



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“CURTICIÓN DE PIELES DE TIBURÓN (*Carcharinus falciformis*)
PARA CALZADO DE DAMA CON LA UTILIZACIÓN DE
DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: CARLOS GABRIEL MARTÍNEZ PAREDES.

DIRECTOR: Ing. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, PhD.

Riobamba – Ecuador

2024


© 2023, Carlos Gabriel Martínez Paredes

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

Yo, Carlos Gabriel Martínez Paredes, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de enero del 2024



Carlos Gabriel Martínez Paredes
CI: 1804638391

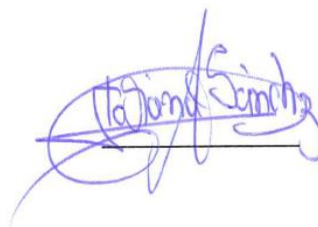
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Trabajo Experimental, **“CURTICIÓN DE PIELES DE TIBURÓN (*Carcharinus falciformis*) PARA CALZADO DE DAMA CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO”**, realizado por el señor: **CARLOS GABRIEL MARTÍNEZ PAREDES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-01-15

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD



2024-01-15

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán
**ASESOR DEL TRIBUNAL DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-01-15

DEDICATORIA

A Gaby, Gissela y María Belén, las mujeres a las que yo les debo todo lo que soy.

A mi mamá, Beatriz, la persona más importante en mi vida.

A mi papá, Gabriel, un pilar fundamental en mi formación.

Carlos

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a mis profesores, Al Doctor Luis Hidalgo, al ingeniero Manuel Almeida, y al ingeniero Julio Llerena, por el gran apoyo recibido en la realización de este trabajo, así también a los docentes que supieron contagiarme con su mensaje de lucha y sacrificio. A mis compañeros de carrera con quienes hicimos equipos de trabajo y pasamos momentos muy agradables.

Carlos

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Histología de la piel de tiburón.....	3
1.2. Usos de la piel de tiburón	5
1.3. Composición química de la piel de tiburón	5
1.4. Extracción de la piel de tiburón	6
1.5. Conservación de la piel de tiburón.....	7
1.6. Procesos de curtición de las pieles de tiburón	8
<i>1.6.1. Remojo</i>	<i>8</i>
<i>1.6.2. Descarnado</i>	<i>9</i>
<i>1.6.3. Curtido</i>	<i>10</i>
<i>1.6.4. Escurrido y Rebajado</i>	<i>11</i>
<i>1.6.5. Neutralizado</i>	<i>11</i>
<i>1.6.6. Engrasado</i>	<i>11</i>
<i>1.6.7. Recurtido y reengrase final</i>	<i>11</i>
<i>1.6.8. Secado y Ablandado.....</i>	<i>12</i>
1.7. Curtición de pieles con sulfato de aluminio.....	12
<i>1.7.1. Productos para la curtición con aluminio</i>	<i>14</i>
<i>1.7.2. Sales curtientes de aluminio</i>	<i>15</i>
1.8. Exigencias de calidad para los cueros para elaboración de calzado	16

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Localización y duración del experimento.....	18
2.2. Unidades experimentales	18

2.3.	Materiales, equipos e insumos	18
2.3.1.	Materiales	18
2.3.2.	Equipos	19
2.3.3.	Productos químicos	20
2.4.	Tratamientos y diseño experimental	20
3.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	22
3.7.	Mediciones experimentales	22
3.7.1.	Resistencias físicas	22
3.7.2.	Análisis sensorial	22
3.8.	Procedimiento experimental	22
3.8.1.	Remojo y pelambre por embadurnado	23
3.8.2.	Desencalado, rendido y piquelado	23
3.8.3.	Curtido y Basificado	24
3.8.4.	Neutralizado y Recurtido	24
3.8.5.	Tintura y Engrase	24
3.8.6.	Aserrinado, ablandado y estacado	25
3.9.	Metodología de evaluación	25
3.9.1.	Medición de las Resistencias físicas del cuero	25
3.9.1.1.	Porcentaje de elongación	25
3.9.1.2.	Lastometría	26
3.9.1.3.	Resistencia a la tensión	26
3.9.2.	Calificaciones sensoriales del cuero	27
3.9.2.1.	Llenura, puntos	27
3.9.2.2.	Blandura, puntos	28
3.9.2.3.	Curvatura del cuero, puntos	28
3.9.3.	Variables económicas	28
3.9.3.1.	Relación Beneficio Costo	28

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.	Evaluación de las resistencias físicas del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio	29
4.6.1.	Resistencia a la tensión	29
4.6.2.	Porcentaje de elongación	31
4.6.3.	Lastometría	33

3.2.	Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio	35
3.2.1.	<i>Llenura</i>	35
3.2.2.	<i>Bandura</i>	37
3.2.3.	<i>Curvatura del cuero</i>	39
3.3.	Evaluación económica de la producción de pieles de tiburón curtidas al aluminio	40

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1:	Valores de densidad, longitud, ancho y ángulo medio de la punta de los dentículos dérmicos presentes en la superficie de la piel del tiburón.	4
Tabla 2-1:	Productos para la curtición con aluminio.....	14
Tabla 3-1:	Requisitos básicos para tener un cuero de calidad.....	16
Tabla 1-2:	Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.....	18
Tabla 2-2:	Esquema del experimento.....	21
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA.	21
Tabla 1-3:	Características físicas del cuero de tiburón elaborado con diferentes niveles de sulfato de aluminio	29
Tabla 2-3:	Calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio	35
Tabla 3-3:	Evaluación económica de la curtición de pieles de tiburón aplicando diferentes niveles de sulfato de aluminio	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1:	Representación histológica de la piel de tiburón.....	3
Figura 2-1:	Extracción de la piel de tiburón	7
Figura 1-2:	Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero	26
Figura 2-2:	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.	27
Figura 1-3:	Regresión de la resistencia a la tensión del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	31
Figura 2-3:	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.....	32
Figura 3-3:	Comportamiento de la lastometría del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	34
Figura 4-3:	Regresión de la llenura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	36
Figura 5-3:	Regresión de la blandura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	38
Figura 6-3:	Regresión de la curvatura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	40

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A:** Base de datos resistencias físicas del cuero de tiburón
- ANEXO B:** Base de datos pruebas sensoriales del cuero de tiburón
- ANEXO C:** Resistencia a la tensión del cuero de tiburón
- ANEXO D:** Porcentaje de elongación del cuero de tiburón
- ANEXO D:** Lastometria del cuero de tiburón
- ANEXO F:** Llenura del cuero de tiburón
- ANEXO G:** Blandura del cuero de tiburón
- ANEXO H:** Blandura del cuero de tiburón
- ANEXO I:** Resumen de las resistencias físicas del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio
- ANEXO J:** Resumen de las calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio
- ANEXO K:** Receta del proceso de ribera y deschagrinado de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio
- ANEXO L:** Receta para el piquelado, curtido y basificado de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio
- ANEXO M:** Receta para acabados en húmedo de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio
- ANEXO N:** Evidencia fotográfica del proceso de deschagrinado.
- ANEXO O:** Evidencia fotográfica del proceso de descarnado, piquelado y desengrase.
- ANEXO P:** Evidencia fotográfica del proceso del curtido y perchado.
- ANEXO Q:** Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.
- ANEXO R:** Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.
- ANEXO S:** Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.

RESUMEN

El estudio se centró en la curtición de pieles de tiburón utilizando diferentes concentraciones de sulfato de aluminio, con el objetivo de determinar el nivel óptimo para lograr propiedades deseables en el cuero resultante. El desarrollo y la investigación fue en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la FCP-ESPOCH, las unidades experimentales fueron 30 pieles de tiburón fueron adquiridos en la provincia de Santa Elena, el diseño experimental fue un Completamente al Azar (DCA), donde se evaluó tres niveles de sulfato de aluminio un (7 ,8 y 9%), con 5 repeticiones por tratamiento y un tamaño de la unidad experimental de 2 pieles a las cuales se les evaluó tanto las resistencias físicas como las calificaciones sensoriales, Se encontró que el nivel óptimo de sulfato de aluminio variaba según la propiedad evaluada. Para la resistencia a la tensión, el nivel óptimo fue del 7%, mientras que para la elongación y la lastometría fue del 8% y 7% respectivamente. Además, se observó que el nivel de sulfato de aluminio también afecta la llenura de la piel, con el 9% mostrando los mejores resultados. Se aprecia también que el 7% de sulfato de aluminio proporciona la mayor blandura, mientras que el 9% proporciona la mejor curvatura del cuero, la evaluación económica indica mejores resultados al curtir con 9 % de sulfato de aluminio ya que la relación beneficio costo fue de 1,19 es decir una utilidad del 19% . Estos hallazgos resaltan la importancia de la concentración de sulfato de aluminio no solo en las propiedades mecánicas, sino también en las características sensoriales del cuero de tiburón. Por lo que se recomienda la curtición con 9% de aluminio para obtener un cuero de calidad física y sensorial adecuada para la confección del artículo final.

Palabras clave: <CURTICIÓN >;< PIEL DE TIBURÓN >;< SULFATO DE ALUMINIO>;<RESISTENCIA A LA TENSIÓN >;< PORCENTAJE DE ELONGACIÓN>;<CURVATURA DEL CUERO>;<LLENURA >;<BLANDURA >

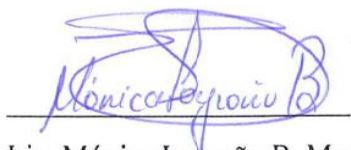


0255-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The study focused on the tanning of shark skins using different concentrations of aluminum sulfate to determine the optimal level of this concentration and achieve desirable properties in the resulting leather. The research was conducted at the Leather Tanning Laboratory of FCP-ESPOCH, using 30 shark skins obtained from the Santa Elena province as experimental units. The methodology employed a Completely Randomized Design (CRD), evaluating three levels of aluminum sulfate (7%, 8%, and 9%) with five replications per treatment and an experimental unit size of 2 skins, assessing physical resistances and sensory ratings. Findings indicated that the optimal level of aluminum sulfate varied depending on the property evaluated. For tensile strength, the optimal level was 7%, while for elongation and hardness, it was 8% and 7%, respectively. Other significant findings demonstrated that the aluminum sulfate level also influenced skin fullness, with 9% showing the best results. Also, a 7% aluminum sulfate concentration provided the highest softness, whereas 9% provided the best leather curvature. The economic evaluation indicated better results in tanning with 9% aluminum sulfate, with a cost-benefit ratio of 1.19, indicating a 19% profit. These findings underscore the importance of aluminum sulfate concentration not only in the mechanical properties but also in the sensory characteristics of shark leather. Therefore, tanning with 9% aluminum sulfate is recommended to obtain leather of suitable physical and sensory quality for the final product.

Keywords: <TANNING>, <SHARK SKIN>, <ALUMINUM SULFATE>, <TENSILE STRENGTH>, <ELONGATION PERCENTAGE>, <LEATHER CURVATURE>, <FULLNESS>, <SOFTNESS>.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs

060274953-3

0255-DBRA-UPT-2024

INTRODUCCIÓN

La legislación del Ecuador por medio del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP), y a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) y el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones en el Ecuador (PAT-Ec), garantiza que las especies de tiburón, enlistadas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), ya cuentan con un Dictamen de Extracción No Perjudicial (DENP). (Esparza, 2020)

El Dictamen de Extracción No Perjudicial es un documento necesario y exigido para verificar que el origen de los especímenes no fue obtenido en contravención de la legislación vigente y que la exportación de estos no va a atentar con la supervivencia de la especie, sin embargo, en los procesos de pesca y comercialización es necesario resaltar el volumen que representan los residuos orgánicos de esta actividad. Estos residuos incluyen las vísceras, esqueleto (espinas), piel, aletas, caparazón, entre otros. Lo que se enmarca en un proceso de contaminación si a estos residuos como la piel no se les da un destino adecuado (Arias, 2022).

A medida que los procesadores de carne se han integrado verticalmente en las mismas tenerías, la cantidad de cuero de vaca disponible para las curtiembres más pequeñas se ha reducido drásticamente, lo que reduce significativamente sus operaciones, que en algunos casos producen hasta el 25% de la capacidad instalada (Bacardit, 2019 pág. 14)

En el proceso de curtido de pieles la mayor parte tienen como base el cromo, donde por lo general estas son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interactúan con las fibras del colágeno para obtener un cuero estable y durable, pero por problemas de la legislación ambiental vigente en nuestro país se ha llegado a la conclusión de que se debería buscar alternativas para sustituir al cromo por otros productos minerales como es el sulfato de aluminio que se considera un curtiente más amigable con el ambiente. Con la piel de los tiburones se pueden fabricar todo tipos de artículos de marroquinería, zapatería y vestimenta (Hidalgo, 2019)

La piel del tiburón está compuesta por millones de pequeñas escamas en forma de v, llamadas dentículos dérmicos, los científicos reprodujeron la textura de esos dentículos para producir superficies resistentes a bacterias. Por ello el curtido de esta piel sería uno de los retos por cumplir, solucionando de esta manera la degradación y putrefacción de estas, aprovechando todas las ventajas de las nuevas tecnologías e innovación para mantenerse en el mercado, (Alulema, 2022 pág. 14)

El consumo de productos acuáticos genera miles de toneladas de residuos, entre los que se incluye la piel, los cuales son desechados, por lo que no se implementa el aprovechamiento de este subproducto para generar proyectos de valor agregado que puedan beneficiar a la empresa. Entre los peces, una de las pieles más adecuadas es la de tiburón, ya que en muchos países se capturan miles de toneladas de tiburones cada año, lo que hace que actualmente se pierdan muchas toneladas de pieles cuando se tiran a la basura, después del faenado de esta especie, (Armendariz, 2022 pág. 14).

Ante esta situación, la producción de pieles de pescado se convierte en una interesante oportunidad de investigación, tal como se describe en este trabajo. Esta materia prima tiene importantes propiedades de fabricación como resistencia, flexibilidad y durabilidad. Esto permite que se utilice en una amplia gama de productos como ropa, calzado, bolsos, muebles, alfombras, accesorios, artículos de utilidad y decoración y mucho más, (De Perinat, 2022 pág. 10).

En el pasado se han hecho intentos de aplicar productos químicos para curtir las pieles de tiburón quemada por el sol sin resultados positivos porque no se retiraba sus defectos, los finos dientes en la dermis que recubren el cuerpo del tiburón están hechos de sílice-calcio, haciendo que esta armadura pueda ser tan duro como el acero en algunos casos. Como los resultados obtenidos no fueron lo que se esperaba se buscó en la bibliografía el curtido utilizando productos como es el aluminio (Sela, 2018)

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Realizar el análisis de los diferentes parámetros físicos y sensoriales de las pieles de tiburón *Carcharhinus falciformis*, luego del proceso de curtición con los diferentes niveles de sulfato de aluminio.
- Determinar el mejor tratamiento con los niveles de sulfato de aluminio, en el proceso de curtición de pieles de tiburón.
- Calcular la rentabilidad de la curtición de pieles de tiburón con la utilización de diferentes niveles de sulfato de aluminio mediante del indicador económico costo/beneficio.

