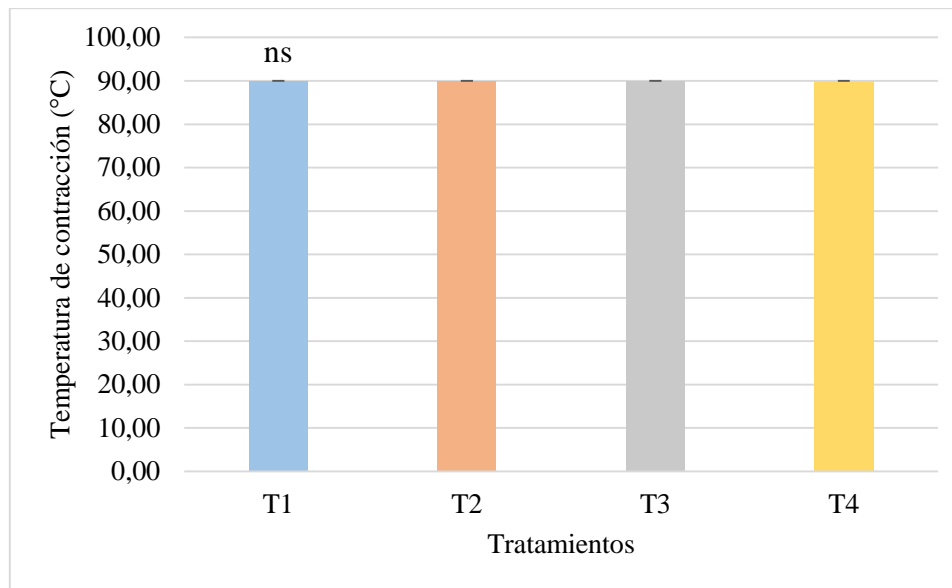


Gráfico 4-4: Resultado de temperatura de contracción procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

4.2 Análisis de las pruebas sensoriales de los cueros terminados

Las pruebas sensoriales determinan la calidad superficial del cuero y una correcta evaluación permitirá que los productos obtenidos sean altamente comercializados, ya que, si los resultados son buenos en las pruebas físico-mecánicas, según las investigaciones los cueros tendrán una mejor calidad y presentarán los mejores resultados en sus pruebas.

En la Tabla 11-4, se detalla los resultados de las pruebas sensoriales de los cueros bovinos terminados obtenidos después de la aplicación de los tratamientos de los diferentes porcentajes de Tara en combinación con Ácido húmico.

Tabla 11-4: Resultados de las pruebas sensoriales de los cueros terminados.

Tratamientos	Repeticiones	Blandura	Llenura	Soltura de Flor
T1= 15% Tara + 0% Ácido Húmico	1	5	1	3
	2	4	2	3
	3	5	2	4
	4	5	2	3
	5	5	2	2
	1	4	4	3

T2= 10% Tara + 5% Ácido Húmico	2	4	3	4
	3	3	3	3
	4	3	4	4
	5	4	4	3
T3= 5% Tara + 10% Ácido Húmico	1	3	5	4
	2	3	5	4
	3	2	4	3
	4	2	5	4
	5	3	4	4
T4= 0% Tara + 15% Ácido Húmico	1	2	5	5
	2	1	5	4
	3	2	5	5
	4	3	4	5
	5	2	5	5

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre ESPOCH, 2019)

Para evaluar las distintas pruebas sensoriales se requiere de una persona calificada y con experiencia, que en base a su juicio de valor determine la calidad de los cueros bovinos terminados. Según (Hidalgo L. C., 2017), establece una escala de calificación de 1-5, siendo 5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR y 1: BAJA, para las pruebas de llenura, blandura y soltura de flor que se realizó en la presente investigación.

Una vez obtenidos los datos se realizó el análisis estadístico utilizando el paquete estadístico SPSS Statistics 25 para Windows, que determina si los datos son estadísticamente significativos y si presentan variabilidad con respecto a cada una de sus medias de los distintos tratamientos realizados. No obstante, el análisis individual de cada una de las pruebas sensoriales realizadas a los cueros bovinos terminados se detalla a continuación:

4.2.1. Llenura

En la Tabla 12-4, se observa el análisis estadístico realizado a la prueba de llenura según Kruskal-Wallis, las medias obtenidas reportan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05^{**}$) obteniendo de esta forma datos diferentes en cada uno de sus tratamientos.

Tabla 12-4: Análisis de varianza de llenura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

		Llenura
H de Kruskal-Wallis		15.636
gl		3
Sig. asintótica		.001
Sig. Monte Carlo	Sig.	.000
	Intervalo de confianza al	Límite inferior
	95%	Límite superior
		.000
		.139

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 13-4: Chi-cuadrado para llenura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

Estadísticos de prueba

		Llenura
Chi-cuadrado		6.500 ^a
gl		4
Sig. asintótica		.165

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

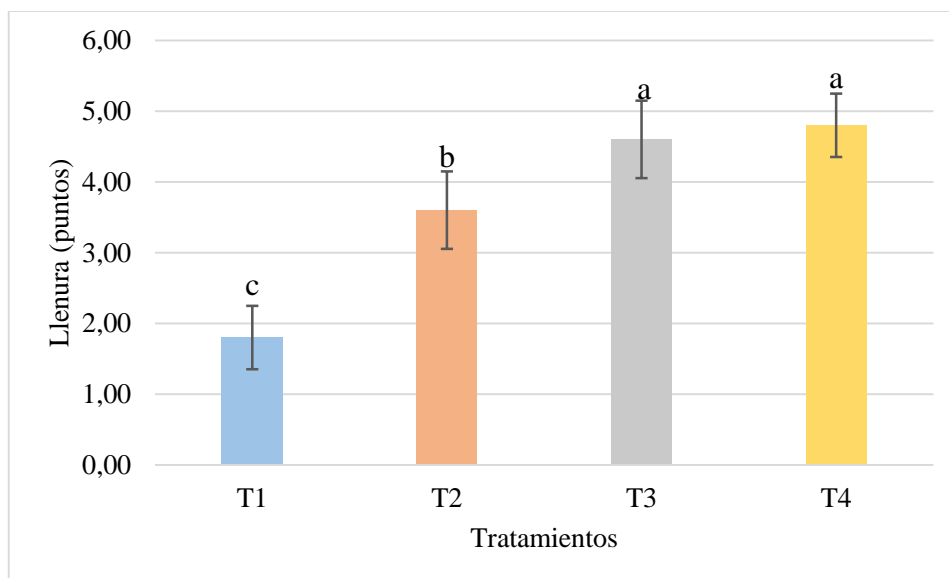


Gráfico 5-4: Análisis de llenura procedente de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Como se muestra en el gráfico 5-4, se tiene que el tratamiento que corresponde a la curtición de 0% Tara + 15% Ácido Húmico (T4) y 5% Tara + 10% Ácido Húmico (T3) obtuvieron las

valoraciones más altas con 4,8 y 4,6 puntos respectivamente y el resultado más bajo se obtuvieron al curtir con 10% Tara + 5% Ácido Húmico (T2) y 15% Tara + 0% Ácido Húmico (T1) con valores de 3,6 y 1,8 puntos respectivamente.

4.2.2 Blandura

En la Tabla 13-4, se observa el análisis estadístico realizado a la prueba de llenura según Kruskal-Wallis, las medias obtenidas reportan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05^{**}$) obteniendo de esta forma datos diferentes en cada uno de sus tratamientos.

Tabla 14-4: Análisis de varianza de blandura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

		Blandura	
H de Kruskal-Wallis		15.454	
Gl		3	
Sig. Asintótica		.001	
Sig. Monte Carlo	Sig.	.000	
	Intervalo de	Límite inferior	.000
	confianza al 95%	Límite superior	.139

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 15-4: Chi-cuadrado para blandura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

Estadísticos de prueba

		Blandura
Chi-cuadrado		3.500 ^a
gl		4
Sig. asintótica		.478

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

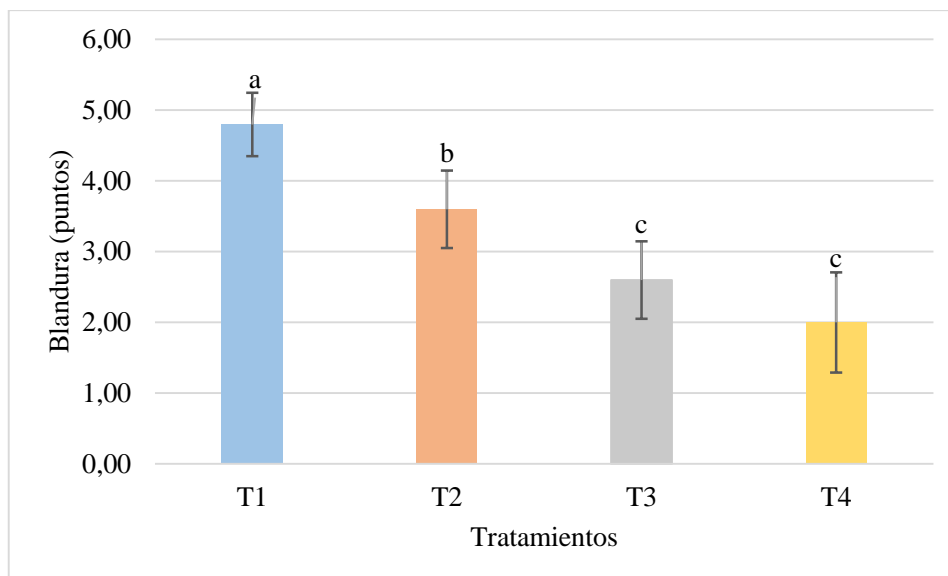


Gráfico 6-4: Análisis de blandura procedente de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Como se observa en el Gráfico 11-4, los mejores resultados se reportan al curtir con 15% Tara + 0% Ácido Húmico (T1) con un valor de 4.8 puntos, mientras que los tratamientos 5% Tara + 10% Ácido Húmico (T3) y 0% Tara + 15% Ácido Húmico (T4) tienen los valores más bajos al curtir los cueros de 2.6 y 2 puntos respectivamente.

4.2.3 Soltura de flor

En la Tabla 13-4, se observa el análisis estadístico realizado a la prueba de llenura según Kruskal-Wallis, las medias obtenidas reportan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05^{**}$) obteniendo de esta forma datos diferentes en cada uno de sus tratamientos.

Tabla 16-4: Análisis de varianza de soltura de flor de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición

		Soltura	
H de Kruskal-Wallis		12.202	
gl		3	
Sig. asintótica		.007	
Sig. Monte Carlo	Sig.	.000 ^c	
	Intervalo de confianza al 95%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.139

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Tabla 17-4: Chi-cuadrado para blandura de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

Estadísticos de prueba

Soltura	
Chi-cuadrado	6.000 ^a
gl	3
Sig. asintótica	.112

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

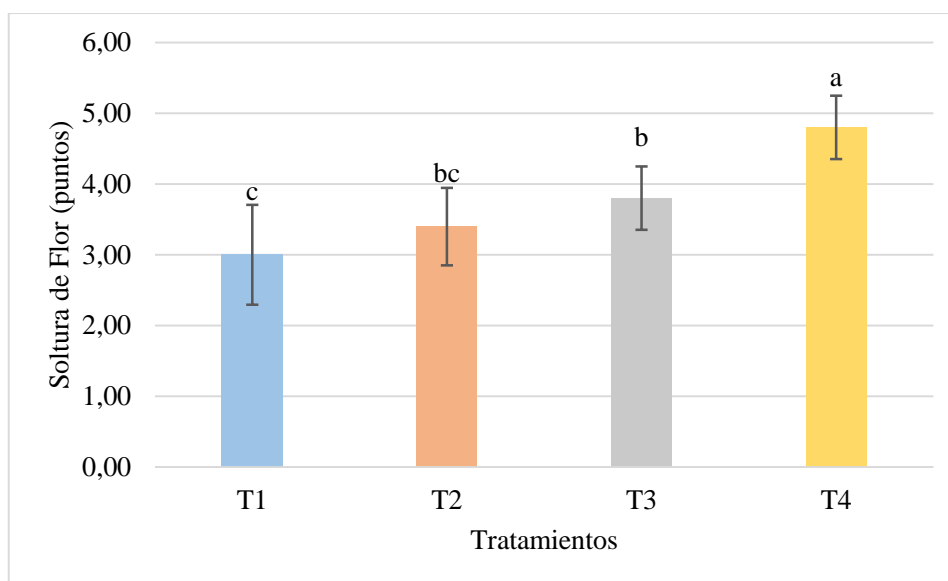


Gráfico 7-4: Análisis de soltura de flor procedente de los distintos tratamientos en el proceso de curtición. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento y ns: no hay diferencias significativas para un $\alpha = 0,05$.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Como se observa en el Gráfico 7-4, el mejor resultado se tiene al curtir el cuero con 0% Tara + 15% Ácido Húmico (T4) con un valor de 4.8 puntos, mientras que al contrario los tratamientos que tuvieron valores bajos para curtir fueron 10% Tara+ 5% Ácido Húmico (T2) y 15% Tara + 0% Ácido Húmico (T1) 3.4 y 3.0 puntos respectivamente. Estos valores son en base al juicio de valor de una persona curtidora y el criterio puede variar debido a que no existen referencias en base a una norma, simplemente se juzga en base a la percepción del calificador.

Para todos los análisis sensoriales (llenura, blandura y soltura de flor) se obtuvieron que los valores obtenidos en el estadístico de Kruskal Wallis son mayores a los de Chi-cuadrado para cada parámetro evaluado lo que nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa y decir que los tratamientos aplicados tienen efecto sobre la calidad del cuero bovino terminado.

4.3 Análisis de las aguas residuales de curtición

Los análisis de la calidad de las aguas residuales juegan un papel indispensable en las curtiembres, ya que el ambiente se ve afectado por la contaminación de cromo que puede acumularse en el suelo o transformarse en él, por lo que es importante conocer los resultados de parámetros biológicos como el DBO₅ y DQO para realizar el diseño del tratamiento de estas aguas residuales producto del proceso de curtición a Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con el ácido húmico.

En la Tabla 9-4, se detallan los resultados de la calidad de las aguas residuales procedentes de los distintos tratamientos utilizados en el proceso de curtición.

Tabla 18-4: Resultados de las aguas residuales del proceso de curtición.