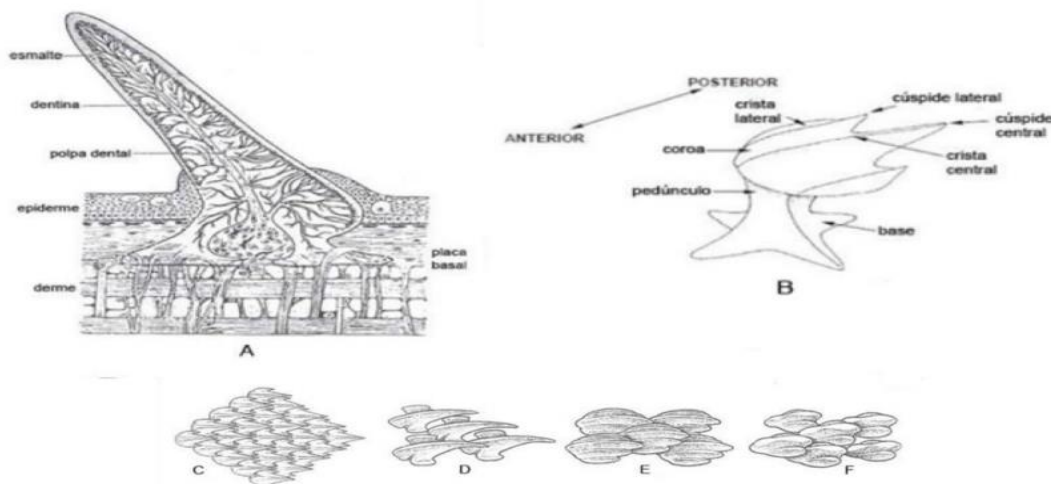
CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Histología de la piel de tiburón

La mayoría de las especies pertenecientes a los *Eslamiobranquios* como es el tiburón pueden mantener la flotabilidad y moverse de manera eficiente en el medio acuático. Este factor, combinado con la capacidad de la piel para repeler las manchas, es la razón por la cual la piel ha sido objeto de investigación durante décadas, está constituida de 80% de agua y 16% de proteína. Su piel está acoplada a sus músculos, que están conectados a sus huesos, y que proporcionan la fuerza motriz para un movimiento ondulatorio que acorta y alarga la piel de acuerdo con la curvatura de la cola y las fuerzas de transmisión y cizallamiento, (Esparza, 2020 pág. 14).

La piel es un órgano complejo y flexible con una dermis que se encuentra debajo de la epidermis, en la que se pueden identificar dos capas distintas: una capa superior suelta y una capa inferior compacta formada por capas de fibras de colágeno helicoidales, como se puede apreciar en la Figura 1, (Araujo, 2022 pág. 11).



(A) representación de la estructura interna de un denticulo (B) estructura externa. (C), (D), (E) y (F) son ejemplos de tipos de denticulos dérmicos

Figura 1-1: Representación histológica de la piel de tiburón

Fuente: (Churata, 2022 pág. 10).

La piel del tiburón presenta una superficie lisa, sino que tiene unas escamas placoides microscópicas compuestas por dentina y esmalte, el centro de la dentina está formado por apatita,

lo que proporciona dureza y resistencia. Estas pequeñas escamas, se les denomina dentículos dérmicos, que se encuentran dispuestas individualmente a lo largo de gran parte de la superficie de la piel de los tiburones formando una matriz entrelazada. Los dentículos dérmicos tienen la base incrustada en la última capa de colágeno de la piel, el estrato compacto, y el extremo contrario, la corona, está expuesta al flujo de agua, uniendo ambas partes, se encuentra el pedicelo, (Churata, 2022 pág. 20).

Los dentículos presentan surcos longitudinales entre los riblets que son crestas finas y elevadas, que se encuentran alineados de forma paralela a la dirección del flujo local del agua, la piel presenta variaciones en el tamaño y la forma de los dentículos en función del lugar del cuerpo del tiburón que estemos observando, pero, también varían entre las diferentes especies, desde el punto de vista morfológico, los dientes finos de la dermis tienen ángulo obtuso, forma de abanico, forma de pala, forma de espina, forma de hoja y forma de corazón, (Molina, 2021 pág. 22).

Tabla 0-1-1: Valores de densidad, longitud, ancho y ángulo medio de la punta de los dentículos dérmicos presentes en la superficie de la piel del tiburón.

Localización en la piel	Dentículos/mm ²	Longitud máxima (μm)	Ancho máximo (μm)	Ratio (longitud / ancho)	Ángulo medio de la punta
Cabeza	3,7 ± 1,3	729 ± 201	418 ± 92	1:1,8	27,8° ± 5,2°
Primera Aleta dorsal	7,7 ± 1,5	471 ± 77	320 ± 41	1:1,5	39,7° ± 8,4°
Segunda Aleta dorsal	19,2 ± 2,0	336 ± 37	234 ± 21	1:1,4	61,5° ± 6,7°
Aleta caudal	17,3 ±	2,6 33 ± 41	244 ± 33	1:1,4	59,1° ± 9,3°

Fuente: (Barrezueta, 2022 pág. 12).

Algunos autores argumentan que las diferentes formas pueden estar relacionadas con el estilo de vida de los tiburones, como los tiburones que viven en ambientes rocosos y necesitan protegerse de la abrasión con escamas gruesas y suaves, como las del vientre presente en el pez ángel *Squatina squatina*. En contraste, con los presente en el *Centrophorus granulosus* (quelvacho) y *Heterodontus* spp, que son resistentes al desgaste con dientes esféricos gruesos. Mientras tanto, los tiburones de natación rápida como *Carcharodon carcharias* (tiburones blancos) tienen dentículos dérmicos compuestos por costillas, en la tabla 1, se indica los valores de densidad, longitud, ancho y ángulo medio de la punta de los dentículos dérmicos presentes en la superficie de la piel del tiburón (Rodríguez, 2020 pág. 14)

Las diferentes morfologías de los dentículos dérmicos se presentan según sus formas geométricas, de manera que se encuentran dentículos en forma de V, L, U, \cap o espacio-V. Los dentículos dérmicos pueden variar tanto en el diseño, como en la alineación de sus crestas, su distribución en el cuerpo o el tamaño, que a su vez podrá ser diferente según la especie o la zona del cuerpo del tiburón, en la tabla 1, se indica los valores de densidad, longitud, ancho y ángulo medio de la punta de los dentículos dérmicos en la superficie de la piel del tiburón (Barrezueta, 2022 pág. 12).

1.2. Usos de la piel de tiburón

La piel del tiburón es muy áspera debido a unos dentículos que hay en la superficie de ésta. Por ello presenta varios usos (Brunetti, 2022 pág. 22):

- En diversas ocasiones no se las curte y suelen usarla para raspar y pulir es decir cómo papel de lija.
- Se puede procesar es decir transformarla de piel en cuero con un método adecuado, mediante el cual se obtiene un cuero de gran calidad, más resistente que otros como el de vaca o cerdo. Para poder elaborarlo, es necesario que el tiburón sobrepase de los 1,80 metros, por lo que no todo los tiburones son aptos para este uso. Este cuero es uno de los más caros.
- La piel de tiburón podría servir para reducir las infecciones por super bacterias en hospitales
- Su patrón microscópico podría ser muy útil para revestir superficies hospitalarias
- Funciona de modo diferente, el tamaño y sus características microscópicas impiden a las bacterias adherirse a las superficies. Prácticamente imita en todo la piel de un tiburón que, a diferencia de otras superficies submarinas, puede inhibir las bacterias, porque está recubierto por un micro patrón natural.

1.3. Composición química de la piel de tiburón

El colágeno es la principal proteína fibrosa en los animales y se encuentra en el tejido conectivo: es la más abundante de todas las proteínas y representa alrededor de un tercio o más de la proteína total en un animal. Cuanto más viejo y pesado es el animal, mayor es la fricción del colágeno, lo que contribuye al contenido total de proteínas. En las pieles de tiburón, las fibrillas de colágeno forman una red de entramados entrecruzados, algunos de los cuales son perpendiculares a la fibra, (Galzarza, 2019 pág. 11).

Un aspecto importante de la piel del tiburón se refiere a que está recubierta de una gran cantidad de dientes dérmicos denominados chagrín. Estos dentículos están compuestos principalmente por compuestos de silicio, que son muy difíciles de eliminar, ya que la piel se broncea en este estado sin estos dientes, el número de dentículos es muy limitado y se utilizan principalmente como abrasivos para ciertos materiales, sin los dentículos se convierte en un cuero de singular belleza y con una resistencia poco común, Cuanto mayor y más pesado es el animal tanto es mayor la fricción del colágeno que contribuye a las proteínas totales, La composición química de la piel de tiburón se describe a continuación, (Linares, 2022 pág. 10)

- Proteína 32.7%
- Fosfatos 42.2%
- Calcio 24.5%
- Hierro 0.5%
- Magnesio 0.1%

1.4. Extracción de la piel de tiburón

La piel de tiburón debe conservarse lo antes posible después del desollado, ya que la piel de tiburón no puede almacenarse durante más de 24 horas sin ningún tipo de protección, incluso en climas tropicales la temperatura ambiente puede alcanzar hasta 25 °C más si no se refrigerado, el tiempo que puede transcurrir desde la captura del animal hasta el almacenamiento de la piel es de 6 horas. El cuero debe manipularse con cuidado para evitar cortes innecesarios que lo inutilicen ya que se puede producir un defecto mecánico, una buena extracción o descuerado inicial benefició los tratamientos posteriores. Un buen filete (como el de tiburón) no deja exceso de carne ni cortes indeseados en la piel. El enfriamiento adecuado evitó el inicio rápido de la actividad enzimática en la piel. Debe almacenarse o entregarse (Barrezueta, 2022 pág. 15).

Después de cortar cuidadosamente la aleta en forma de media luna, el tiburón, que debe haber sido ablandado de antemano, se despelleja cortando la cola justo en la base, justo por encima de la pequeña cresta en la punta de la aleta. Para comenzar a despellejar, después de quitar la aleta dorsal, inserte el cuchillo en el orificio del lado izquierdo, corte la piel en línea recta desde el hocico hasta la cola, luego separe la piel del canal, sosténgala firmemente y use un cuchillo muy fino para cortar con un cuchillo bien afilado, procurando dejar una capa de unos 3 cm. de espesor entre el cuchillo y la piel para no dañarla, en la figura 2-1, se indica la forma de extraer la piel de tiburón (Araujo, 2022 pág. 29)



Figura 2-1: Extracción de la piel de tiburón

Fuente: (Araujo, 2022 pág. 29).

Una vez que un lado está completo, al igual que el otro lado, un operador experto puede despellejar un gran tiburón, de unos 2 metros de largo, en 20 minutos. Después de pelar, la piel debe lavarse con agua de mar o agua salada al 10% para eliminar la mucosidad y la sangre residual, (De Perinat, 2022 pág. 1).

1.5. Conservación de la piel de tiburón

La piel de tiburón nunca debe entrar en contacto con agua dulce, ya que tiene un alto contenido de bacterias halófilas y la activación de xenoproteínas, que actúan como catalizadores de la descomposición, haciendo casi imposible detener el proceso a tiempo, causando daños permanentes. a la piel, por lo que lavar previamente las pieles con agua salada al 10%, colgar a la sombra para que se escurra el exceso de salmuera, puede tardar aprox. 6 horas, luego suturar la piel con sal industrial mezclada con 98 partes de sal de mesa por 1 parte de carbonato de sodio y 1 parte de naftalina. Utilizar 450 gramos de esta mezcla por kg de piel fresca, Las pieles curtidas en bruto se utilizan como superficie abrasiva en muchos productos; curtidas sin ellos se emplean para zapatos, carteras, bolsos artículos de viaje, guantes (Esparza, 2020 pág. 21).

Para la conservación se utiliza la sal en grano, teniendo como referencia que si no tiene escama, una capa de 1 cm a cada lado de la piel es suficiente, si la piel es pegajosa y carnosa o la piel es grande y no se ha refrigerado por más de 4 horas, se puede sumergir en agua salada al 30% y agregar de 1 a 2 gramos por litro. Conservantes o biocidas como pentaclorofenato de sodio, o-fenol, benaftol, derivados de benzotiazol, sales de amonio cuaternario, óxido de zinc, etc (Churata, 2022 pág. 23).

Las pieles se dejan en la salmuera durante 48 horas, luego se retiran y se secan a la sombra durante aprox. 6 horas, luego se salan las pieles en montones de hasta 1 metro de altura en pozos protegidos de la luz y la ventilación, agregando sal al 50% del peso de las pieles frescas. Las pieles permanecen en esta condición de 15 a 30 días, también se secan, se ponen en dinos o cilindros y luego se trasladan a la curtiduría, donde se apartan, luego se sueltan las pieles en un montón, se sacude la sal. las pieles, y luego se salan nuevamente y se doblan, se juntan en manojos y se envían a la curtiduría, (Brunetti, 2022 pág. 25).

La piel no debe exponerse a una exposición prolongada, solo si es necesario, ayudó a que la solución se relaje y afecte las fibras 2D del tiburón. El siguiente paso es dejar las pieles en un recipiente con agua y sal durante 24 horas para que la pintura se ablande y la materia prima no se descomponga tan rápido como un producto microbiano, (Arias, 2022 pág. 14).

1.6. Procesos de curtición de las pieles de tiburón

La piel en estado natural puede ser susceptible a las bacterias producidos por el ambiente, insectos y residuos que aparecen en la piel, provocando la degradación de la piel, para contrarrestarlo existen alternativas que brindan una adecuada conservación. El aprovechamiento de las carnes de tiburón por medio del fileteado produce una gran cantidad de subproductos estos pueden llegar a ser el 60% de peso corporal del pez, dentro de este porcentaje se encuentra la piel que representa el 4,5 14% del peso corporal por lo tanto es necesario procesar la piel para obtener un cuero con el que se confeccionara una diversidad de prendas Los procesos de curtición de las pieles de tiburón se describen a continuación (Galzarza, 2019 p. 10).

1.6.1. Remojo

El proceso de remojo tiene como función principal sumergirse en las condiciones de la piel fresca, salada o seca para eliminar la suciedad, las proteínas solubles y los conservantes, también tienen como objetivo restaurar el proceso natural de envejecimiento de la piel. Para la piel de tiburón, la técnica de remojo más conveniente es usar un pozo o fregadero, porque cuando se hace en un

rodillo o molino de viento, el movimiento de rotación de la piel en la solución hace que los dientes se adhieran a la dermis que los cubre de acuerdo con el siguiente procedimiento que se describe a continuación (Galzarza, 2019 p. 10).

- Primero, se lava las pieles previamente sacudidas con una solución que contenga 3 gramos por litro de un fungicida adecuado, se deberá permanecer las pieles en esta solución hasta que su densidad deje de cambiar después de una hora entre mediciones, por lo general no más de 4 horas.
- Luego se sumerge la piel en una solución salina normal al 3% que también contiene 1 gramo por litro de un conservante adecuado y de 1 a 5 gramos de un álcali adecuado como hidróxido de sodio-carbonato de sodio y finalmente 1 gramo por litro de un humectante. es duradero electrolitos y álcalis.
- El tiempo que el cuero permanece en esta solución depende de la condición del cuero cuando ingresa a la curtiduría, pero generalmente 24 horas son suficientes para cueros frescos, 48 horas para cueros salados y 72 horas para cueros salados/secos.

1.6.2. Descarnado

El descarnado de la piel de tiburón se lo realiza utilizando una descarnadora de extremos abiertos para pieles pequeñas, para efectuar el descarnado a mano de la piel de tiburón se debe contar con un cuchillo de descarnado provisto de doble mango y un banco de descarnado que cuyas dimensiones deberán estar entre 1.5 y 2 metros de largo, un ancho de 1 metro siguiendo su curva exterior, la altura más conveniente es aquella que iguala la cintura del operario. La superficie del banco de descarnado debe estar libre de irregularidades y se debe limpiar luego de descarnar la piel con el fin de que no se produzcan daños a las mismas, (Alulema, 2022 pág. 10).

El desescamado o deschagrinado es la eliminación del chagrín que es la capa de dentículos dérmicos que recubre la piel del tiburón, es la operación más importante en la tecnología del cuero de tiburón, ya que de no ser eliminado en su totalidad el chagrín hace de la piel de tiburón un producto poco útil debido a su tacto abrasivo, aunque algunas especies presentan una armadura muy fina que puede pulirse para así dar un cuero de hermosa apariencia y singular brillo (Sela, 2018 pág. 14).

Es importante recalcar que las pieles se salan a 28°Be, con un intervalo de 24 horas antes del desollado o deschagrinado y que la solución desincrustante debe contener al menos 6 moles de

cloruro de sodio. litros si no se cumplen estas condiciones. es posible que se dañe gravemente la estructura de la piel, lo que provocó una reducción drástica de las propiedades físicas. La concentración de la decocción es de 2,2 moles por litro de ácido clorhídrico, por lo que la concentración de ácido acético es de 1 mol por litro, el deschagrinado con esta solución dura de 3 a 48 horas, dependiendo del grosor de la piel de que se trate, (De Perinat, 2022 pág. 23).

La disolución para el deschagrinado puede ser reutilizada si se determina por titulación las cantidades de ácido clorhídrico y acético que deben ser agregados puesto que se han perdido en proceso anteriores. Una vez deschagrinadas se deberán lavar las pieles dos veces durante 3 horas cada vez con un 100% de salmuera a 15° be, estos lavado se lo realiza en un bombo o molineta que sean resistentes a la corrosión, seguidamente se vuelve a adicionar 100% de salmuera a 15° be y se adicionan 3% acetato de sodio en polvo y 3% de carbonato de sodio previamente disuelto en 10 veces su peso de agua, luego de 6 horas de rotación lenta 4-6 r.p.m. el pH del baño debe ser 2,9 a 3,2 si este no fuese el caso el pH debe corregirse mediante la adición de acetato de sodio o ácido acético según las necesidades, (Molina, 2021 pág. 42).

1.6.3. Curtido

Una vez desadificadas las pieles de tiburón, se procede a drenar el bombo o la molineta y se agregan un 100% de salmuera a 10° Be, con 7% de sulfato de aluminio de 33% de basicidad y un 1% de formiato de sodio, posteriormente de que la piel ha sido atravesada por el aluminio se agregan 1% de aceite bisulfitado o catiónico y se rueda las pieles por 30 minutos más para posteriormente basicificar mediante el uso de bicarbonato de sodio al 1% diluido en 10 veces su peso de agua, las precauciones que se deben tomar deben ser las mismas que para cualquier curtido con sales de cromo, (Zurita, 2019 pág. 24).

Una vez finalizada la curtición se lavan las pieles con agua fría, se drena el bombo y se apilan las pieles durante 48 horas, cuando se realiza el curtido con extractos vegetales o con minerales es necesario dosificar los productos en base al peso de las pieles de tiburón, teniendo en cuenta la aplicación que se realizara a este material y sobre todo que este es el proceso más importante puesto que se garantiza la transformación de piel en cuero, para que se anule la proliferación de bacterias que producen la descomposición, y que una vez que se inicia es irreversible llegando inclusive a volverla inservible para cualquier uso (Armendariz, 2022 pág. 20).

1.6.4. *Escurrido y Rebajado*

Luego del proceso de reposo las pieles de tiburón que están ya curtidas se escurren en la máquina escurridora dejando a una humedad del 50% al 60% la cual es la apropiada para el proceso de rebajado el cual se puede hacer en cualquier tipo de máquina de rebajado, aunque la experiencia muestra que las más beneficiosas son aquellas que tienen un ancho útil de 450 a 600 mm, y poseen extremos abiertos, un operario competente puede rebajar de 50 a 75 pieles diarias. Una vez rebajadas las pieles se recortan y se pesan para proceder a las siguientes operaciones, (Jones, 2020 pág. 26).

1.6.5. *Neutralizado*

Antes del proceso de neutralización, la piel de tiburón se lava con agua al 300% a 30°C durante 30 minutos para eliminar los residuos de aluminio no fijado y sales neutras de la piel reducida. Vaciar el tanque y agregar agua 300 al 200%, formiato de sodio al 1% y bicarbonato de sodio al 0,5%, diluir a 20 veces su peso en agua y centrifugar a 12-15 rpm. Continúe durante 40 minutos a 1 hora o hasta que la piel en el sitio de la incisión se vuelva azul verdosa después de unas gotas de indicador verde de bromocresol. Una vez que la piel ha llegado a este punto, se escurren las cubetas y se enjuagan con agua al 300% a 40°C durante 15 minutos para eliminar las sales de neutralización, luego se escurren las bolas y se engrasa la piel (Armendariz, 2022 pág. 2).

1.6.6. *Engrasado*

El engrasado de las pieles de tiburón es un proceso químico, donde las grasas reaccionan con el cromo o con el producto curtiente que se utilice sea este de origen vegetal, mineral, o una mezcla de los dos para formar jabones insolubles, lo que se trata de evitar en el curtido. Este proceso solo se aplica para aumentar el contenido de grasas. El procedimiento de aceitado de las pieles de tiburón consiste en que después de lavar y neutralizar la piel, añadir al depósito un 300% de agua a 60°C con una mezcla de aceite previamente diluida 3 veces en agua a 60°C, secar durante 1 hora para asegurar la penetración en la piel y continuar. para volver a cortar la piel. Mezcla de ácidos grasos: aceite de sulfito, aceite sintético y aceite de patas de buey, (Cordero, 2022 pág. 22)

1.6.7. *Recurtido y reengrase final*

Dependiendo del tipo de características del cuero así serán sus porcentajes y productos para su recurtición tales como: extractos vegetales, naftalénicos, fenólicos, resínicos, glutaraldehído,

acrílicos, se muestra un tipo de recurtido para cuero de tiburón: 5% extracto quebracho, 4% naftalénico, 3% fenólico, 4% resínicos, (Arias, 2022 pág. 21) .

Para realizar el reengrase final es necesario tener en cuenta que para evitar precipitaciones al baño se agrega 0,5% ácido fórmico que deberá ser diluido a 10 en agua fría, luego se rueda 20 minutos y posteriormente se adiciona el 1 % de aceite catiónico emulsionado en 3 veces su peso de agua a 60°C, a continuación, se rueda 20 minutos más y se drena el baño, no sin antes comprobar su total agotamiento. Posteriormente se lava con el 300% de agua fría para eliminar residuos por espacio de 15 minutos y posteriormente se dejan los cueros en caballete por un tiempo de 24 horas por lo menos (Araujo, 2022 pág. 14).

1.6.8. Secado y Ablandado

Durante el proceso de secado, se precede a secar las pieles con un secador de vacío a 60°C durante 3 minutos, luego colocarlas al aire para completar el secado, luego agregar una mezcla de 5 partes de agua desionizada a una humedad relativa del 30% de tensoactivo en base solvente. aceite de ácido sulfúrico 50 partes y 945 partes de agua a 40°C, luego el cuero se suaviza durante 4 horas mediante esponjamiento o bombeo, finalmente se amasa en una placa plegable y finalmente se suaviza nuevamente durante 4 horas en una secadora (Rodríguez, 2020 pág. 11).

1.7. Curtición de pieles con sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio llamado también sal de aluminio se produce a partir de hidróxido de aluminio, trihidrato de óxido de aluminio o minerales que contienen aluminio, como arcillas y bauxita, y cristaliza se presenta como un producto sólido, seco e hidratado. El contenido de hidróxido de aluminio en la solución se limita a un valor que evita la cristalización durante el transporte y almacenamiento (Bacardit, 2019 pág. 7) .

El curtido de las pieles con sal de aluminio se ha utilizado para transformar el cuero desde la época romana y posiblemente egipcia, y hasta principios de este siglo, el curtido con aluminio fue la base para obtener cuero para guantes y ropa de herradura, produce un cuero blanco, opaco y liso, también conocido como curtido de esmalte. Aunque es agradable al tacto, se convierte en cuero crudo con un simple lavado. Dependiendo del sistema de curtido, la temperatura de contracción puede alcanzarse a valores que oscilan entre 65 a 85 °C, tiene una gran ventaja que es un curtido incoloro que no cambia el color de la piel, por lo tanto, se realza la belleza y el poro por lo tanto se puede confeccionar zapatos de dama muy suaves y finos (Artigas, 2007 pág. 29).

Durante el proceso de curtido con sulfato de aluminio, la piel debe moverse frecuentemente con un bastoncillo, para que el baño sea activo, es necesario una temperatura promedio de 30 °C, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y todavía se usan en la producción de pieles. Debido a la estabilidad insuficiente, se combina con extractos de plantas, sales de cromo, aldehídos, etc. para curtir. El curtido al aluminio vegetal mixto se utiliza para la producción de plantillas vegetales por su mayor resistencia al sudor y mayor estabilidad a la deformación. El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5 a 3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero y forma lacas con los taninos (Callejas, 2020 pág. 32).

El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción de alrededor de los 107 °C y tiene mejor resistencia al desgaste, también se añaden sales de aluminio a los curtientes de cromo para aumentar la dureza del cuero y facilitar el pulido. A pH más bajo, las sales de aluminio tienen una mayor afinidad por la piel que el cromo; por lo tanto, se pueden agregar a un bronceado al cromo para obtener un bronceado claro en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con las proteínas de la piel para formar un enlace que no es tan fuerte como con el cromo, por lo que, en condiciones normales, la estabilización de proteínas o el bronceado con aluminio no son suficientes para que la piel alcance su punto de ebullición completo (Arcos, 2022 pág. 1).

El aluminio se diferencia del cromo en que su alcalinidad varía de neutral a 100 % alcalina en un rango de pH relativamente estrecho. El formaldehído se usa a menudo como agente curtiente adicional. Los pómetros de curtido de aluminio son (INDIGOQUIMICA, 2022 pág. 3):

- Fuertemente hidrolizado para formar sales de cromo en líquidos de lavado. Los baños de sol deben realizarse en el baño más breve posible y vigilar el nivel de sal neutra y las precipitaciones abundantes en el baño.
- Unión rápida de las fibras del cuero combinada con un intenso dorado cromo en la superficie. La temperatura de contracción es inferior a la del cuero cromado (alrededor de 80 a 90°C).
- Añadidos parcialmente a la curtición al cromo, mejoran la depleción de cromo en el baño residual.
- En el curtido de aluminio puro, se recomienda trabajar en baños relativamente cortos para lograr una absorción y unión proporcional de los curtientes.

- El curtido al aluminio se usa más a menudo para las pieles de lana porque no deteriora la calidad de la lana.

1.7.1. *Productos para la curtición con aluminio*

En el tratamiento de las pieles con sales de aluminio los productos más empleados son los que se describen en la tabla (Campos, 2022 pág. 36):

Tabla 0-2-1. Productos para la curtición con aluminio.

Productos	Fórmulas	Peso mol	Solubilidad en agua	
			Fría	Caliente
Alumbre potásica o de roca	$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	948.7	57	
Alumbre sódico	$Al_2(SO_4)_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	915.6	106	146
Alumbre amónico	$Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24 H_2O$	906.6	3.9	
Sulfato de aluminio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$	664.4	86.9	114
Cloruro de aluminio	$Al Cl_3 \cdot 6 H_2O$	241.4	400	Muy soluble

Fuente: (Campos, 2022 pág. 10).

Además de estos productos, el cloruro de aluminio sobrebasificado también está disponible en el mercado como una solución transparente. El producto es muy astringente y una de sus ventajas más notables es su capacidad para fortalecer la estructura de la fibra. El producto es altamente catiónico, lo que aumenta el anclaje y reduce la permeabilidad en productos aniónicos. Los compuestos de orden superior, como el alumbre, ya no se consideran compuestos complejos, sino sales dobles con constantes de estabilidad relativamente pequeñas (Bacardit, 2019 pág. 32).

Cuando se disuelve en agua, el alumbre y otras sales de aluminio se hidrolizan para formar soluciones altamente ácidas, formando sulfatos básicos y ácido sulfúrico. Una solución de sulfato de aluminio preparada por ebullición en frío aumenta de acidez, lo que significa que cuando se calienta se produce la hidrólisis (Sela, 2018 pág. 33).

En presencia de sales neutras, las soluciones de sulfato de aluminio no forman complejos sin carga, independientemente de la alcalinidad de la solución y la concentración de su sal neutra.

Los complejos de cationes que contienen grupos sulfato se forman en cantidades significativas solo en soluciones de sulfato de aluminio con un 20% de basicidad, que también contienen una concentración relativamente alta de sales neutras (Hormes, 2022 pág. 1):

1.7.2. Sales curtientes de aluminio

Aunque las sales de aluminio se han utilizado como productos de curtido casi tanto tiempo como los materiales de curtido vegetal, la desventaja del cuero resultante es que el efecto de curtido es reversible siempre que el cuero se lave con agua. Por lo tanto, el curtido con aluminio solo se utiliza para fines muy específicos, como el curtido de cabras. El cuero curtido con estas sales tiene un color blanco opaco y un tacto suave, pero la desventaja es que se pela fácilmente con un simple lavado. A pesar de esta desventaja, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y todavía se usan en la producción de pieles (Faccini, 2021 p. 22).

Históricamente, el sulfato de aluminio se ha utilizado para todo tipo de tratamiento de agua, ya sea para consumo humano o para mejorar la calidad de las descargas industriales o de aguas residuales, como penetrante en las máquinas de limpieza y para otros fines. Actualmente, se utiliza principalmente para la purificación de agua. La mayor parte de la industria del papel requiere sulfato de aluminio no ferroso como agente de encolado ácido, (Hormes, 2022 pág. 1).

Está disponible comercialmente como sólido en concentraciones de 16% o 17% expresado como Al_2O_3 y como líquido en concentraciones entre 7% y 8%. Al curtir aluminio puro, es práctico trabajar en baños relativamente cortos para lograr una absorción e incorporación proporcionales del agente curtiente. En una receta a base de sal y alumbre, es necesario preparar una solución de 117 g de alumbre de amoníaco (sulfato de amonio y aluminio) o alumbre de potasio (sulfato de aluminio y potasio) en un litro de agua; Se añaden 75 g de carbonato de sodio cristalino y 15 g de sal de mesa a medio litro de agua, (Araujo, 2022 pág. 11).

Es recomendable que se vierta lentamente la solución de sal y carbonato sobre la solución de alumbre mientras revuelve continuamente. Al mezclar primero la harina con un poco de agua para evitar grumos, mezcle la solución combinada con suficiente harina para hacer una pasta transparente, Como antes, la piel limpia y suave debe estirarse con fuerza, con la carne hacia arriba, y el plato debe cubrirse con una capa de aprox. 3 ml de crema bronceadora espesa, protegida con papel o tela, colocada de forma que no entre en contacto demasiado estrecho con la papilla. Al día siguiente, raspar la mayor parte de la pasta y aplicar una nueva capa, repitiendo lo mismo durante 2 o 3 días, según el grosor de la piel Finalmente, la epidermis se raspa y se

sumerge en agua de bórax, se lava y se prensa y luego se estira. Lo siguiente es lo mismo que en otras técnicas. Inmediatamente los retiramos del curtido, los secamos como se describe arriba para secarlos lo más posible, dejándolos solo húmedos, y pasamos al siguiente paso (Rodríguez, 2020 pág. 10).