Parámetros	Método/Norma	Límite máximo permisible*	Tratamientos			
			T1	T2	T3	T4
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	100 mg/L	3823	3800	1968	328
*Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	200 mg/L	46250	32000	30250	18750

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental, 2019

4.3.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno

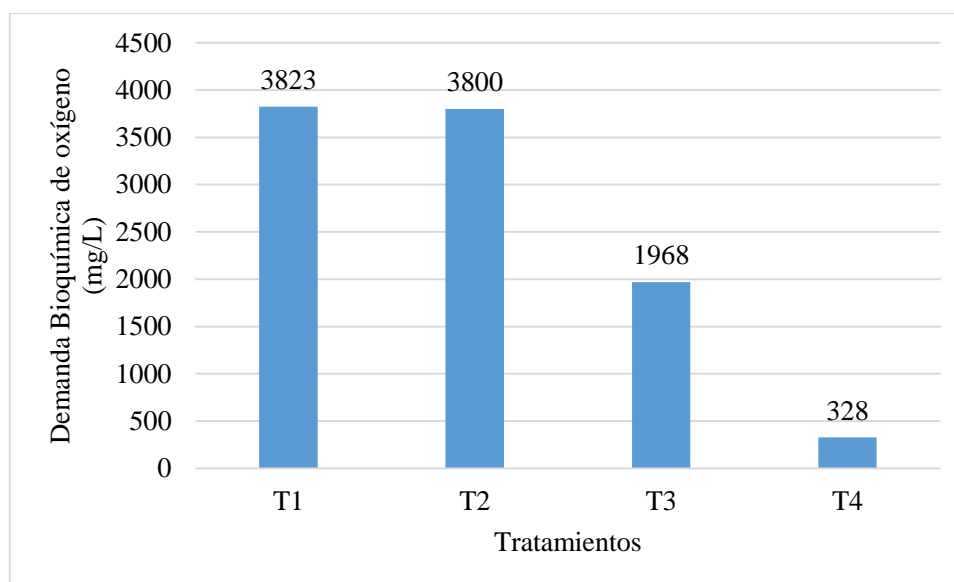


Gráfico 8-4: Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Como se observa en el Gráfico 8-4, los mayores valores que reportan las aguas residuales al realizar el análisis de demanda bioquímica de oxígeno es al curtir con 15% Tara + 0% Ácido Húmico (T1) y 10% Tara + 5% Ácido Húmico (T2) con valores de 3823 y 3800 mg/L respectivamente, por el contrario, el valor disminuye al curtir con 0% Tara + 15% Ácido Húmico (T4) con un valor de 328 mg/L.

4.3.2 Demanda Química de Oxígeno

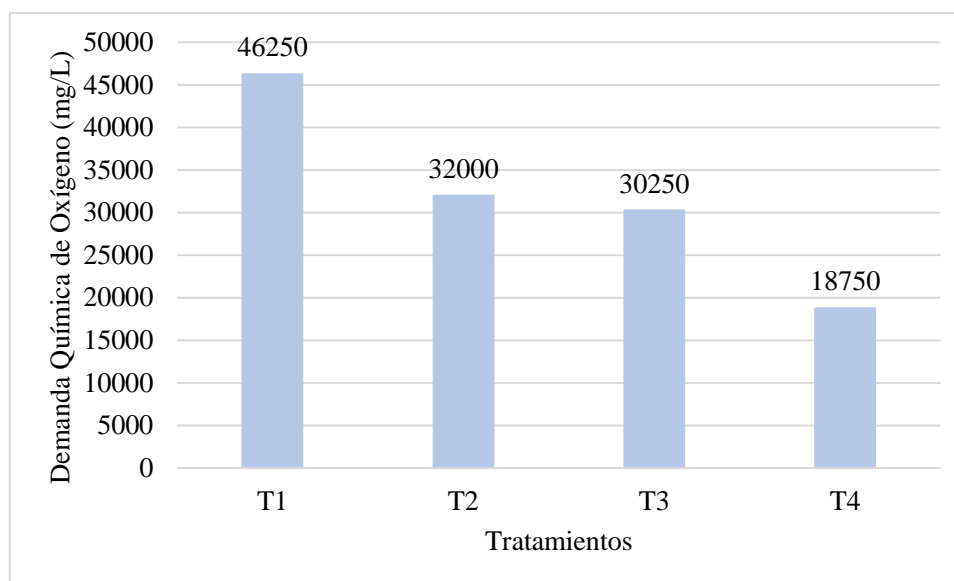


Gráfico 9-4: Resultados de la demanda química de oxígeno procedente de los distintos tratamientos utilizados en la curtición.

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

En el Gráfico 9-4 se detalla esquemáticamente los resultados obtenidos al realizar el análisis de la demanda química de oxígeno reportándose los mayores valores en esta prueba al curtir con 15% Tara + 0% Ácido Húmico (T1) con un valor de 46250 mg/L, disminuyendo este valor al curtir con 10% Tara + 5% Ácido Húmico (T2) y 5% Tara + 10% Ácido Húmico (T3) con valores de 32000 y 30250 mg/L respectivamente y finalmente el valor más bajos en esta prueba se reportan al curtir 0% Tara + 15% Ácido Húmico (T4) con un valor de 18750 mg/L.

4.3.3 Índice de biodegradabilidad de las aguas residuales de la curtición

El grado de contaminación de las aguas residuales provenientes de los cuatro tratamientos aplicados en el proceso de curtición en el presente trabajo de investigación se determinó mediante el índice de biodegradabilidad que nos permite identificar cual será el tratamiento a aplicar para disminuir la carga contaminante que se presente en las aguas residuales (Morocho, 2017)

Por otra parte, para determinar el índice de biodegradabilidad se establece una relación entre la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y la demanda química de oxígeno (DQO). A continuación, en la Tabla 19-4, se detalla los valores numéricos obtenidos de cada uno de los tratamientos utilizados en la curtición, los cuales son comparados con parámetros establecidos, lo que permite determinar el grado de contaminación de las aguas residuales.

Los límites permisibles del índice de biodegradabilidad se detallan a continuación:

- (DBO₅/DQO) <0.2 = Aguas residuales poco biodegradables
- 0.2 <(DBO₅/DQO) <0.4 = Aguas residuales biodegradables
- (DBO₅/DQO)>0.4 = Aguas residuales muy biodegradables

Tabla 19-4: Resultados del índice de biodegradabilidad de las aguas residuales procedentes de los tratamientos de curtición

Índice de biodegradabilidad	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
$\frac{DBO_5}{DQO}$	0.08	0.12	0.07	0.02

Realizado por: Molina, Jimmy 2019

El resultado obtenido de las aguas residuales se encuentra en el rango <0.2 que corresponde a aguas poco biodegradables, la presencia de concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos obliga al uso de pre o post tratamientos, obteniendo un mejor resultado al eliminar el factor contaminante de mayor riesgo (cromo VI), al existir alternativas de curtición (Wet White).

4.4 Evaluación económica de los cueros bovinos terminados

En la presente investigación se determinó los costos de producción de cada uno de los cueros bovinos terminados, que presentan una variabilidad en sus costos por los distintos porcentajes de tara (*Caesalpinia spinosa*) y ácido húmico aplicados en los tratamientos.

En la Tabla 20-4, se detallan los valores de los costos de producción donde se incluye la materia prima, insumos y todos los agentes químicos importantes para la transformación de las pieles bovinas en cuero terminado. El costo de producción del ácido húmico utilizado se determinó en base a la materia prima que se usó para su extracción (Humus, Hidróxido de potasio, Agua destilada y ácido sulfúrico).

Tabla 20-4: Costos de producción de los cueros bovinos terminados utilizando tara y ácido húmico en el proceso de curtición.

ETAPA	%	PRODUCTO QUIMICO	USD/UNIDAD	T1	T2	T3	T4
MATERIA PRIMA		Piel cruda	5	25.00	25.00	25.00	25.00
INSUMOS		Energía Eléctrica	0.12	5.40	5.40	5.40	5.40
	6700	Agua potable	0.00065	1.56	1.33	1.52	1.74
PELAMBRE	1	Tenso activo	3	1.074	0.918	1.044	1.2
	4.1	Cal - Ca(OH)2	0.24	0.35	0.30	0.34	0.39
	2.5	Sulfuro de sodio - Na2S	1.45	1.30	1.11	1.26	1.45
CURTIDO	2	Sulfato de amonio - ((NH4)2 SO4)	0.6	0.43	0.36	0.41	0.48
	0.5	Bisulfito de sodio - (Na2S2O5)	1.3	0.23	0.20	0.22	0.26
	1	Rindente	3.8	1.35	1.15	1.31	1.51
	7	Sal común - NaCl	0.08	0.20	0.17	0.19	0.22
	2	Ácido fórmico - (H-COOH) - dilución 1/10	2.3	1.63	1.39	1.59	1.83
	3	Aldehído Tensotan 45G	6.9	7.35	6.27	7.14	8.22
	15 (T1), 10(T2), 5(T3), 0(T4)	Tara	3	15.98	10.65	5.33	0.00
	0 (T1), 5 (T2), 10(T3), 15 (T4)	Ácido Húmico	1.76	0.00	2.67	6.07	10.48
2	Grasa PROVOL BA (sintética)	4.1	2.91	2.48	2.83	3.26	
NEUTRALIZACION	2.2	Ácido fórmico - (H-COOH) - dilución 1/10	2.3	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.2	Tenso activo	3	0.11	0.11	0.11	0.11
	1	Formiato de sodio (HCOONa)	1.4	0.25	0.25	0.25	0.25
	1	Bicarbonato de amonio – dilución 1/10	2.2	0.39	0.39	0.39	0.39
TINTURA Y ENGRASE	3	Dispersante de grasa - agotamiento	3.6	1.92	1.92	1.92	1.92
	3	Rellenante de faldas	3.8	2.03	2.03	2.03	2.03

	4	Grasa PROVOL BA	4.1	2.92	2.92	2.92	2.92
	2	Anilina negra de Atravesado - dilución 1/10	8.6	3.06	3.06	3.06	3.06
	5	Sulphirrol HF	3.9	3.47	3.47	3.47	3.47
	5	Synthol YY 707	4	3.56	3.56	3.56	3.56
	0.5	Bicarbonato de amonio	2.2	0.20	0.20	0.20	0.20
	1	Anilina Negra de Superficie	8.6	1.53	1.53	1.53	1.53
	2	Ácido fórmico - (H-COOH)	2.3	0.82	0.82	0.82	0.82
ACABADO	2	Pintura	5	2.50	2.50	2.50	2.50
	2	Laca	4	2.00	2.00	2.00	2.00
COSTO / TRAT				90.41	85.07	85.32	87.09
COSTO / CUERO				18.08	17.01	17.06	17.42
COSTO / dm²		0.12 - 0.20 USD / dm ²		0.18	0.17	0.17	0.17

*: Costo Energía Eléctrica USD/kW.

** : Costo Agua Potable USD/m³

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019

Una vez obtenido los costos de producción del cuero bovino terminado, reportaron un valor por dm² de 0.17 – 0.18 USD, los mismos que se encuentran dentro de los estándares de producción, comparando con (Puente, 2018), donde los costos estándares de producción son de 0.12 – 0.20 USD/dm² por cuero producido. Además, el proceso de producción genera rentabilidad independientemente de los tratamientos aplicados, acotando que el producto final obtenido cumple con las características de cueros Wet White.

4.5 Prueba de Hipótesis

4.5.1 Hipótesis General

- La adición de diferentes niveles de ácido húmico en combinación con diferentes niveles de tara si cumplirá con las exigencias de calidad del cuero bovino para marroquinería

H_0 = No existen diferencias en las pruebas de calidad del cuero bovino terminado al curtir con diferentes porcentajes de tara más ácido húmico.

H_i = Existen diferencias en las pruebas de calidad del cuero bovino terminado al curtir con diferentes porcentajes de tara más ácido húmico.

Se acepta la hipótesis alternativa, ya que al desarrollar una curtición orgánica de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con el ácido húmico aplicados a cueros bovinos obtuvieron diferencias significativas con buenos resultados en cada una de las pruebas de calidad aplicadas para cuero de marroquinería.

4.5.1.1. Hipótesis específicas

- ¿Los procesos de curtición afectaran a las pruebas físico-mecánicas que determinan la calidad del producto terminado en relación a las normas IUP?
- ¿Las calificaciones sensoriales del cuero si contrastaran el uso de diferentes agentes curtientes y la calidad final del producto?
- ¿Variara los parámetros biológicos de las aguas residuales utilizando tara en combinación con ácido húmico?

4.5.2 Hipótesis específica 1

H_0 = No existe afectación en las pruebas físico-mecánicas que determinan la calidad del producto terminado en relación a las normas IUP

H_i = Existe afectación en las pruebas físico-mecánicas que determinan la calidad del producto terminado en relación a las normas IUP

Se acepta la hipótesis alternativa, porque con los resultados obtenidos de las pruebas físico-mecánicas en los cueros bovinos terminados y en comparación con las normas IUP (análisis para los ensayos físicos) se determinó que el proceso de curtición de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con ácido húmico tienen un efecto en estas pruebas realizadas tanto en resistencia a

la tensión, sin embargo, en el porcentaje de elongación y lastometría no se reportó diferencias significativas entre los resultados obtenidos considerando que todos los valores son superiores a los valores mínimos establecidos en la norma IUP 6 (Resistencia a la tensión y Elongación) y IUP 9 (Lastometría). De esta forma se observa que al curtir con 15% de ácido húmico se reportan los mejores resultados en la resistencia a la tensión (2892.92 N/cm²), porcentaje de elongación (68%) y lastometría (9.81 mm).

4.5.3 Hipótesis específica 2

H_0 = No existe variación en las calificaciones sensoriales del cuero con el uso de diferentes agentes curtientes y la calidad final del producto.

H_i = Existe variación en las calificaciones sensoriales del cuero con el uso de diferentes agentes curtientes y la calidad final del producto.

Se acepta la hipótesis alternativa porque con los datos obtenidos de las pruebas sensoriales realizadas por el juez calificador donde se evaluó la llenura, blandura y soltura de flor de los cueros bovinos terminados mediante una calificación correspondiente a 5 excelente; 4 muy buena; 3 buena; 2 regular y 1 baja; se determinó que el uso de diferentes porcentajes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en combinación con el ácido húmico incide en las calificaciones sensoriales de los cueros bovinos mostraron diferencias significativas entre los datos obtenidos de las pruebas realizadas sobre la calidad final del producto, reportándose valores excelentes de llenura y soltura de flor con valores de 4.8 puntos cada una según la escala de Hidalgo (2018), al curtir con 0% Tara + 15% de ácido húmico, mientras tanto, los mejores resultados en blandura con 4.8 puntos fue al curtir con 15% Tara + 0% ácido húmico.

4.5.4 Hipótesis específica 3

H_0 = No existe diferencias entre los parámetros biológicos de las aguas residuales utilizando tara en combinación con ácido húmico.

H_i = Existe diferencias entre los parámetros biológicos de las aguas residuales utilizando tara en combinación con ácido húmico.

Se acepta la hipótesis alternativa debido a que la curtición de pieles bovinas a base de estos dos agentes curtientes produce una mayor concentración de DBO y DQO debido a que aumenta el porcentaje de Tara en los diferentes tratamientos con valores de 46250 mg/L (DQO) y 3823 mg/L (DBO) para el tratamiento que corresponden al 15% Tara + 0% ácido húmico.

4.6 Discusión de resultados

Una vez evaluada la calidad de los cueros bovinos terminados en la presente investigación, se determinó que con las pruebas físico-mecánicas de resistencia a la tensión y lastometría reportaron diferencias significativas ($p < 0.05$), lo que permite interpretar que si existió una relación directa entre los porcentajes aplicados de tara más ácido húmico, mientras tanto para el porcentaje de elongación y la temperatura de contracción ($p > 0.05$) se reportaron que no hubo diferencias significativas, es decir que los diferentes porcentajes de tara más ácido húmico no influyeron en la curtición de cueros bovinos.