1.8. Exigencias de calidad para los cueros para elaboración de calzado

De acuerdo con el uso que tiene el cuero debe contener ciertas características importantes, en este específico caso tenemos que; el cuero debe poseer alta flexibilidad para prevenir fisuras, roturas en cualquier zona de flexión del calzado, la elasticidad en la capa de flor debe ser una característica importante ya que los esfuerzos por elongación pueden generar daños en este. El cuero debe tener resistencia al agua, y tener solidez a la gota de agua, esto incluye los afelpados, resistencia a tracción de serajes, estabilidad de colores, etc, en la tabla 3-1 se indica los requerimientos básicos para tener un cuero de buena calidad. (Galzarza, 2019 p. 12)

Tabla 0-3-1: Requisitos básicos para tener un cuero de calidad.

RESISTENCIAS FÍSICAS	NORMAS DE CALIDAD	LIMITES
Resistencia al desgarro	ISO 3377	Mínimo 120 N Absolutos
Resistencia a la atracción	ISO 3376 con una probeta	Mínimo 125000
Resistencia a la flexión	Del I= 90mm y bl=25mm ISO 2023	Flexiones sin agrietarse
Absorción e agua a los 60 minutos	Especificado en la norma	Máximo 30%
Tiempo para el primer paso de agua	Especificado en la norma	Mínimo 60 minutos
Penetración de agua a los 90 min	Especificado en la norma	Máximo 2 gramos
Permeabilidad al vapor de agua		Mínimo 0,8 mg/h.cm ²
Coefficiente de vapor de agua		Mínimo 20 mg/h.cm ²
Valor del pH	ISO 4045	Mínimo 3'5
pH diferencial	ISO 4045	Máximo 0,7'

Fuente: (Galzarza, 2019 p. 21).

Desarrollar pautas para la calidad del cuero del calzado es una tarea problemática, puesto que el término "material de calzado" es muy general y cubre una amplia gama de cueros y pieles de diferentes animales, razas, curtidos, recurtidos y acabados. Estas pieles son adecuadas para todo tipo de calzado: mocasines de hombre, zapatos de niño, zapatos de salón de mujer, botas militares, botas de montaña, sandalias, zapatos de trabajo, zapatos de fútbol, calzado deportivo, etc. si lo pensamos más detenidamente (Pineda, 2021 pág. 22)

Los requisitos de calidad y rendimiento de calzado a nivel mundial están especificados en los estándares obligatorios o normas de producto, que están habilitados para cada una de las regiones, por lo que existen más de 50 estándares de producto en base a los cuales un estándar de producto puede ser elegido y declarado como "executive standard" en base al material, sexo, uso previsto, grupo de edad de consumidor al que va dirigido, estilo, entre otros. La selección del "executive standard" es crucial para asegurar el cumplimiento en el calzado, en la tabla 4, se menciona los requisitos básicos para tener un cuero de calidad alta, (Bacardit, 2019 pág. 14)

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, sector kilómetro 1 ½ Panamericana Sur. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02", el tiempo de duración aproximado desde la compra de pieles hasta la confección de los artículos finales será de 60 días en la tabla 1-2, se indica las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Tabla 0-1-2: Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

INDICADORES	Promedio 2023
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s)	2,50
Heliofanía (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales (2016).

2.2. Unidades experimentales

En la presente investigación cada unidad experimental estuvo constituido por dos muestras de piel de tiburón con una medida de 20 cm longitud x10 cm de ancho, con un total de 30 pieles o unidades experimentales.

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. *Materiales*

- 30 pieles de tiburón

- Mandiles.
- Percheros.
- Raides de distintas dimensiones.
- Tinas.
- Candados.
- Mesa.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tijeras.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Papel para medir pH.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Cilindro de gas.
- Aserrín.
- Frascos de diferentes dimensiones
- Rotuladores
- Marcador

2.3.2. *Equipos*

- Bombos de remojo.
- Bombos de curtido. .
- Toggling.
- Equipo de flexometría.
- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Calefón.
- Abatanadora.
- Zaranda.
- Prensa
- Medidora

- Soplete

2.3.3. *Productos químicos*

- Cloruro de sodio
- Formiato de sodio
- Hidróxido de Calcio
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Dispersante.
- Pigmentos.
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio
- Sulfato de aluminio

2.4. **Tratamientos y diseño experimental**

Para evaluar la curtición de pieles de tiburón utilizando diferentes niveles de sulfato de aluminio, se utilizó 30 muestras distribuidas en 3 tratamientos, con 5 repeticiones cada uno y con un tamaño de la unidad experimental de 2. Los resultados experimentales serán modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), simple. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los niveles de sulfato de aluminio.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

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

$$H = \left[\frac{15}{n(n+1)} * \frac{R}{n} \right] - 3(n + 1)$$

Donde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

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

Tabla 0-2-2: Esquema del experimento.

Niveles de sulfato de aluminio	Código	Repeticiones	T.U.E.	Total pieles
7% de sulfato de aluminio	T1	5	2	10
8% de sulfato de aluminio	T2	5	2	10
9% de sulfato de aluminio	T3	5	2	10
Total de pieles		15		30

Realizado por: Martínez, Carlos,2023

En la tabla 6, se describe el esquema del análisis de varianza que será utilizado en la investigación:

Tabla 0-3-2: Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Factor A	2
Error	12

Realizado por: Martínez, Carlos,2023.

3.6. Mediciones experimentales

3.6.1. Resistencias físicas

- Resistencia a la Tensión ((N/cm²)
- Porcentaje de elongación (%)
- Lastometría (mm)

3.6.2. Análisis sensorial

- Llenura(puntos)
- Blandura (puntos)
- Curvatura del cuero (puntos)

3.7. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Para la estimación de las diferentes variables de la presente investigación se llevaron a cabo varios análisis de laboratorio. Los resultados que se obtengan serán evaluados mediante las siguientes pruebas estadísticas completamente al azar:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferencias.
- Separación de medias mediante la prueba de TUKEY con un nivel de significancia de $P < 0,01$ y $P < 0.05$
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables sensoriales.
- Análisis de regresión y correlación para variables que presenten significancia.

3.8. Procedimiento experimental

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaran 30 muestras de pieles de tiburón, que serán adquiridas en la provincia de Guayas, una vez compiladas las pieles se procederá al sorteo aleatorio ubicando los tratamientos y las repeticiones en el orden que el sorteo así lo asignó con el fin de evitar que la investigación fuera realizada sin ningún tipo de sesgo, y proporcionando las mismas condiciones a cada una de las unidades experimentales, las cuales serán sometidas al siguiente procedimiento:

3.8.1. Remojo y deschagrinado

Para realizar el remojo se pesó las pieles de tiburón frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 200% a temperatura ambiente. Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0.2% de tensoactivo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminó el baño, de remojo, (Hidalgo, 2019 pág. 22).

Para el deschagrinado se pesó las pieles y en base a este peso se preparó una solución con 10% de sal y 1% de ácido nítrico diluido de 1 a 10 veces el peso de las pieles y se dejó en reposo durante 24 horas, para luego aplicar el 0.5% de ácido nítrico de igual manera diluido durante 3 horas.(Hidalgo, 2019 pág. 22)

Posteriormente se pesó las pieles para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura 45°C al cual se añadió el 4% de diésel y el 2% de detergente líquido, se giro el bombo durante 2 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño. (Hidalgo, 2019 pág. 22)

3.8.2. Desencalado, rendido y piquelado

Luego del proceso de deschagrinado se lavara las pieles con 100% de agua limpia a 30°C, más el 0,2% de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro con 100% de agua a 35°C más el 1% de bisulfito de sodio y el 1% de formiato de sodio, más el 0,2% de producto ridente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, medir el pH que deberá estar en 8,5. (Hidalgo, 2019 pág. 22)

Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño. A continuación, se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal y luego se adiciono el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Luego Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló que el pH de las pieles se encuentre entre 2,8 -3,2, luego se efectuó el reposo durante 12 horas exactas, para que las fibras del colágeno se habrán y permitan que ingrese el producto curtiente hasta su interior y con ello la piel no se dañe (Hidalgo, 2019 pág. 22) .

3.8.3. Curtido y Basificado

Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 7% de sulfato de aluminio, para las primeras 5 pieles del tratamiento T1, así como también el 8% de sulfato de aluminio para las 5 posteriores pieles del tratamiento T2, y finalmente se adiciono el 9% de sulfato de aluminio para las 5 pieles del tratamiento T3.

Luego se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, finalmente se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora y luego se rodó el bombo durante 5 horas este basificado ayuda a que se dé una mejor fijación del producto curtiente (sulfato de aluminio), dentro de la piel. (Hidalgo, 2019 pág. 22).

3.8.4. Neutralizado y Recurtido

Una vez rebajadas las pieles a un grosor de 1mm, se pesó los cueros y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño. Posteriormente se recurtió con mimosa, dándole movimiento al bombo durante 30 minutos y posteriormente se botó el baño y se preparó otro baño con el 80% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, luego se añadió el 1.5% de recurtiente neutralizante y se rodó el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 100% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas se giró el bombo durante 60 minutos. (Hidalgo, 2019 pág. 22)

3.8.5. Tintura y Engrase

Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, luego se aumentó el 100% de agua a 70°C, más el 4% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina y el 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso. A continuación, se rodó el bombo por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se dejó los cueros de tiburón y se dejó reposar durante 1 día en sombra (apilados), se escurrieran y se secaron durante 8 días. (Hidalgo, 2019 pág. 22).

3.8.6. *Aserrinado, ablandado y estacado*

Finalmente se procederá a humedecer ligeramente a los cueros de tiburón con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de estos, durante toda la noche. Los cueros de tiburón se los ablandó a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos, estirándolos poco a poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero presente una base de tambor, y se dejó todo un día y luego se desclavo.

3.9. *Metodología de evaluación*

3.9.1. *Medición de las Resistencias físicas del cuero*

3.9.1.1. *Porcentaje de elongación*

En el ensayo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en los usos prácticos. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia de la tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comportara como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones (AQUEIC, 2012, p. 1). Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

- Se cortó una ranura en la probeta (AQUEIC, 2012, p. 1).
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujo en la ranura practicada en la probeta (AQUEIC, 2012, p. 1).
- Estas piezas estaban fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción (AQUEIC, 2012, p. 1).
- Al colocar en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarró del cuero hasta su rotura total (AQUEIC, 2012, p. 1).

3.9.1.2. Lastometría

El cálculo de la lastometría ayudara a determinar la deformación que lleva al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provoca una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebró y se agrietó. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utilizara el método IUP 9 basado en el lastómetro (AQUEIC, 2012, p. 1).

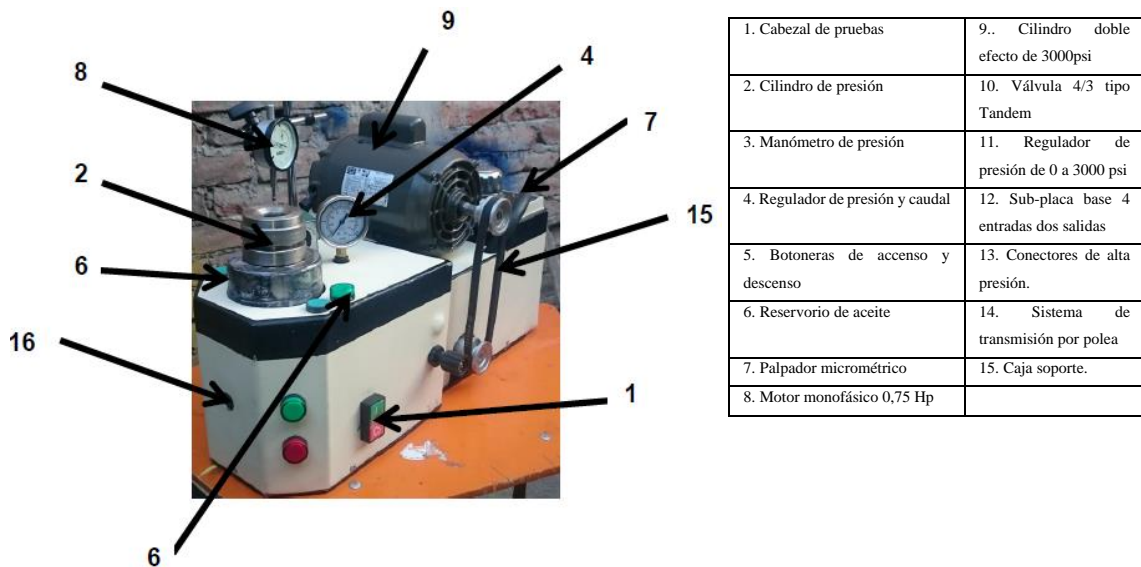


Figura 1-2: Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles , 2023 pág. 52)

3.9.1.3. Resistencia a la tensión

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

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua (AQUEIC, 2012)
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota (AQUEIC, 2012)
- La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6 (AQUEIC, 2012)

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor), con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. (AQUEIC, 2012)
- Este dato sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual se realizó el test o ensayo. (AQUEIC, 2012)
- Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en el cómo se ilustra en la fotografía 4, se realizó la medición de la longitud inicial del cuero. Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, (AQUEIC, 2012).
- Posteriormente se encenderá el equipo y procederá a calibrarlo. A continuación se elevó el display, presionando los botones negros, luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display. Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde (AQUEIC, 2012)



Figura 2-1: Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pielés , 2023 pág. 52)

3.9.2. *Calificaciones sensoriales del cuero*

3.9.2.1. *Llenura, puntos*

Para detectar la llenura o el enriquecimiento de las fibras colagénicas, se palpó el cuero de tiburón suavemente con las yemas de los dedos toda la superficie a inspeccionar, procurando obtener la mayor uniformidad posible durante el palpado de la extensión del cuero, se deberá identificar, si las fibras de colágeno están lo suficientemente llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procederá a establecer la calificación, de acuerdo a la escala de 1 a 5 puntos es decir 5 puntos sinónimo de

cueros con una llenura ideal y 1 puntos cueros muy vacíos o muy llenos, tomando en consideración el artículo que se quiere confeccionar .

3.9.2.2. Blandura, puntos

Para calificar la blandura se someterá a repetidos dobleces el cuero para determinar la flexibilidad que presenta al doblarse bajo la acción de su propio peso infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, la cual se la podrá determinar a través del órgano de la vista y del tacto, ya que se observó la deformación y se realizara la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial, simulando el movimiento que se realiza en el armado y en el uso diario.