Los resultados correspondientes a la resistencia a la tensión se mantienen sobre 1500 N/cm^2 cumpliendo con las exigencias de calidad de la (AQEIC, 2002), mientras que si no logren cumplir con la normativa los cueros son considerados de baja clasificación y su precio en el mercado es inferior produciendo pérdidas económicas en la curtiembre, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el que contenía 15% Tara + 0% de ácido húmico con un valor de 2892.92 N/cm^2 , para el porcentaje de elongación todos se encuentran sobre la norma, IUP 6 valor mínimo permisible 40% (Puente, 2018) con un promedio de 68% de todos los tratamientos aplicados; mientras tanto para lastometría los mejores resultados se reportaron con el tratamiento 10% Tara + 5% Acido Húmico con un valor de 9.81 mm. Estos valores obtenidos se pueden comparar con (Barzallo Granizo, 2018) donde obtuvo buenos resultados al curtir con 15% Tara + 10 % ácido húmico con resultados superiores a la norma, aplicados en cueros caprinos. Por otro lado, (Cachote, 2012) obtuvo respuestas de $1670,60 \text{ N/cm}^2$, 59.60% para las pruebas de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación respectivamente, cuando curtió las pieles con 2% de glutaraldehído en combinación con mimosa, mientras que (Auquilla, 2012) obtuvo valores a la resistencia a la tensión iguales a 1540.93 N/cm^2 , al porcentaje de elongación igual a 88.12% y a lastometría 8.67 mm cuando aplico una curtición combinada utilizando 8% de glutaraldehído. Lo que se puede corroborar con lo dicho por Adzet, 2012 que la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener mayor resistencia al desgarrar, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo.

En la evaluación de las pruebas sensoriales aplicando el estadístico de Kruskal-Wallis y Chi-cuadrado, donde sí $\text{Kruskal-Wallis} > \text{Chi-cuadrado}$; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (Montgomery, 2013), estableciendo que existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los distintos tratamientos de curtición de tara en combinación con el ácido húmico, para lo cual la adición de distintos porcentajes de tara más ácido húmico influirá en los resultados de las pruebas sensoriales de llenura, blandura, y soltura de flor, obteniendo valores 4.8 para cada parámetro respectivamente, valor que se considera según el experto aceptable para tener un cuero bovino de calidad. Los valores pueden ser comparados con Asto, L. (2012) que obtuvo resultados iguales a 4.75 y 4.88 para la blandura y llenura

respectivamente, lo que quiere decir que la curtición de tara combinada con ácido húmico mejora notablemente las calificaciones sensoriales.

Con respecto a los análisis efectuados a las aguas residuales del proceso de curtición con porcentajes de tara en combinación de ácido húmico reportan valores superiores por cada tratamiento aplicado. Sin embargo, es importante analizar que los datos obtenidos a pesar que son altos tanto de DBO >100 mg/L y la DQO > 200 mL, solamente contiene materia orgánica que se puede considerar no perjudicial para el medio ambiente, por lo tanto es posible reducir estos valores aplicando un tratamiento de separación de sólidos del agua residual seguido de una coagulación y decantación según Song et al. (2000) Alcanzando porcentajes de eliminación de un 75% de sólidos en suspensión, 37,7% de DQO, 25,9% de DBO y 71,2% de cromo, en ensayos realizados en una columna de sedimentación en 1 hora, mientras que (Ates, Orhon, & Tünay, 1997) observaron que con la decantación primaria se lograba eliminar un 73% de los sólidos en suspensión, 51% de la DQO, 64% del cromo, 45% de la DBO y 37% del nitrógeno total. Porcentajes similares de eliminación de cromo (46-72%) fueron observados por (Tadesse, Isoaho, Green, & Puhakka, 2006), se obtienen lodos que se pueden aplicar como compostaje para aumentar su valor nutritivo en las plantas o utilizarlo de manera directa como fertilizante ya que al contener ácido húmico esto permitirá que la planta tenga un buen crecimiento sin tener efectos secundarios.

CONCLUSIONES

- ✓ Se desarrolló una curtición orgánica de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en los diferentes porcentajes en combinación con el ácido húmico aplicados en cueros bovinos obteniendo buenos resultados en cada una de las pruebas de calidad realizadas para cuero de marroquinería, además que se puede considerar como una curtición alternativa y viable para reemplazar al cromo como agente curtiente.
- ✓ Se caracterizó a través de pruebas físico mecánicas el cuero bovino curtido con diferentes niveles de Tara (*Caesalpinia spinosa*) y ácido húmico determinando la resistencia a la tensión (2892.92 N/cm²), porcentaje de elongación (68%) y lastometría (9.81 mm) al curtir con 15% de Tara + 0 % de ácido húmico, obteniendo valores superiores a los límites permisibles para considerar un cuero de buena calidad para marroquinería.
- ✓ Se evaluó mediante las pruebas sensoriales la calidad de los cueros bovinos al curtir con Tara (*Caesalpinia spinosa*) y ácido húmico reportando valores en cuanto a llenura y soltura de flor de 4.8 puntos respectivamente al curtir con 0% Tara + 15% de ácido húmico, y para blandura corresponde al tratamiento de 15% Tara + 0% de ácido húmico con un valor de 4.8 puntos, considerando que dentro de la escala de calificación los valores cercanos a 5 son cueros “excelentes” para marroquinería.
- ✓ Se determinó que los principales parámetros biológicos de los efluentes provenientes del proceso de curtición de Tara (*Caesalpinia spinosa*) y ácido húmico se considera el DBO₅ y DQO como principales causantes del consumo de oxígeno en el agua para degradar la materia orgánica proveniente del curtido de cueros bovinos. Sin embargo, para descargar este efluente al recurso hídrico o superficial se requiere de tratamientos previos.
- ✓ Se evaluó los costos de producción de la curtición de cuero bovino para marroquinería con tara y ácido húmico con valores de 0.17 – 0.18 USD / dm², costos que permiten tener una rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda evaluar la efectividad de la curtición de cueros solo con ácido húmico para determinar si los resultados obtenidos son iguales o mayor a la curtición con Tara.
- ✓ Se puede considerar en próximas investigaciones la curtición de otros tipos de pieles de animales para comparar los datos resultantes y determinar cuál es la mejor formulación que se pueda considerar rentables para la obtención de productos de marroquinería.
- ✓ Realizar una comparación de la presente investigación con cueros destinados a un diferente uso como calzado y vestimenta.
- ✓ Analizar la cantidad de tara y ácido húmico que absorbe la piel en el proceso de curtición.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, A. (2001). *Caprinocultura*. México D.F.: Limusa.
- AL-CE. (2017). *Cueros EL AL-CE*. Obtenido de Cueros EL AL-CE: <http://cueroselalce.com.ec/index.php>
- AQEIC. (2002). *Ponencias de curtiembre y acabado del cuero*. Barcelona: CORSEGA. Obtenido de Asociación Química Española de la Industria del cuero.
- Artigas, M. (1987). Avances en la Curtición de pieles. *Manual de Curtiembre*.
- Ates, E., Orhon, D., & Tünay, O. (1997). Characterization of tannery wastewaters for pretreatment selected case studies. *Science Direct*, 217-223.
- Aquilla, M. A. (2012). *Curtición de pieles ovinas con tres niveles de glutaraldehidos en la obtención de cuero para marroquinería*. Riobamba.
- Bacardit, A. (2004). Diseño de un proceso combinado de curtición. *Química Técnica del Cuero*, 12, 52-69.
- Baez, A. (2015). *Composición de la piel*. Obtenido de <http://aromaticforbodyandmind.blogspot.com/2015/04/composicion-de-la-piel.html>
- Balsse, A. (1975). *Technologie du travail abattoir*. Lyon: C.T.C.
- Barretto, S. (2006). Diseño de calzado urbano. *Nobuko*, 72-80.
- Barzallo Granizo, D. (2018). *Desarrollo de una formulación para la curtición de piel caprina con diferentes concentraciones de ácido húmico y un porcentaje fijo de tara en la empresa el AL-CE*. Riobamba.
- Cachote, V. (2012). *ELaboración de cuero plena flor para calzado con la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído en la precurtición*. Riobamba.
- Chasiquiza, A. (2019). *Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de Caesalpinia Spinosa con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas*. Riobamba.
- Chávez Porras, Á. (2010). Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 41-50.
- Cordero, B. (2016). *Utilización de curtientes vegetales*. Cuenca: Tecnologías de la curtición.
- Córdova Bravo, H. M., Vargas Parker, R., Cesare Coral, M. F., Flores del Pino, L., & Visitación Figueroa, L. (2014). Tratamiento de las aguas residuales del proceso de curtido tradicional y alternativo que utiliza a complejantes de cromo. *SciELO*, 183-191.