3.9.2.3. Curvatura del cuero, puntos

Para calificar la curvatura de los cueros de tiburón curtidos con diferentes niveles de sulfato de aluminio (7%; 8% y 9%), se deberá manipular en toda la superficie del cuero para identificar si presenta la característica de arqueado o curvatura ideal para confeccionar o si se presenta acartonado duro o rugoso que no permita que después de realizar repetidos dobleces regrese a su forma inicial son provocar el aparecimiento de quiebres por soltura de flor calificando en una escala de 1 a 5 de acuerdo al mayor o menor grado de arqueado

3.9.3. Variables económicas

3.9.3.1. Relación Beneficio Costo.

Para determinar la relación beneficio costos se utilizó la siguiente formula

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

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de las resistencias físicas del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio

4.6.1. Resistencia a la tensión

Las variaciones en la media de la resistencia a la tensión del cuero de tiburón fueron altamente significativas ($P < 0.01$), en relación con la introducción de distintos niveles de sulfato de aluminio en la fórmula de curtido. La respuesta óptima se logró al aplicar un 7 % de sulfato de aluminio, con un valor de 5145.17 N/cm². Por otro lado, las pieles curtidas con un 8 % de sulfato de aluminio reportaron resultados de tensión de 3980.43 N/cm², mientras que el valor más bajo se obtuvo al utilizar un 9 % de sulfato de aluminio, registrando un valor de 2 222.39 N/cm², como se detalla en la tabla 1-3.

Tabla 0-1-3: Características físicas del cuero de tiburón elaborado con diferentes niveles de sulfato de aluminio

VARIABLES FÍSICAS	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO						Prob.	Sign.	EE
	7%		8%		9%				
Resistencia a la Tensión, N/cm²	5145,17	a	3980,43	b	2222,39	c	0,001	**	403,61
Porcentaje de Elongación, %	45,50	a	76,00	a	61,50	a	0,09	ns	8,93
Lastometría, mm	10,06	a	10,05	a	9,86	a	0,23	ns	0,09

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P < 0.01$)

Prob: Probabilidad

Sign: Significancia

EE: Error estándar

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

De acuerdo a los análisis reportados de la resistencia a la tensión se deduce que la curtición de pieles de tiburones con un nivel de sulfato de aluminio al 7 % tiene una mejor respuesta con

respecto a la resistencia de la tensión en comparación con la que se obtuvo con 8 % y 9 %. Esta información se corrobora con lo propuesto por la autora (Pilataxi, 2017 pág. 20), que menciona que cuando se añade una mayor cantidad de agente curtiente, se modifican las condiciones normales de curtido. Esto resulta en la presencia de un exceso de moléculas de sulfato de aluminio, necesario para curtir todas las fibras de colágeno.

Sin embargo, estas moléculas quedan sin utilizar, lo que perturba el proceso normal de curtido y afecta negativamente la calidad del cuero. En consecuencia, las respuestas no son satisfactorias, ya que los cueros deben cumplir con un nivel mínimo de tensión para ser aceptados en los exigentes mercados de élite, donde se demanda una alta calidad en las pieles. El uso de agentes curtientes incide directamente en la resistencia a la tensión, la cual mide la fuerza del enlace formado por los extractos curtientes. Cuando este enlace es óptimo, las respuestas son positivas; sin embargo, si los enlaces son débiles, el cuero se rompe.

Los resultados presentados satisfacen los estándares de calidad establecidos para el cuero según la norma técnica de la Asociación Española del Cuero (AQUEIC, 2012 pág. 1), esta norma establece que los cueros destinados a la fabricación de accesorios de vestimenta deben exhibir valores de resistencia a la tensión en el rango de 700 a 1200 N/cm², antes de que aparezca la primera fisura en el cuero. Por lo tanto, se observa que los cueros curtidos con sulfato de aluminio cumplen con este requisito, proporcionando la firmeza necesaria para evitar rupturas prematuras, se destaca que las características mejoradas se manifiestan especialmente con el uso del nivel del 7 %.

En el análisis de regresión representado en el gráfico 1-3, se aprecia que los resultados de resistencia a la tensión del cuero de tiburón se ajusta a una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), esta tendencia sugiere que, a medida que se incrementa el nivel de sulfato de aluminio en la fórmula de curtido de las pieles de tiburón la variable resistencia a la tensión tiende a disminuir.

Además, se estableció un coeficiente de determinación (r^2) del 67,96 %, indicando que una gran parte de la variación se explica por el contenido de sulfato de aluminio, mientras que el 32,04 % restante está influenciado por otros factores no abordados en esta investigación, especialmente relacionados con la conservación y calidad de la piel que al ser manejada en diferentes condiciones influye sobre el ingreso del producto en la estructura del colágeno de la piel y con ello la influencia en las resistencias físicas del cuero que son muy necesarias en la confección del artículo final. Además se aprecia un coeficiente de correlación de 0,82 que indica una correlación positiva alta de donde se deduce que a medida que se incrementa el nivel de sulfato de aluminio

en la curtición de pieles de tiburón también existe un ascenso en la resistencia física de tensión en forma altamente significativa ($P > 0.01$), como se ilustra en figura 1-3 .

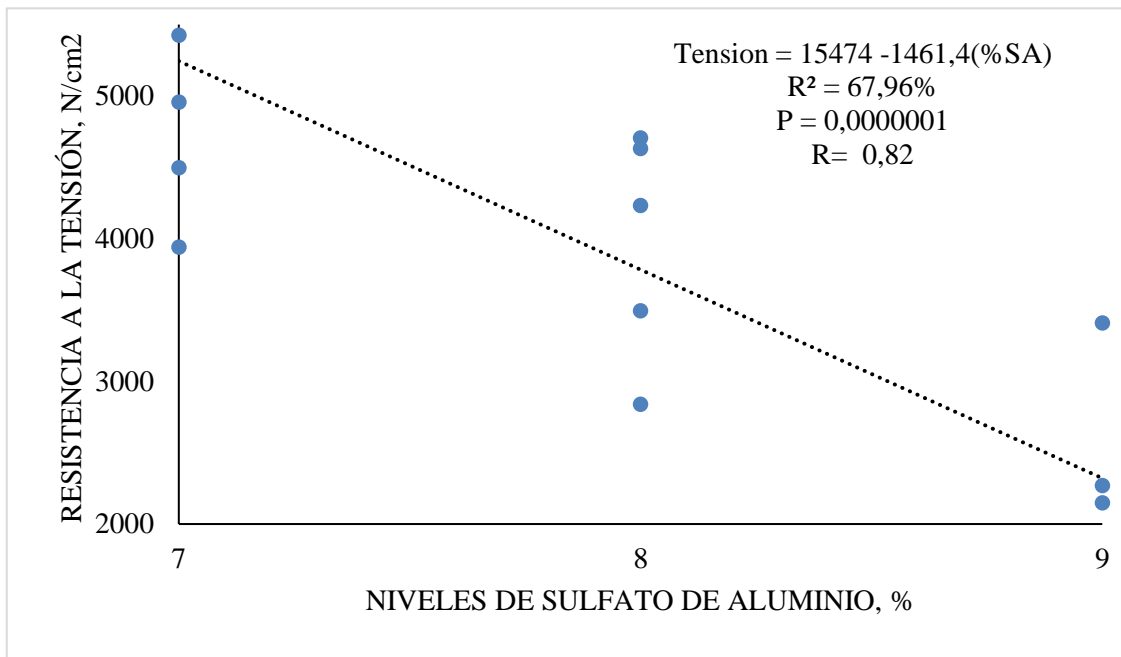


Figura 1-3: Regresión de la resistencia a la tensión del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023.

Las mediciones de tensión obtenidas en esta investigación son inferiores a las cifras proporcionadas por (Chele, 2012 pág. 41), que indica que la mayor resistencia a la tensión se observó en los cueros de corvina tratados con un 8% de alumbre, registrando un promedio de 833.88 N/cm². Al igual que en la tesis publicada por (Martínez, 2019 pág. 52), quien menciona que los mejores resultados con respecto a la tensión, los consiguió con la utilización de sulfato de aluminio al 9% con un resultado de 513,2 N/cm². Así como de (Cali, 2012 pág. 51), quien reportó el valor más alto en esta medición en los cueros curtidos con cromo, cuyo valor en las medias fue de 807,55 N/cm², comparando los estudios, se puede notar que la tensión es inferior en la presente investigación.

4.6.2. Porcentaje de elongación

En cuanto a la variable porcentaje de elongación del cuero de tiburón, no se reportaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), por efecto del porcentaje de sulfato de aluminio adicionado en la fórmula de curtido. Reportándose los mejores resultados con niveles de sulfato de aluminio al 8 % (T2), con un valor medio de 76%; seguido de las muestras curtidas con sulfato de aluminio al 9 %, con un valor medio de 61,5 %; y, por último, se reportaron los resultados obtenidos con sulfato de

aluminio al 7%, con un valor medio de 45,5 %, siendo este resultado el más bajo de la investigación, es decir cueros duros que no se moldean o alargan al confeccionar el artículo deseado, como se detalla en el gráfico 2-3.

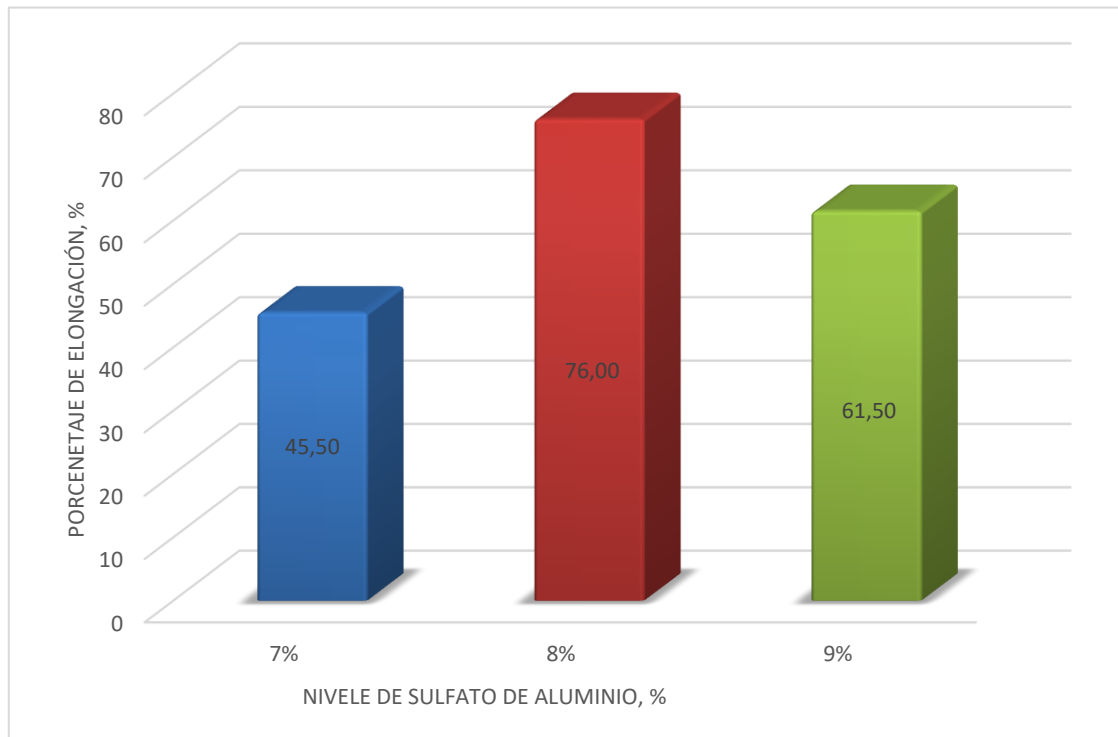


Figura 2-3: Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

Los resultados de elongación en la presente investigación permiten confirmar que la utilización de sulfato de aluminio al 8 % brindan a la piel de tiburón la elongación más asertiva. Esto se corrobora con la investigación realizada por (Bacarditt, 2004 pág. 52), quien menciona que dentro de las evaluaciones clave de la calidad física del cuero se encuentra el porcentaje de elongación, que mide la resistencia de los cueros al estiramiento sin romperse aplicando fuerzas multidireccionales. Este factor está directamente relacionado con la separación adecuada de las fibras de colágeno curtidas para prevenir el roce.

Además (Hidalgo, 2019 pág. 23), menciona que varios factores, como el hinchamiento durante la reacción de curtición, la distribución del enlace en el plano de la piel y el tamaño y cantidad de partículas del agente curtiente, pueden afectar las condiciones normales de estiramiento. Es crucial controlar estos factores para lograr una interacción óptima y mejorar la calidad de las pieles. El sulfato de aluminio destaca en este proceso debido a su afinidad superior al cromo a niveles más bajos de pH. Este agente curtiente es versátil, posee alta astringencia y destaca por su capacidad para brindar firmeza a la estructura fibrosa del cuero, permitiendo una elongación más

fácil sin romper las fibras. Su naturaleza catiónica aumenta la fijación y reduce la penetración en productos aniónicos. La hidrólisis del sulfato de aluminio en agua crea soluciones ácidas que, al integrarse en el entretejido fibrilar, confieren al cuero un efecto resorte, facilitando la elongación sin comprometer la integridad de las fibras. Esta característica hace que el sulfato de aluminio sea una materia prima adecuada para la fabricación de calzado de alta calidad.

Los resultados presentados sobre el porcentaje de elongación en las pieles de tiburón cumplen con los estándares de calidad establecidos para el cuero según la norma técnica IUP 6 de la Asociación Española del Cuero (AQUEIC, 2012). Esta normativa establece que los cueros destinados a accesorios de vestimenta deben cumplir valores de porcentaje de elongación en el rango del 40 al 80 %. Se evidencia que los cueros tratados con un 8 % de sulfato de aluminio satisfacen los requisitos, ofreciendo la elasticidad necesaria para la creación de prendas delicadas, únicas y llamativas. Estas piezas, gracias a su elasticidad, son ideales para la confección de prendas que destacan por su singularidad y atractivo visual. Además, su capacidad para cumplir con estas especificaciones las hace aptas para exportación, permitiendo que estas prendas excepcionales lleguen fácilmente a mercados internacionales. Cabe destacar que el cuero curtido con sulfato de aluminio al 7 % y al 9 %, aún se mantienen dentro del rango establecido.

Los resultados de la presente investigación son similares a los obtenidos en la investigación de (Martínez, 2019 pág. 67), quien muestra que la calidad máxima en esta variable física la logró al utilizar sulfato de aluminio al 8%, con un resultado de 75% en la piel de atún. Por otro lado, la investigación realizada por (Pilataxi, 2017 pág. 60), obtuvo resultados superiores con una elongación de 82,14% al usar sulfato de aluminio al 8%. En cuanto a la investigación propuesta por (Garces, 2017 pág. 54), los mejores resultados se obtuvieron al curtir la piel con 5% de Tara, con una elongación de 62,50%. Comparando los estudios, se puede deducir que la elongación obtenida en el presente trabajo es similar a los trabajos comparados, ya que no existe gran diferencia entre los valores.

4.6.3. Lastometría

Al realizar el análisis de la lastometría de las pieles de tiburón, no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0.05$) con respecto a los diferentes porcentajes de sulfato de aluminio (7 %, 8 %, y 9 %). Registrándose el valor más elevado y que fue de 10,06 mm, al curtir con el sulfato de aluminio al 7 %; seguido del valor de 10,05 mm con el sulfato de aluminio al 8%; mientras tanto que el valor más bajo y que fue de 9,86 mm, se registró cuando se curtió las pieles con 9% de sulfato de aluminio, como se detalla en el gráfico 3-3.