- Enciso, J., Flores, I., Noel, M., Quintanilla, F., Ramos, E., & Vargas, M. (2011). *Mercado de Comercialización de la Tara*. Obtenido de Mercado de Comercialización de la Tara: <https://www.coursehero.com/file/6362719/Investigaci%C3%B3n-La-Tara/>
- Font, J. (2002). Análisis y ensayos en la industria del curtido. *Dialnet*, 31-32.
- Fossum, T. W. (2009). *Cirugía en pequeños animales*. Madrid: Elsevier Mosby.
- Frankel, A. (2009). *Manual de Tecnología del Cuero*. Buenos Aires: Albatros.
- Gualoto, M., & Vizueta, 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*. Riobamba.
- Guaminga, L. (2016). *Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales*. Riobamba.
- Hidalgo, L. C. (2017). *Texto básico de curtiembre. Escala de calificaciones de las pieles caprinas*. Riobamba.
- Hidalgo, L. (2013). Curtición de pieles bovinas con la aplicación de extractos tánicos. *Curtición de pieles bovinas con la aplicación de extractos tánicos*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Hidalgo, L. C. (2013). *Curtición de pieles bovinas con la aplicación del extracto tánico y gálico del guarango caesalpiniaspinosa*. Riobamba.
- Hidalgo, L. C. (2013). *Diseño de la etapa de curtición de piel bovina con la utilización del extracto tánico y gálico del guarango caesalpiniaspinosa*. Riobamba.
- Hidalgo, L. C. (2014). *Texto básico de curtición de pieles*. Riobamba: ESPOCH.
- Índigo. (2015). Curtición Wet Ehite. *Química*.
- Jones, C. (2002). *Manual de Curtición Vegetal. Lemin*.
- Martinez, S. Y. (2017). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Facultad de Ciencias Económicas*, 113-124.
- Maya, J. (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*. RIobamba.
- Montgomery, D. (2013). *Diseño y análisis de experimentos*. México D.F.: Limusa.
- Morera Prat, J. M. (2000). *Química técnica de curtición*. Cataluña: Consorci Escola Tècnica d'Igualada.
- Morera, J. (2007). *Química Técnica de Curtición*. Escuela superior de Adobería, 39,100.
- Morocho, M. (2017). *Tratamiento de aguas residuales de una curtiembre en el cantón Cuenca mediante la aplicación dosificada de EMAs (Microorganismos Eficientes Autóctonos)*. Cuenca.

- Ollé, L. (2002). *Técnicas Especiales del Curtidos*. Cataluña: Cetti.
- Ortiz, N. E. (2013). *Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente*. Bogota.
- Puente, C. (2018). *Aplicación de un proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando oxazolidina en combinación con Caelsalpinia spinosa (tara)*. Lima.
- Rodríguez, H. (2017). *Influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo del cuero ovino*. Riobamba.
- Santana, M. (2015). *Evaluación de un acabado pigmentado con diferentes niveles de compacto poliuretánico en la obtención de cuero para vestimenta*. Riobamba.
- Sela Méndez, C. (2018). *Desarrollo de una formulación de curtición vegetal utilizando Caesalpinia Spinosa (tara) en combinación con glutaraldehído en la empresa de curtiembre el AL-CE*. Riobamba.
- Siccha, A., Lock, O., & Molina, M. (1994). *Determinación cuantitativa de galactomananos en las gomas de tara, charan y uña de gato por cromatografía de gases*. Perú: Sociedad Química del Perú.
- Silvateam. (2020). *Silvateam*. Obtenido de Silvateam: <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/productos-para-curtiembre/procesos-de-curtido-ecotan/curtici-n-wet-white.html>
- Soler, J. (2004). *Procesos de Curtido*. Barcelona: CETI.
- Tadesse, I., Isoaho, S. A., Green, F. B., & Puhakka, J. A. (2006). Lime enhanced chromium removal in advanced integrated wastewater pond system. *Bioresour Technol*, 529-534.
- Tegtmeyer, D., & Kleban, M. (17 de marzo de 2014). *LederPiel*. Obtenido de LederPiel: <http://lederpiel.com/investigacion-sobre-cromo-y-cuero/>
- Vargas, D., Medina, D., & Amurrio Derpic, D. (2017). Alternativa de proceso de curtido con alto agotamiento de Cromo para las curtiembres tradicionales de la ciudad de Cochabamba. *Scielo*, 3-30.
- Viteri, L. C. (2013). *Diseño de la etapa de curtición de piel bovina con la utilización del extracto tánico y gálico del guarango*. Riobamba.
- Viteri, P. (2019). *Evaluación de diferente dosis de guarango (Caesalpinia spinosa o Kuntz) en el proceso de curtición de pieles caprinas*. Riobamba.

ANEXOS

ANEXO A: Descripción del proceso de pre-curtición de las pieles bovinas

Abril 2019

Procesos de pre-curtición

Fecha 141.2 Kg	20 pieles	Página Marroquinería	1.5 mm
Peso	Unidades	Tipo de cuero	Espesor

PROCESO	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACIÓN	pH
Remojo	Agua de cisterna	Ambiente	24 horas	
	Tensoactivos - directo			
Ecurrir				
Pelambre	Agua de cisterna	Ambiente	5 horas	
	Cal Ca(OH) ₂ directo			
	Sulfuro de sodio Na ₂ S - directo			
Descansar			4 horas	
Mover			1 hora	
Descargar				
Sacar lana - Pesar				
Lavado	Agua de cisterna	Ambiente	20 min	
Descargar				
Calero	Agua de cisterna	Ambiente		
	Cal - Ca(OH) ₂ directo		Hasta terminar tratamientos	
Continuar con la curtición				

Realizado por: Molina, Jimmy 2019.

ANEXO B: Descripción del proceso de curtición de piel bovina con distintos niveles de tara en combinación con el ácido húmico

Abril 2019

Procesos de curtición

Fecha 140 Kg	20 pieles	Página Marroquinería	1.5 mm
Peso	Unidades	Tipo de cuero	Espesor

PROCESO	%	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACIÓN
Pesar cuero				
Lavado	300	Agua de cisterna		
	1	Sulfato de amonio (NH ₄) ₂ SO ₄ - directo		30 min
Ecurrir				
Desencalado	300	Agua de cisterna	Ambiente	
	1	Sulfato de amonio (NH ₄) ₂ SO ₄ - directo		30 min
	0.5	Bisulfito de sodio Na ₂ S ₂ O ₅ - directo		30 min
Rendido	1	Rindente - directo		1 hora
Ecurrir				
Lavar 2 veces y escurrir	300	Agua de cisterna	Ambiente	20 min por lavado
Piquelado	100	Agua de cisterna	Ambiente	
	7	Sal común NaCl - directo		20 min
	1	Ácido fórmico H-COOH - dilución 1/10		30 min
	1	Ácido fórmico H-COOH - dilución 1/10		30 min
Curtición	3	Aldehído Tensotan 45G		2 hora
	(15, 10, 5, 0 %)	Tara - directo		60 min cada uno añadiendo en porcentajes de 5 hasta completar los 15.
	(0, 5, 10, 15 %)	Ácido Húmico (pH 3)		
Pre-engrase	2	Grasa sintética - directo		5 horas (baño toda la noche)
Rodar				
Ecurrir y descargar				
Perchar				24 horas
Ecurrir				
Raspar o rebajar		En 1.5 mm de espesor		

Realizado por: Molina, Jimmy 2019.

ANEXO C: Descripción del proceso de acabado en húmedo de los cueros curtidos con los diferentes tratamientos.

Abril del 2019

Acabado en húmedo

Fecha	Página			
71 Kg	20 pieles	Marroquinería	1.5 mm	
Peso	Unidades	Tipo de cuero	Espesor	
PROCESO	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACIÓN	pH
Lavado	Agua de cisterna	Ambiente		
	Ácido Fórmico H-COOH – diluido 1/10			
	Tensoactivo - directo		15 min	
Ecurrir				
Neutralización	Agua de cisterna	Ambiente		
	Formiato de sodio HCOONa - directo		15 min	
	Bicarbonato de amonio – diluido 1/10		90 min	
Ecurrir				
Lavar 2 veces	Agua de cisterna	Ambiente	15 min	
Teñido	Agua caliente	70		
	Dispersante de grasa – agotamiento			
	Rellenante de faldas – directo			
	Grasa PROVOL BA		1 hora	
	Agua caliente	70		
	Anilina negra de Atravesado	70	1 hora	
Engrasado	Grasa PROVOL BA			
	Sulphinol HF			
	Synthol YY 707		1 hora	
	Bicarbonato de amonio		5 min	
	Anilina Negra de Superficie		30 min	
Fijación	Ácido fórmico H-COOH - directo		15 min	
	Ácido fórmico H-COOH - directo		15 min	
Dejar en reposo			12 horas	
Ecurrir				
Lavado final	Agua de cisterna	Ambiente	15 min	
Ecurrir y botar baño				
Perchar y secar pieles			24 horas	
Secado, estacado y recortado				
Operaciones de acabado en seco				

Realizado por: Molina, Jimmy, 2019.

ANEXO D: Formulación del proceso de acabado en seco de los cueros curtidos con los diferentes tratamientos

Abril del 2019

Acabado en seco

Fecha	Página		
71 Kg	20 pieles	Marroquinería	1.5 mm
Peso	Unidades	Tipo de cuero	Espesor

AUXILIARES	1	2	PROCESO
Compacto	300		
Pigmento	150		
Cera	50		
Penetrante	20		
Estuco	200		
Agua	280		1 cruz con brocha o soplete
			Prensar a 100 °C y 200 PSI
Hidrolaca		500	
Tacto (Tipo silicona)		25	
Complejo metálico		25	
Agua		450	2 cruces con soplete
			Secar

Realizado por: Molina, Jimmy 2019.

ANEXO E: Resultados de los análisis físico-mecánicas de los cueros terminados



HOJA DE CONTROL DE CALIDAD DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE

FECHA: 08 Julio 2019

PROCEDENCIA: Jimmy Danilo Molina Paguay

CÓDIGO: 061

ÁREA DE RASTREO: Producto terminado – cuero Bovino

Tratamiento	Repeticiones	Resistencia a la tensión (N/cm ²) Método IUP 6	Porcentaje de elongación (%) Método IUP 6	Lastometría (mm) Método IUP 9	Temperatura de contracción (°C) Método IUP 16		
					70	80	90
T1	1	2626.67	70.00	10.09	NO	NO	SI
	2	2410.67	85.00	10.11	NO	NO	SI
	3	3538.18	72.50	9.54	NO	NO	SI
	4	2850.91	62.50	9.28	NO	NO	SI
	5	3038.18	50.00	10.05	NO	NO	SI
T2	1	1522.00	55.00	10.08	NO	NO	SI
	2	1992.50	50.00	10.20	NO	NO	SI
	3	2107.14	70.00	15.51	NO	NO	SI
	4	3502.00	57.50	10.64	NO	NO	SI
	5	2998.67	70.00	11.78	NO	NO	SI
T3	1	2630.77	52.50	10.08	NO	NO	SI
	2	2383.85	70.00	10.08	NO	NO	SI
	3	1605.71	57.50	10.08	NO	NO	SI
	4	1889.09	52.50	10.07	NO	NO	SI
	5	1490.71	52.50	10.07	NO	NO	SI
T4	1	2525.38	67.50	10.08	NO	NO	SI
	2	1548.57	67.50	10.08	NO	NO	SI
	3	1112.86	42.50	10.08	NO	NO	SI
	4	2017.50	62.50	10.08	NO	NO	SI
	5	1515.38	40.00	10.08	NO	NO	SI

ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO

TÉCNICO DOCENTE DE LC - FCP

DR. LUIS HIDALGO ALMEIDA

RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO F: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T1




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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Jimmy Danilo Molina Paguay
TIPO DE CUERO: Cueros bovinos
FECHA DE ANÁLISIS: 8 de Julio del 2019
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 15 % de tara 0 % de ácido húmico
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

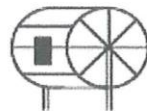
ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	SOLTURA DE FLOR
1	5	1	3
2	4	2	3
3	5	2	4
4	5	2	3
5	5	2	2
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

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



Ing Luis Eduardo Hidalgo Almeida
RESPONSABLE



ANEXO G: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T2



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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Jimmy Danilo Molina Paguay
TIPO DE CUERO: Cueros bovinos
FECHA DE ANÁLISIS: 8 de Julio del 2019
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 10 % de tara 5 % de ácido húmico
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	SOLTURA DE FLOR
1	4	4	3
2	4	3	4
3	3	3	3
4	3	4	4
5	4	4	3
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

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

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
RESPONSABLE



ANEXO H: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T3



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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Jimmy Danilo Molina Paguay

TIPO DE CUERO: Cueros bovinos

FECHA DE ANÁLISIS: 8 de Julio del 2019

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

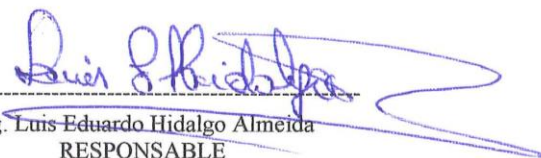
TRATAMIENTO: 5 % de tara 10 % de ácido húmico

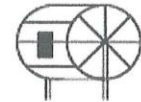
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	SOLTURA DE FLOR
1	3	5	4
2	3	5	4
3	2	4	3
4	2	5	4
5	3	4	4
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

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


Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
RESPONSABLE



ANEXO I: Resultados del análisis sensorial del cuero producido en el Tratamiento T4



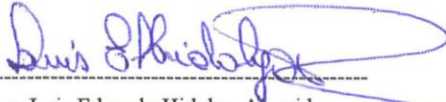
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Jimmy Danilo Molina Paguay
TIPO DE CUERO: Cueros bovinos
FECHA DE ANÁLISIS: 8 de Julio del 2019
ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales
TRATAMIENTO: 0 % de tara 15 % de ácido húmico
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

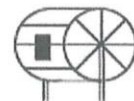
ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	BLANDURA	LLENURA	SOLTURA DE FLOR
1	2	5	5
2	1	5	4
3	2	5	5
4	3	4	5
5	2	5	5
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....



 Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
 RESPONSABLE



ANEXO J: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T1

 <p>CESTTA SGC</p>	<p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

INFORME DE ENSAYO No: AM-204-19
ST: 068-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Jimmy Danilo Molina Paguay
Dirección: Guano, Cueros el Alce
 Guano - Chimborazo

FECHA: 25 de Abril del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/04/16 10:00
 2019/04/16 08:00
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/04/16 - 2019/04/25
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-AM-204-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 15% de Tara
PUNTO DE MUESTREO: Toma del Bombo de Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Jimmy Danilo Molina Paguay
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	46250	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	3823	±15%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



ANEXO K: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T2

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No: AM-209-19
ST: 070-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Jimmy Danilo Molina Paguay
Dirección: Guano, Cueros el Alce
 Guano - Chimborazo

FECHA: 26 de Abril del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/04/17 09:30
FECHA DE MUESTREO: 2019/04/17 08:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/04/17 - 2019/04/26
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-AM-209-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 10% de Tara
PUNTO DE MUESTREO: Toma del Bombo de Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Jimmy Danilo Molina Paguay
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	32000	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	3800	±15%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



ANEXO L: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T3

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No: AM-211-19
ST: 072-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Jimmy Danilo Molina Paguay
Dirección: Guano, Cueros el Alce
 Guano - Chimborazo

FECHA: 29 de Abril del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/04/18 09:50
FECHA DE MUESTREO: 2019/04/18 08:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/04/18 - 2019/04/29
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-AM-211-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 5% de Tara
PUNTO DE MUESTREO: Toma del Bombo de Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Jimmy Danilo Molina Paguay
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	30250	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	1968	±15%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



ANEXO M: Informe de ensayo del análisis de agua residual del Tratamiento T4

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No: AM-219-19
ST: 075-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Jimmy Danilo Molina Paguay
Dirección: Guano, Cueros el Alce
 Guano - Chimborazo

FECHA: 30 de Abril del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/04/19 09:10
FECHA DE MUESTREO: 2019/04/19 08:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/04/19 - 2019/04/30
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-AM-219-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 0% de Tara
PUNTO DE MUESTREO: Toma del Bombo de Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Jimmy Danilo Molina Paguay
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	18750	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	328	±15%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



TARA EN POLVO

ESPECIFICACIONES

Descripción : El producto Tara en Polvo, es un polvo muy fino, de color crema, producido a partir de las vainas del árbol de Tara (Caesalpinia Spinosa). Mezclado con agua, la Tara en Polvo produce una solución turbia, de color beige claro.

Composición:

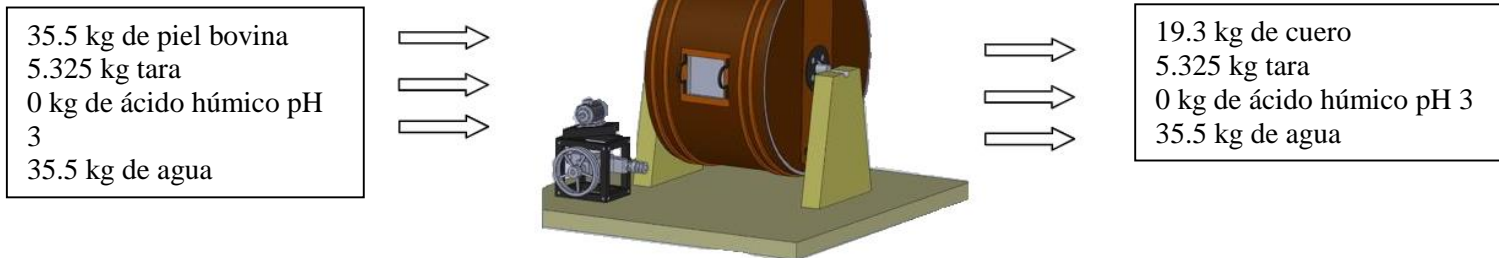
(Método A.L.C.A.)	Taninos	47 - 53%
	No Taninos	15 - 23 %
	Insolubles	18 - 26 %
	Agua	Max. 12 %

Tamaño de Partícula :

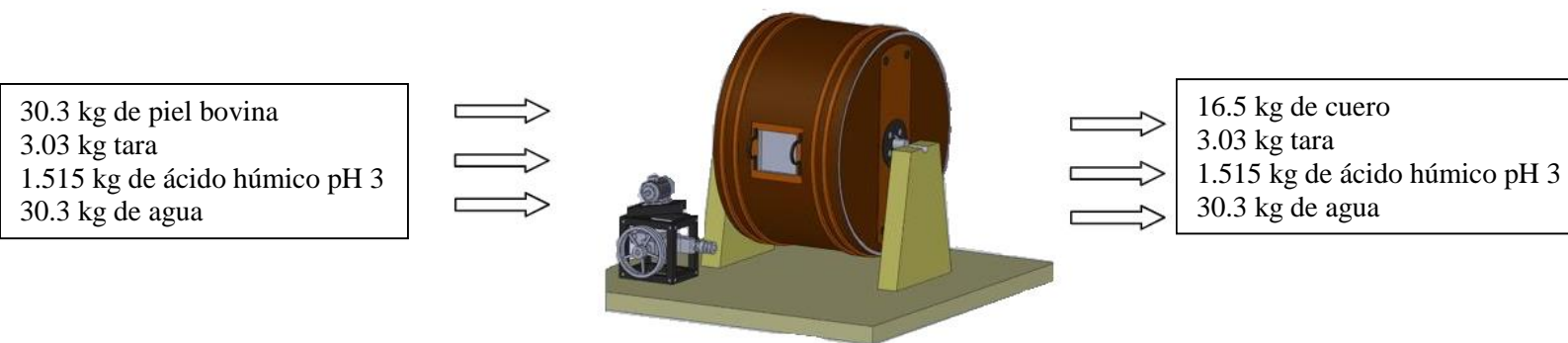
A través de:	250 Micrones, US 60 mesh	min. 99.8%
	150 Micrones, US 100 mesh	min. 99%
	100 Micrones, US 150 mesh	min. 98%
	77 Micrones, US 200 mesh	min. 90%
	44 Micrones, US 325 mesh	min. 80%

ANEXO O: Balance de masa en la etapa de curtición para cada tratamiento aplicado

TRATAMIENTO T1: 15% Tara + 0 % Ácido húmico

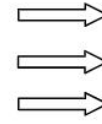
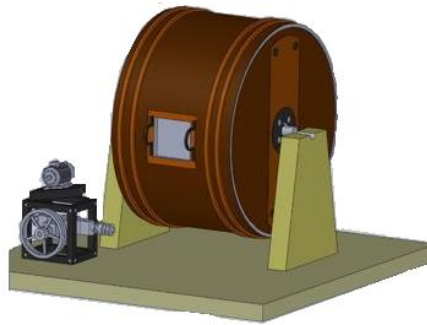
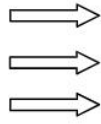


TRATAMIENTO T2: 10% Tara + 5 % Ácido húmico



TRATAMIENTO T3: 5% Tara + 10 % Ácido húmico

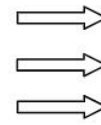
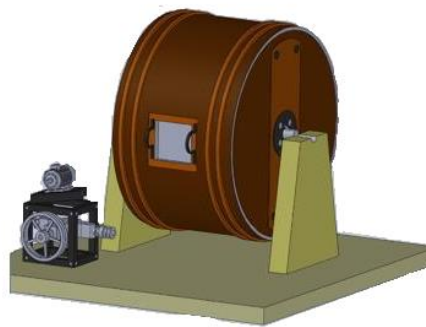
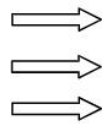
34.5 kg de piel bovina
1.725 kg tara
3.45 kg de ácido húmico pH 3
34.5 kg de agua



16.4 kg de cuero
1.725 kg tara
3.45 kg de ácido húmico pH 3
34.5 kg de agua

TRATAMIENTO T4: 0% Tara + 15 % Ácido húmico

39.7 kg de piel bovina
0 kg tara
5.955 kg de ácido húmico pH 3
39.7 kg de agua



19 kg de cuero
0 kg tara
5.955 kg de ácido húmico pH 3
39.7 kg de agua