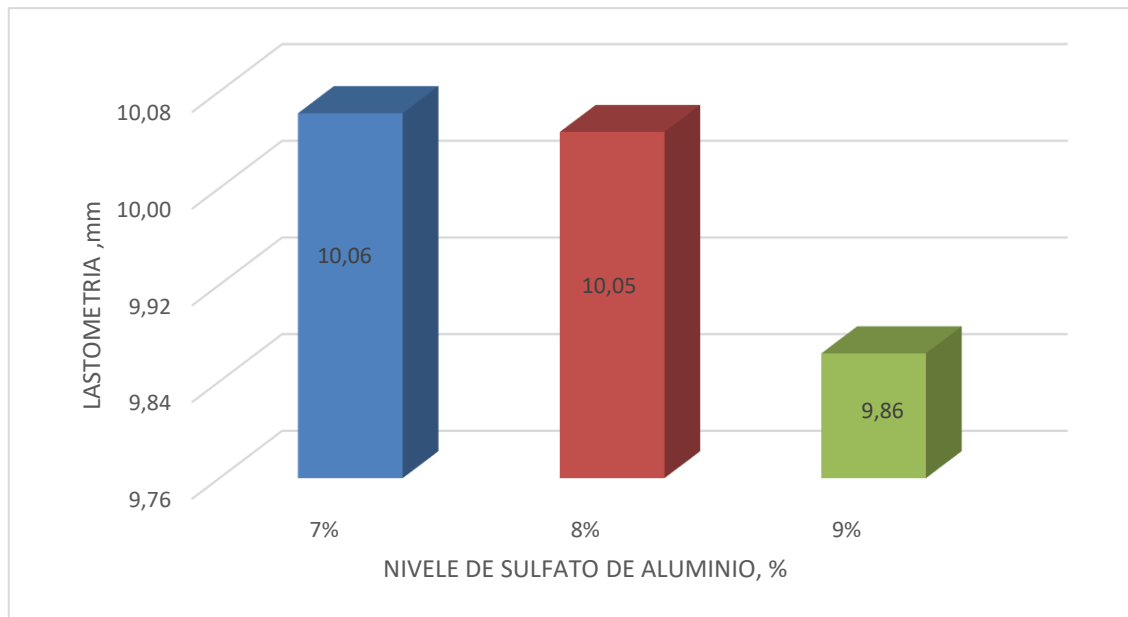


Figura 3-3: Comportamiento de la lastometría del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

Los mejores resultados en lastometría, luego de curtir la piel de tiburón, se consiguen con la aplicación de sulfato de aluminio al 7 %. Al respecto (Martínez, 2019 pág. 49) menciona que el curtido de pieles no solo incrementa significativamente su durabilidad, sino que también mejora su resistencia, llegando en algunos casos a duplicar los valores lastométricos comparados con las pieles de res, lo que se puede comparar con la piel de tiburón. Se recomienda el uso de sulfato de aluminio para potenciar la lastometría del cuero, ya que este agente curtiente altera las propiedades de la piel mediante un proceso de reticulación. Esta reticulación, resultado de una interacción irreversible con el colágeno, transforma la piel en un material estable frente al agua y a la acción de microorganismos, otorgándole así la denominación de cuero. Este cambio cualitativo resalta la resistencia y durabilidad mejoradas del material.

Las mediciones obtenidas en la presente investigación son superiores a las recomendadas por la Asociación Española del Cuero (AQUEIC, 2012) según su Norma Técnica IUP 8 (2002), que establece que la lastometría del cuero debe ser mayor a 7,5 mm. Del mismo modo, la Norma INEN 555 indica que un cuero de buena calidad debe tener una distensión mínima de 7,2 mm. Estos resultados confirman que el cuero producido posee características que lo hacen apto para su uso en accesorios para prendas de vestir, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.

Las mediciones de lastometría que se lograron en la presente investigación son superiores a las obtenidas en la investigación de (Chele, 2012 pág. 48), quien, tras curtir pieles de corvina con

diferentes porcentajes de sulfato de aluminio, consiguió un valor máximo de 4,52 mm al 7%. Resultados similares se obtuvieron al comparar esta investigación con la realizada por (Martínez, 2019 pág. 48), que obtuvo un valor máximo de lastimetría de 8,11 mm al usar sulfato de aluminio al 8% para curtir piel de atún. Por último, en la investigación de (Garces, 2017 pág. 49) se obtuvo el mejor resultado al curtir las pieles con 5% de curtiente sintético dando un valor de 8,01. En general los resultados obtenidos son superiores a los encontrados en las otras investigaciones.

3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio

3.2.1. Llenura

La evaluación de llenura en la piel de tiburón, curtida con diversos niveles de sulfato de aluminio, reporto diferencias altamente significativas $P < 0.001$), según la prueba de Kruskal Wallis, estableciéndose las respuestas más altas al curtir las pieles con un 9% de sulfato de aluminio, alcanzando un valor de la mediana de 5 puntos, que es una clasificación excelente según la escala propuesta por (Hidalgo, 2023 pág. 52).

Tabla 2-3: Calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio

Variables Sensoriales	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO			Hcal	Prob.	Sign.
	7%	8%	9%			
Llenura, puntos.	2	3	5	12,02	0,0019	**
Blandura, puntos.	5	3	2	12,02	0,0019	**
Curvatura del cuero, puntos.	1	3	4	11,8	0,0021	**

Hcal: Valor de significancia de la prueba de Kruskal-Wallis

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023.

Por otro lado, el curtido con un 8% de sulfato de aluminio reportó una mediana de 3 puntos, considerándose como bueno según la mencionada escala. Las respuestas menos favorables se observaron al curtir con 7% de sulfato de aluminio, reportando una mediana de 2 puntos, clasificadas como regular. Este patrón sugiere que el aumento de sulfato de aluminio se relaciona con una mayor calificación sensorial de llenura, indicando la idoneidad del cuero.

Los mejores resultados se obtuvieron al curtir la piel de tiburón con sulfato de aluminio al 9 %, esto se correlaciona con lo mencionado por (Linares, 2022 pág. 42), que menciona que las pieles tratadas con sulfato de aluminio presentan un tono blanco, opaco y una textura suave. Esto se debe a que las sales de aluminio, naturalmente incoloras, se utilizan en la producción de pieles para peletería. Estas sales se combinan de manera efectiva para ocupar los espacios entre las fibras de colágeno, generando así una agradable sensación de llenura. La evaluación de esta llenura se realiza considerando la capacidad del agente curtiente para penetrar la capa externa de la piel y ubicarse en el centro de las fibras de colágeno. Este efecto no solo proporciona una apariencia y textura atractivas, sino que también contribuye a preservar la piel y mejorar su calidad sensorial.

El análisis de regresión de la calificación sensorial de llenura afirma que los datos están relacionados a una tendencia lineal positiva altamente significativa, como se evidencia en el gráfico 4-3. es decir que se observa un incremento en la calificación de la llenura por cada unidad de cambio en el nivel de sulfato de aluminio adicionado a la fórmula de curtido. El coeficiente de determinación alcanza el 87,44 %, indicando que este factor explica la mayoría de la variación en la llenura. El 12,56 % sobrante está asociado a variables no contempladas en este estudio, particularmente vinculadas con el origen de la materia prima y la forma en que se extrae.

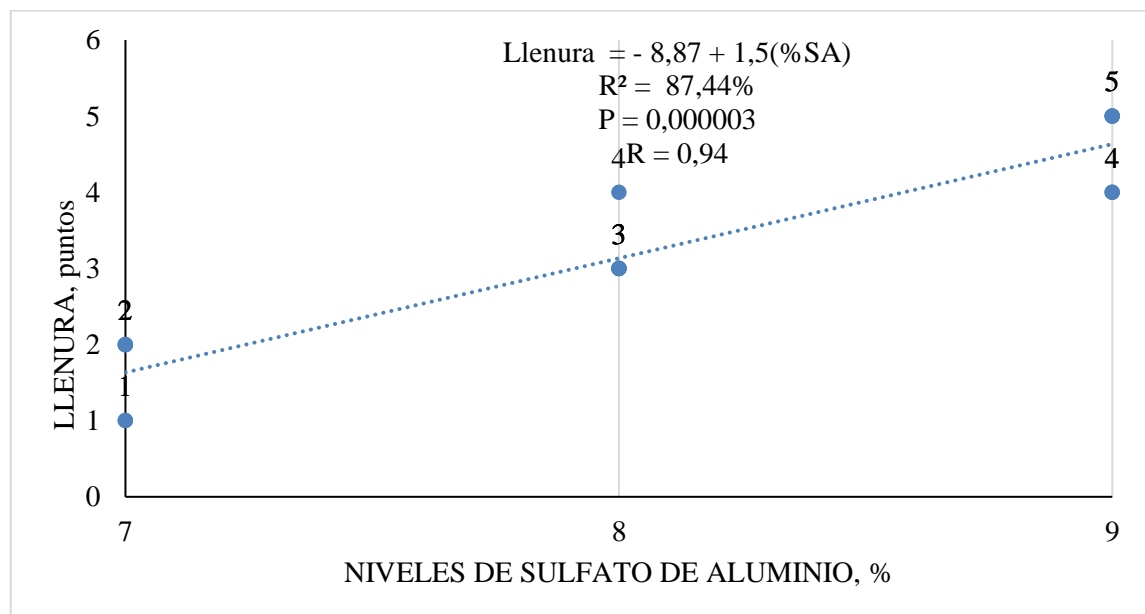


Figura 4-3: Regresión de la llenura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

Las mediciones de llenura tras curtir las pieles de tiburón con diferentes porcentajes de sulfato de aluminio son superiores a los que se aprecian en la investigación de (Chele, 2012), quien, obtuvo un valor máximo de 4,81 puntos al curtir piel de corvina con sulfato de aluminio al 9%. Al igual que en la tesis realizada por (Pilataxi, 2017), quien obtuvo 4,71 puntos con la misma técnica de

Chele. Por último, los valores de (Martínez, 2019) muestran que consiguió un puntaje máximo de 5 puntos al igual que en la presente investigación. Al comparar los estudios, se puede notar que los resultados de llenura, aunque sean superiores, los rangos son muy cercanos entre todas las investigaciones comparadas.

3.2.2. Blandura

La evaluación de blandura en la piel de tiburón registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), de acuerdo al criterio propuesto por Kruskal – Wallis por efecto de los diferentes niveles de sulfato de aluminio adicionado a la fórmula del curtido de pieles de tiburón. Estableciéndose las medianas con valores más altos en los cueros curtidos con un 7% de sulfato de aluminio (T1), obteniendo valores de 5 puntos y una calificación excelente según la escala de (Hidalgo, 2023 pág. 1). En contraste, con las respuestas más bajas que se registraron en los cueros curtidos con un 9% de sulfato de aluminio, con una mediana de 2 puntos y una calificación regular de acuerdo a la mencionada escala. Además, los cueros curtidos con un 8% de sulfato de aluminio recibieron una calificación de buena puesto que las medianas fueron de 3 puntos.

En resumen, se recomienda el uso del 7% de sulfato de aluminio para lograr una mayor blandura, esto es ratificado con lo expuesto por (Pilataxi, 2017 pág. 14), quien menciona que la blandura, es una característica sensorial, que se encarga de evaluar las condiciones naturales de la piel sin notar defectos evidentes. Este logro es complicado, ya que las pieles suelen experimentar efectos adversos mientras están en el animal, deteriorando su calidad. El objetivo principal de los agentes curtientes es transformar las fibras de colágeno mediante interacciones químicas, creando enlaces muy estables.

Esto permite ocultar, en gran medida, posibles imperfecciones sufridas por la piel en el animal, no corregidas en procesos anteriores, mejorando así las condiciones favorables. No obstante, al utilizar mayores niveles de sulfato de aluminio como agente curtiente para pieles ovinas, se genera un fenómeno donde las moléculas del curtiente no reaccionan con las fibras de colágeno, depositándose en el entramado de las pieles. Esto provoca la percepción de fibras del agente curtiente en lugares específicos, lo que, al evaluar la blandura de las pieles, da la sensación de ser defectuosas y no mejora las condiciones normales de las pieles.

El análisis de regresión representado en el gráfico 5-1, identificó que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa ($P > 0,01$), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 16,07; al aumentar, los niveles de sulfato de aluminio en la fórmula

de curtido de las pieles de tiburón, se prevé una reducción en la calificación de blandura de 1,6 puntos. El coeficiente de determinación alcanza el 88,48 %, lo que indica que este factor no explica la mayor parte de la variación en la blandura. El 11,52 % sobrante se relaciona con otros elementos, tales como la exactitud en la determinación de la muestra y la precisión de los equipos, que afectan cada fase de la conversión de la piel en cuero.

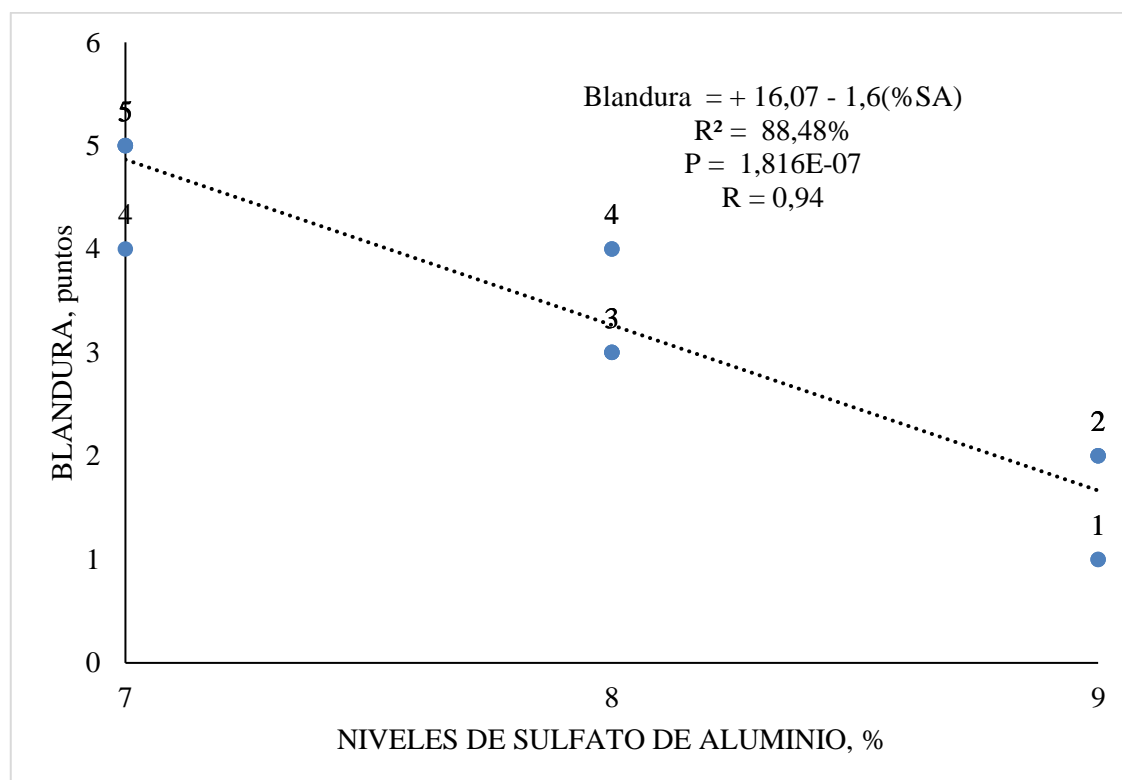


Figura 5-3: Regresión de la blandura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

Los resultados de blandura obtenidos durante la realización de la investigación son superiores a los obtenidos por (Chele, 2012 pág. 62), quien tras curtir pieles de corvina tuvo un valor de 4,56 puntos con sulfato de aluminio al 8%. Algo similar sucede al comparar este trabajo con el propuesto por (Pilataxi, 2017), quien obtuvo un valor de 4,57 puntos con la aplicación de sulfato de aluminio al 7%; y al comparar con el propuesto por (Garces, 2017), quien obtuvo un valor máximo de 4,63 puntos, que lo consiguió al curtir las pieles con 5% de curtiente sintético. En cuanto a la investigación de (Martínez, 2019), se obtiene un valor de 5 puntos al curtir la piel de atún con sulfato de aluminio al 7%. Este análisis permite deducir que las mejores características en cuanto a la blandura se obtienen al utilizar sulfato de aluminio al 7%, como se lo realizó en la presente investigación.

3.2.3. *Curvatura del cuero*

Los resultados de la evaluación sensorial de la curvatura del cuero en la piel de tiburón reportaron diferencias altamente significativas ($P > 0.01$), por efecto de los diferentes niveles de sulfato de aluminio aplicado a la fórmula de curtido de las pieles de tiburón. Estableciéndose la puntuación más alta al curtir la piel con al 9 % de sulfato de aluminio, con un valor de mediana de 4 puntos, que da una calificación de muy buena según la escala de (Hidalgo, 2023 pág. 1). Seguida de un valor de 3 puntos, con calificación de buena en la ya mencionada escala, que se obtuvo con la utilización de 8% de sulfato de aluminio. Por último, se obtuvo un valor de 1 punto, con calificación de malo, al utilizar sulfato 7 %, de aluminio .

Así que, se puede decir que el sulfato de aluminio al 9% es la mejor opción para obtener una muy buena calidad en la evaluación sensorial del tacto. Al respecto (Hormes, 2022 pág. 23), menciona que, aunque existan formas objetivas de medir la sensación táctil, los clientes son los que evalúan el cuero de manera subjetiva. También se agrega que, al utilizar curtientes de aluminio, el propósito general es lograr en el cuero una o varias de las siguientes características: blandura, estructura más compacta, falta de elasticidad, plenitud, corrección de la soltura de la flor, una piel algo más dura, con la fibra ligeramente más seca y la flor más fina y aplanada. Estos aspectos son ajustables según las preferencias, especialmente mediante la aplicación de modificadores táctiles si la textura se vuelve áspera.

En cuanto al análisis de regresión representado en la figura 6-3, se aprecia que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa, es decir que partiendo de un intercepto de 9,01 se establece que, por cada unidad de aumento en los niveles de sulfato de aluminio en la fórmula de curtido de las pieles de tiburón, se anticipa un aumento de 1,5 puntos en la calificación táctil de las pieles de tiburón, con un coeficiente de determinación del 86,54%. Mientras tanto que El 13,46% restante está asociado a elementos no contemplados en este estudio, como la precisión en los procedimientos mecánicos involucrados en la transformación de la piel en cuero.

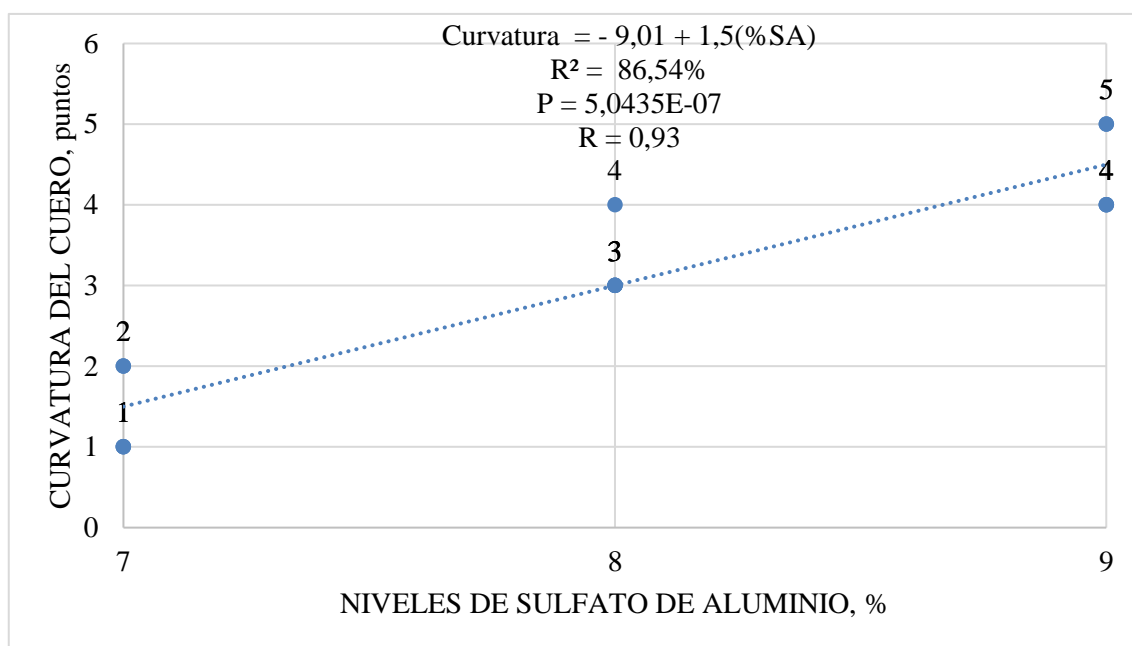


Figura 6-3: Regresión de la curvatura del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023.

Las mediciones de curvatura de cuero en esta investigación fueron inferiores a los valores obtenidos en el trabajo de (Martínez, 2019 pág. 54), quien al usar sulfato de aluminio al 7%, obtuvo un valor de 5 puntos para las pieles de atún. Lo mismo sucedió al compararla con la investigación de (Chele, 2012 pág. 62), quien logró un resultado de 4,38 puntos con sulfato de aluminio al 8% pero en pieles de corvina. Y, en la investigación realizada por (Pilataxi, 2017 pág. 69), que al curtir las pieles con sulfato de aluminio al 9%, obtuvo un resultado superior con 4,86 puntos. Comparando los estudios, se puede notar que la curvatura de cuero es inferior en la presente investigación.

3.3. Evaluación económica de la producción de pieles de tiburón curtidas al aluminio

Una vez concluida la presente investigación acerca de la curtición de pieles de tiburón con diferentes porcentajes de sulfato de aluminio (7%, 8% y 9%), se ha planteado la interrogante de si existieron ventajas económicas, por esta razón se llevó a cabo una evaluación. Esto incluyó realizar cálculos detallados de ingresos y egresos, como se detalla en la tabla 4-3, de evaluación económica. Los costos fueron evaluados teniendo en cuenta todas las erogaciones relacionadas con el proceso, abarcando aspectos como la materia prima, los insumos, la fabricación del artículo y la utilización de maquinaria. En cuanto a los ingresos, se consideraron tanto el precio de venta del artículo como los beneficios obtenidos de la venta del cuero no utilizado.

Para cada porcentaje de sulfato de aluminio, y respecto al índice de beneficio costo, se concluyó que la mayor rentabilidad se logró al emplear un 9 % de sulfato de aluminio, resultando en un beneficio/costo de 1.19 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 19%. En segundo lugar, se ubica la rentabilidad que se logró con el empleo de 8% de sulfato de aluminio, con un beneficio/costo de 1,15 es decir que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 15 centavos de dólar o lo que es lo mismo el 15% utilidad . Y, por último, aunque muy cercano, lo obtenido con 7% de sulfato de aluminio, se reportó un beneficio/costo de 1,14; es decir, el 14% de utilidad.

Efectuando un análisis general, se puede notar que con cualquier porcentaje de sulfato de aluminio se obtuvieron ventajas económicas, ya que los ingresos superaron los egresos, deduciendo que este proyecto es económicamente viable.

Tabla 3-3: Evaluación económica de la curtición de pieles de tiburón aplicando diferentes niveles de sulfato de aluminio

CONCEPTO (\$)	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO		
	7%	8%	9%
Compra pieles de tiburón	10	10	10
Costo por piel de tiburón	3,00	3,00	3,00
Valor de pieles de tiburón	30	30	30
Productos para el remojo	9	9	9
Productos para deschagrinado Y curtido	16	16	16
Productos para engrase	10	10	10
Productos para acabado	7	7	7
Alquiler de Maquinaria	4,00	4,00	4,00
Confeccion de articulos	20	20	20
TOTAL DE EGRESOS (\$)	96	96	96
INGRESOS			
Total de cuero producido	13,19	13,37	14,8
Costo cuero producido decimetro2	0,14	0,14	0,15
Cuero utilizado en confección	4	4	4
Excedente de cuero	9,19	9,37	10,8
Venta de excedente de cuero	39,57	40,11	44,4
Venta de artículos confeccionados	70,00	70,00	70,00
TOTAL DE INGRESOS (\$)	109,57	110,11	114,40
Beneficio costo	1,14	1,15	1,19

Elaborado por: Martínez, Carlos 2023

CONCLUSIONES

- Las mejores resistencias físicas se obtuvieron al curtir la piel de tiburón con sulfato de aluminio al 7 %, dando los valores más altos tanto para tensión, con 5 145.17 N/cm²; como para lastimetría con 10,06 mm. En cuanto a la elongación, se obtuvo el mejor resultado con un 76 %, utilizando sulfato de aluminio al 8 %. Todos estos resultados son aceptables puesto que supera las normas internacionales IUP.
- Las mejores características sensoriales se obtuvieron con diferentes porcentajes de sulfato de aluminio. Para la llenura, el mejor porcentaje fue de 9 %, dando una puntuación de 5, que se traduce como excelente. Para la blandura, el mejor porcentaje fue de 7 %, dando también una puntuación de 5. Y para la curvatura del cuero, el mejor porcentaje fue de 9 %, dando una puntuación de 4, que se traduce como muy buena.
- La investigación sobre la curtición de pieles de tiburón con diferentes concentraciones de sulfato de aluminio demostró ventajas económicas en todos los casos evaluados (7%, 8% y 9%). La rentabilidad más alta se logró con un 9% puesto que la rentabilidad fue de 1.19 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 19 centavos de dólar o lo mismo que decir del 19% En términos generales, el proyecto resulta económicamente viable, ya que los ingresos superaron los costos en todos los escenarios.

RECOMENDACIONES

- Dado que se trata de una piel no convencional, es fundamental mantener la estética visual del cuero, considerando su comercialización en mercados altamente exigentes. Por lo tanto, se recomienda la utilización de sulfato de aluminio al 9 % logrando mejoras notables en su color, caída y, sobre todo, el tacto del cuero. Esto cobra especial importancia debido a la estructura escamosa inherente a este tipo de piel.
- Explorar el proceso de curtido en diferentes tipos de pieles, como las de tilapia, corvina, atún y otras especies. Esta práctica se presenta como una alternativa ecológica que brinda beneficios al medio ambiente al reducir los efectos perjudiciales asociados al curtido más convencional, particularmente aquel que involucra el uso de cromo.
- Es aconsejable difundir la tecnología del curtido de pieles no convencionales como la de tiburón, usando diferentes curtientes amigables con el ecosistema para mitigar los impactos ambientales que conlleva todo el proceso de curtiembre, y así obtener pieles de calidad que servirán para productos terminados con un alto valor agregado.

BIBLIOGRAFÍA

ALULEMA, Miroslav. Obtencion de cuero a partir de los desechos de piel de dorado (Coryphaena Hippurus), mediante el uso de sulfato de cromo y taninos vegetales . [En línea] Universidad de Guayaquil , 2022. Disponible en:

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/65396/1/BINGQ-IQ-22P95.pdf.

AQUEIC. Normas de calidad del cuero destinado a la confeccion de calzado. Barcelona : Asociación Española en la Industria del Cuero, 2012.

ARAUJO, Yudith. “determinacion de parametros tecnologicos para la obtención de cuero a partir de piel de tiburón azul (Prionace glauca), Pota (Dosidicus gigas) y tilapia (Oreochromis niloticus)”. [En línea] 2022.

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

ARIAS, Alejandro. Estudio de materiales compuestos de cuero recuperado aglomerados con resina polimérica. [En línea] Pontificia Universidad Politecnica del Peru , 2022. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5327>.

ARMENDARIZ, Federico.. El uso de la piel de tiburón que no te imaginas. [En línea] COPE, 2022. Disponible en:

https://www.cope.es/emisoras/canarias/santa-cruz-de-tenerife/tenerife/noticias/uso-piel-tiburon-que-imaginas-20201130_1022848.

ARTIGAS, Manuel. *Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles.* 1 a. Barcelona, : Latinoamericana, 2007.

BACARDIT, Anna. *El acabado del cuero.* Segunda edicion. Igualada, España : Edit. CETI, 2019.

BARREZUETA, Raúl. Aprovechamiento de la piel de tiburón carcharhinus limbatus en la elaboración de cueros no tradicionales. [En línea] Universidad Técnica de Machala, 2022. Disponible en:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1683>.

BRUNETTI, Aldo. Piel de tiburón contra las superbacterias de los hospitales. [En línea] Cienciabiologia.com, 2022. Disponible en:
<https://cienciaybiologia.com/piel-de-tiburon-para-combatir-las-superbacterias-de-los-hospitales/>.

CALLEJAS, Luciano. Propuesta de Mejoramiento de la Productividad de la Curtiduría Tungurahua S.A. Ubicada en la ciudad de Ambato . Ambato, Ecuador : s.n., 2020.

CAMPOS, Juan. La piel y su estructura . [En línea] 2022. Disponible en:
https://www.quimicainternacional.com/pdf/biblioteca/enciclopedia/Capitulo_01_Estructura_de_la_piel.pdf.

CHELE, Andres. *Curtición de pieles de argyrosomus regiu (corvina), con la utilización de diferentes niveles de curtiembre mineral alumbre.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2887/1/27T0207.pdf>

CHURATA, Miguel. Curtición de pieles . [En línea] 2022. Disponible en:
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14746543/curticion-de-pieles-universidad-nacional-jorge-basadre-grohmann>.

CORDERO, Hector. *Nuevas perspectivas en el estudio de la piel y el moco de peces teleósteos.* [En línea] DIALNET, 2022. Disponible en:
[https://nortonsafe.search.ask.com/web?omniseach=yes&q=La+piel+de+los+peces+\(tele%C3%B3steos\)&annot=false&vendorConfigured=ask&o=APN12174&prt=SSS&ver=3.19.0.4&tpr=111&chn=store&guid=2c12d548-d0ad-451a-f173-e1df6a58bfc8&doi=2022-04-17#:~:text=https%3A//dia](https://nortonsafe.search.ask.com/web?omniseach=yes&q=La+piel+de+los+peces+(tele%C3%B3steos)&annot=false&vendorConfigured=ask&o=APN12174&prt=SSS&ver=3.19.0.4&tpr=111&chn=store&guid=2c12d548-d0ad-451a-f173-e1df6a58bfc8&doi=2022-04-17#:~:text=https%3A//dia).

DE PERINAT, María. Conservación de la piel en bruto, para ser transformada. [En línea] CUERONET , 2022. Disponible en:
http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/part01/lecc03/capitulo31000.html.

DE SOUSA, Maria. Curtido de piel de tiburón . [En línea] 2020. Disponible en:
chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1133.

ESPARZA, Damian. Que se puede hacer con la piel de tiburón? [En línea] 2020.
<https://respuestasrapidas.com.mx/que-se-puede-hacer-con-la-piel-de-tiburon/>.

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

GALZARZA. 2019. *"Curtición de pieles caprinas (capra hircus), con diferentes niveles de oxazolidina, en combinación con sulfato de aluminio para la elaboración de calzado de dama"*.
Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba : Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2019. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13376>.

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

INDIGOQUIMICA. Curtición Wet-White. [En línea] 2022. Disponible en:
<https://xdoc.mx/preview/curticion-wet-white-indigo-quimica-sl-5eac880e1e6d2>.

JONES, Celiano. *Manual de Curtición Vegetal.* Buenos Aires, Argentina. 3ª edición : Edit. LEMIN., 2020.

LINARES, Francisco. El poder de la piel de tiburón, revelado. [En línea] 2022. Disponible en:
<https://www.abc.es/ciencia/20140515/abci-poder-piel-tiburon-revelado-201405151148.html>.

MARTÍNEZ, Karen. *Curtición de pieles de Thunnys albacares (atún) con diferentes niveles de sulfato de magnesio.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13476/1/27T0414.pdf>

MOLINA, Diana. Tegumento, piel y faneras . [En línea] 2021. Disponible en:
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-rey-juan-carlos/histologia-y-organografia/tema-16-histologia-y-organografia-animal-20212022/18970769>.

PILATAXI, Andrea. *Utilización de precurtiente resínico en combinación con diferentes niveles de sulfato de aluminio para la curtición de pieles ovinas en la obtención de cuero para calzado.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 25 de 11 de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/234584552.pdf>

PINEDA, Yomira. Utilizacion de diferentes niveles de blanqueante óptico en la fabricacion de cuero blanco para calzado deportivo . [En línea] ESPOCH, 2021. Disponible en:
<https://1library.co/document/qvxlxlvly-utilizacion-diferentes-niveles-blanqueante-optico-fabricacion-calzado-deportivo.html>.

PRADO, Luis. Introduccion a la tecnologia del cuero de tiburon . [En línea] CUERONET, 2022. Disponible en:
<https://biblioteca.org.ar/libros/cueros/pieltiburon.htm>.

RODRIGUEZ, Carina. Dentículos dérmicos de tubarões da Costa Portuguesa:a sua utilização para identificação das diferentes espécies. [En línea] Repositório da Universidade de Lisboa, 2020. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10451/1411>.

SELA., Cristhian *Desarrollo de la formulación de curtición vegetal utilizando Caesalpinia Spinosa (TARA) en combinación con glutaraldehído en la empresa de curtiembre el AL-CE.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Guano, Chimborazo, ECUADOR : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10531>.

VEGA, Carolina.. Estudio de las propiedades de la piel del tiburón y de sus aplicaciones biomiméticas. [En línea] 2023. Disponible en:
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/29248/VegaFiano_Carolina_TFG_2021.pdf?sequence=2.

ZURITA, Germán. *Análisis descriptivo de la sustentabilidad económica, social y ambiental de la industria del cuero del Ecuador. Análisis de caso.* Universidad San Francisco De Quito, Quito : 2019.



ANEXOS

ANEXO A: Base de datos resistencias físicas del cuero de tiburón

Tratamiento	Repetición	Tensión	Elongación	Lastometria
7%	1	4956,44	47,50	10,05
7%	2	3939,67	42,50	10,07
7%	3	6908,89	52,50	10,07
7%	4	4496,25	42,50	10,05
7%	5	5424,62	42,50	10,07
8%	1	4704,58	57,50	10,07
8%	2	4632,44	72,50	10,05
8%	3	3493,33	65,00	10,02
8%	4	2839,05	110,00	10,08
8%	5	4232,76	75,00	10,02
9%	1	3408,21	62,50	9,96
9%	2	1507,83	42,50	9,96
9%	3	1778,15	37,50	9,28
9%	4	2147,88	107,50	10,07
9%	5	2269,89	57,50	10,05

ANEXO B: Base de datos pruebas sensoriales del cuero de tiburón

Tratamiento	Repeticion	Llenura	Blandura	Curvatura del cuero
7%	1	2	5	2
7%	2	2	5	1
7%	3	1	4	1
7%	4	2	5	2
7%	5	1	5	1
8%	1	3	4	3
8%	2	4	3	4
8%	3	3	3	3
8%	4	3	3	3
8%	5	3	4	3
9%	1	5	2	5
9%	2	4	1	4
9%	3	5	2	4
9%	4	5	1	4
9%	5	4	2	5

ANEXO C: Resistencia a la tensión del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	4956,44	3939,67	6908,89	4496,25	5424,62
8%	4704,58	4632,44	3493,33	2839,05	4232,76
9%	3408,21	1507,83	1778,15	2147,88	2269,89

CV: 23,86%

CVajustado: 2,37

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	31423889,64	2244563,55					
Tratamiento	2	21650016,01	10825008,00	13,29	6,93	3,89	0,001	**
Error	12	9773873,64	814489,47					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	5145,17	a	403,61
8%	3980,43	b	403,61
9%	2222,39	c	403,61

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	21356672,1	21356672,1	27,5782993	0,00015645
Residuos	13	10067217,5	774401,347		
Total	14	31423889,6			

ANEXO D: Porcentaje de elongación del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	47,50	42,50	52,50	42,50	42,50
8%	57,50	72,50	65,00	110,00	75,00
9%	62,50	42,50	37,50	107,50	57,50

CV: 32,23

CV: AJUSTADO 4,42

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	7110,00	507,86					
Tratamiento	2	2327,50	1163,75	2,92	6,93	3,89	0,09	ns
Error	12	4782,50	398,54					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	45,50	a	8,93
8%	76,00	a	8,93
9%	61,50	a	8,93

ANEXO E: Lastometria del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	10,05	10,07	10,07	10,05	10,07
8%	10,07	10,05	10,02	10,08	10,02
9%	9,96	9,96	9,28	10,07	10,05

CV: 1,92

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	0,566	0,040					
Tratamiento	2	0,122	0,061	1,65	6,93	3,89	0,23	ns
Error	12	0,444	0,037					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	10,06	a	0,09
8%	10,05	a	0,09
9%	9,86	a	0,09

ANEXO F: Llenura del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
8%	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00
9%	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00

CV: 16,98

CV ajustado: 7,21

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	25,73	1,84					
Tratamiento	2	22,53	11,27	42,25	6,93	3,89	0,00	**
Error	12	0,444	0,037					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	1,60	c	0,23
8%	3,20	b	0,23
9%	4,60	a	0,23

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1,00	22,50	22,50	90,46	0,00
Residuos	13,00	3,23	0,25		
Total	14,00	25,73			

ANEXO G: Blandura del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00
8%	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00
9%	2,00	1,00	2,00	1,00	2,00

CV: 16,98

CVajustado: 7,21

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	28,93	2,07					
Tratamiento	2	25,73	12,87	48,25	6,93	3,89	0,00	**
Error	12	3,20	0,27					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	4,80	a	0,23
8%	3,40	b	0,23
9%	1,60	c	0,23

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1,00	25,600	25,600	99,840	0,000
Residuos	13,00	3,333	0,256		
Total	14,00	28,933			

ANEXO H: Blandura del cuero de tiburón

Niveles	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
7%	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00
8%	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00
9%	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00

CV: 16,98

CVajustado: 7,37

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sig
Total	14	26,00	1,86					
Tratamiento	2	22,80	11,40	42,75	6,93	3,89	0,00	**
Error	12	3,20	0,27					

SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY

Nivel	Media	Rango	EE
7%	1,40	c	0,23
8%	3,20	b	0,23
9%	4,40	a	0,23

ADEVA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1,00	22,5	22,50	83,57	5,04E-07
Residuos	13,00	3,5	0,27		
Total	14,00	26			

ANEXO I: Resumen de las resistencias físicas del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio

Variables	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO						Prob	Sign	CV	EE	CV ajustado
	7% T1		8% T2		9% T3						
Tension	5145,17	a	3980,43	b	2222,39	c	0,001	**	23,86	403,61	2,37
Elongacion	45,50	a	76,00	a	61,50	a	0,09	ns	32,73	8,93	4,42
Lastometria	10,06	a	10,05	a	9,86	a	0,23	ns	1,92	0,09	

ANEXO J: Resumen de las calificaciones sensoriales del cuero de tiburón curtido con diferentes niveles de sulfato de aluminio

Variables	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO						Prob	Sign	CV	EE	CV ajustado
	7% T1		8% T2		9% T3						
Llenura	1,60	c	3,20	b	4,60	a	0,00	**	16,48	0,23	7,23
Blandura	4,80	a	3,40	b	1,60	c	0,00	**	15,81	0,23	7,21
Curvatura del cuero	1,40	c	3,20	b	4,40	a	0,00	**	17,21	0,23	7,37

ANEXO K: Receta del proceso de ribera y deschagrinado de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w (4,4)kg	BAÑO	Agua	200	8.8	kg	Ambiente	3 horas.
Remojo		Tenso activo	0,2	8.8	g		
		Cloro	0,05	2.2	ml		
Botar baño							
Descarnado / Deschagrinado	BAÑO	Agua	60	2,64	kg	Ambiente	30 min.
		Sal	10	440	g		
		Ácido Nítrico	1	44	g		
		Ácido Nítrico	1	44	g		
		Ácido Nítrico	1	44	g	60 min.	
Reposo 24h							
Rodar 10 minutos							
Deschagrinado	BAÑO	Ácido Nítrico	0,5	22	kg	Ambiente	30 min.
Desengrase		Ácido Nítrico	0,5	22	g		30 min.
		Ácido Nítrico	0,5	22	g		3 horas.
Reposo 12 horas							
Botar baño							
Desengrase	BAÑO	Agua	100	4,4	kg	45°C	2 horas
		Diesel	4	176	g		
		Detergente Liquido	2	88			
Botar baño							
Desengrase	BAÑO	Agua	200	8,8	kg	40°C	60 min.
		Detergente Liquido	2	88	g		
Botar baño							

ANEXO L: Receta para el piquelado, curtido y basificado de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
Piquelado	BAÑO	Agua	60	2640	g	Ambiente	10 min.
		NaCl (sal)	10	2,4	kg		20 min.
		HCOOH1:10(Ac. fórmico)	0,7				20 min.
		1 parte (Diluida)		31	g		20 min.
		2 parte		31	g		20 min.
		3 parte		31	g		20 min.
		HCOOH1:10(Ac. fórmico)	0,4				20 min.
		1 parte (Diluida)		18	g		20 min.
		2 parte		18	g		60 min.
		3 parte		18	g		
Piquelado	Reposo 12 horas						
	Rodar 10 minutos						
		HCOOH1:10(Ac. fórmico)	0.2	8.8	g	Ambiente	
		Aceite Catiónico	1	44	g		10 min
Botar baño							
Curtido		Sulfato de aluminio	7,8,9	308-352-396	g	Ambiente	.
		Basificante	0.5				60 min.
		1 parte		22	g		60 min.
		2 parte		22	g		5 horas
		3 parte		22	g		
Botar Baño							
Reposo							

ANEXO M: Receta para acabados en húmedo de cuero de tiburón para para calzado de dama utilizando 7,8 y 9 % de sulfato de aluminio

Anexo 1. Evidencia fotográfica del proceso de ribera de las pieles de tiburón en el Laboratorio

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO	
w(2)kg	BAÑO	Agua	200	4	kg	25	30 min.	
REMOJO		Tenso activo	0,2	4	g			
		HCOOH (Ac. Fórmico)	0,3	4	g			
Botar baño								
Recurtir	BAÑO	Agua	100	20	kg	40	40 min.	
		Glutaraldehído	3	60	g			
		Sulfato de Aluminio	2	40	g			
Botar baño								
Neutralizado	BAÑO	Agua	100	2	kg	40	60 min.	
		NaCOOH (Formiato de Na)	1	20	g			
		Resina Acrílica	2	40			60 min.	
		Recurtiente neutral Pak	2	40	g			
	Botar baño							
	BAÑO	Agua	400	8	kg	40	40 min.	
Botar baño								
Tinturado	BAÑO	Agua	50	1	kg	45	30 min.	
		Estireno Maleico	3	60	g			
		Anilina	2	40	g		60 min.	
		Tara	4	80	g			
Engrase	BAÑO	Agua	150	3	kg	70	60 min.	
		Ester Fosfórico	14	280	g			
		Aceite Mineral	1	2	Kg			
		Parafina Sulfoclorada	6	120	g			
Fijar	BAÑO	HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,5	10	g	70	10 min.	
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,5	10	g		10 min.	
		Anilina Catiónica 1:5	0,3	6	g		10 min.	
		HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,5	10	g		10 min.	
		Anilina Catiónica 1:5	0,4	8	g		10 min.	
		Glutaraldehído	1	20	g		20 min.	
		Botar baño						
		BAÑO	Agua	200	4	kg	Ambiente	20 min.
Botar baño								
Perchar (apilar flor con flor y tapar con fundas negras)								
Secado								

de Curtiembre de la FCP, de la ESPOCH.

ANEXO N: Evidencia fotográfica del proceso de deschagrinado.



ANEXO O: Evidencia fotográfica del proceso de descarnado, piquelado y desengrase.



ANEXO P: Evidencia fotográfica del proceso del curtido y perchado.



ANEXO Q: Evidencia fotográfica del proceso de acabado en húmedo.

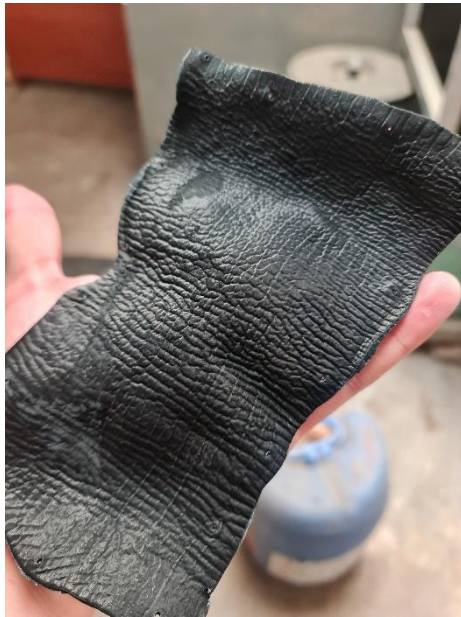
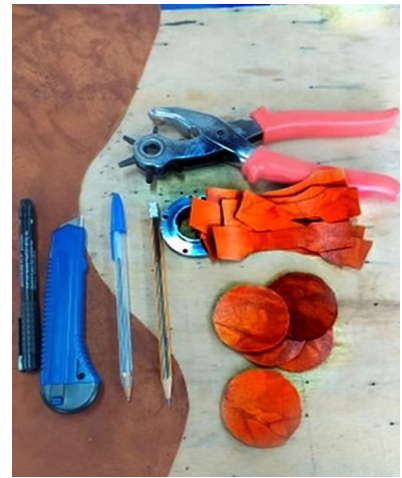




ANEXO R: Evidencia fotográfica del proceso de oreado, aserrinado y estacado de los cueros.



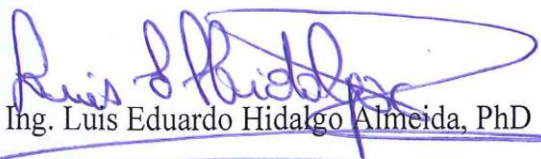

ANEXO S: Evidencia fotográfica del proceso de las pruebas físicas de los cueros.





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

Fecha de entrega: 29/ 02 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: CARLOS GABRIEL MARTÍNEZ PAREDES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial
 Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD Firma del Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán, MsC. Firma del Asesor del Trabajo de Integración Curricular