



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**CURTICIÓN DE PIELES DE *THUNNUS ALBACARES* (ATÚN) CON
DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado para optar el grado académico de:
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: KAREN ALEJANDRA MARTINEZ ALAVA.
DIRECTOR: Ing.. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD

Riobamba - Ecuador

2019

DERECHO DE AUTOR

©2019, Karen Alejandra Martínez Alava

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.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: el trabajo de investigación: tipo proyecto de Investigativo “**CURTICIÓN DE PIELES DE *THUNNUS ALBACARES* (ATÚN) CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO**”, de responsabilidad de la señorita egresada **KAREN ALEJANDRA MARTÍNEZ ALAVA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Georgina Hipatia Moreno Andrade
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida PhD.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. MC. Manuel Enrique Almeida Guzmán.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, KAREN ALEJANDRA MARTÍNEZ ALAVA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Karen Alejandra Martínez Alava

DEDICATORIA

La vida implica dificultades y obstáculos, sobrevive el que lucha, el que persevera, el que no se rinde para alcanzar el éxito.

Dedico este trabajo principalmente a DIOS, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi mamita Ángela Alava Chica, por el gran amor y la devoción que me tienes, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado. Por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos.

No existirán palabras en este mundo para agradecerte por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos y ser mi gran ayuda durante esta etapa, ¡solo me queda decirte lo logramos mamita esto es para ti!

AGRADECIMIENTO

La gratitud se da cuando la memoria se almacena en el corazón y no en la mente.

Agradezco a DIOS por permitirme culminar mi carrera universitaria con éxito y salud y por todas las bendiciones en mi vida.

A mi compañero de vida mi esposo Alexis Benjamín Chele Arce por ayudarme a terminar con este gran sueño y siempre esas palabras de aliento que me ayudaban a seguir, te amo mi vida gracias por todo tu esfuerzo y ayuda incondicional.

A mi Papi Gudberto Martínez que de una u otra manera supo ayudarme cuando lo necesite.

A mis hermanos y hermanas que siempre estuvieron pendiente de este proceso les agradezco por su ayuda brindada y desinteresada.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DERECHO DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Piel.....	3
1.2. Estructura de la piel.....	3
1.2.1. Epidermis.....	4
1.2.2. Dermis (o corium).....	4
1.2.3. Tejido subcutáneo.....	6
1.3. Química de la piel.....	7
1.4. Definición de colágeno.....	8
1.4.1. Composición del colágeno.....	9
1.4.2. Tipos de colágeno.....	10
1.5. Hinchamiento.....	11
1.5.1. Tipos de hinchamiento en la piel.....	13
1.5.1. Desnaturalización.....	14

1.6.	Pieles de animales marinos.....	14
1. 6.1.	Aprovechamiento de la piel de atún.....	16
1.6.2.	Histología de la piel de los peces.....	16
1.6.3.	Propiedades fisicoquímicas del colágeno de la piel de animales marinos.....	18
1.7.	Atún.....	19
1.9.	Piel ecológica.....	21
1.10.	Piel y materiales sintéticos.....	21
1.8.	Curtición de las pieles de atún.....	22
1.8.1.	Remojo.....	23
1.8.2.	Apelambrado.....	23
1.8.3.	Desencalado y rendido.....	25
1.8.4.	Descarnar.....	25
1.8.5.	Dividir.....	26
1.8.6.	Desencalado.....	26
1.8.7.	Rendido.....	27
1.8.8.	Piquel.....	28
1.1.1.	Sales curtientes de aluminio.....	28
1.11.1.	Curtición con sulfato de aluminio.....	28
1.11.2.	Procesos de acabado.....	29
1.11.3.	Rebajado y neutralizado.....	30
1.11.4.	Teñido.....	30
1.11.5.	Engrase.....	31
1.11.6.	Secado y ablandado.....	31
1.11.7.	Acabado en seco.....	31
1.12.	Producto terminado.....	32

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLOGICO.....	33
2.1.	Localización y duración del experimento.....	33
2.2.	Unidades Experimentales.....	33
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones.....	34
2.3.1.	Materiales.....	34
2.3.2.	Equipos.....	35
2.3.3.	Productos químicos.....	35
2.4.	Tratamiento y diseño experimental.....	37
2.5.	Mediciones Experimentales.....	37

2.5.1.	Físicas.....	37
2.5.2.	Sensoriales.....	38
2.5.3.	Económicas.....	38
2.6.	Análisis Estadísticos y pruebas de significancia.....	38
2.7.	Procedimiento experimental.....	39
2.8.	Metodología de evaluación.....	42
2.8.1.	Análisis sensorial.....	42
2.8.2.	Análisis de laboratorio.....	42
2.8.2.1.	Resistencia a la tensión.....	43
2.8.2.2.	Porcentaje de elongación.....	45
2.8.2.3.	Lastometría.....	47

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
3.1.	Resistencias físicas.....	48
3.1.1.	Resistencia a la flexión.....	48
3.1.2.	Porcentaje de elongación.....	50
3.1.3.	Lastometría.....	52
3.2.	Evaluación sensorial.....	53
3.2.1.	Llenura.....	53
3.2.2.	Blandura.....	55
3.2.3.	Tacto.....	57
3.3.	Análisis de correlación.....	58
3.4.	Evaluación económica.....	59
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	62
	BIBLIOGRAFIA.....	63
	ANEXOS.....	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1:	Funciones de la piel	6
Tabla 2-1:	Volumen de los átomos que actúan en el hinchamiento de la piel.	12
Tabla 3-2:	Condiciones Meteorológicas del cantón Riobamba.....	33
Tabla 4-2:	Esquema del experimento.....	37
Tabla 5-2:	Esquema Del Adeva.	39
Tabla 6-2:	Consideraciones para calcular la resistencia a la tensión del cuero.	44
Tabla 7-3:	Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio	48
Tabla 8-3:	Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio. 54	
Tabla 9-3:	Análisis de correlación entre las variables físicas y sensoriales de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	58
Tabla 10-3:	Evaluación económica de la producción de pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	560

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1:	Partes de la piel.	3
Figura 2-2:	Forma y dimensiones de las probetas.	46
Figura 3-2:	Plantilla para el cálculo de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Estructura del alfa-aminoácido.....	8
Gráfico 2-1:	Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno.	9
Gráfico 3-1:	Tipos de atunes.....	20
Gráfico 4-3:	Regresión de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	50
Gráfico 5-3:	Porcentaje de elongación de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.....	51
Gráfico 6-3:	Lastometría de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	52
Gráfico 7-3:	Regresión de la llenura de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	55
Gráfico 8-3:	Regresión de la blandura de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.....	56
Gráfico 9-3:	Regresión del tacto de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	57

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1- 2:	Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.	43
Fotografía 2- 2:	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia al frote	44
Fotografía 3- 2:	Prototipo mecánico lastómetro	47

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A:	Resistencia a la flexión de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	68
ANEXO B:	Porcentaje de elongación de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	69
ANEXO C:	Lastometría de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	70
ANEXO D:	Llenura de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	71
ANEXO E:	Blandura de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	72
ANEXO F:	Tacto de las pieles de <i>Thunnus albacares</i> (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.	74
ANEXO G:	Procesos de rivera de pieles de atún.....	75
ANEXO H:	Proceso de pelambre en bombo en pieles de atún. Error! Marcador no definido.	
ANEXO I:	Proceso de descarnando desescalado y primer piquelado de pieles de atún.....	78
ANEXO J:	Proceso de desengrase y segundo piquelado de pieles de atún	79
ANEXO K:	Proceso de curtido y acabado de pieles de atun	80
ANEXO L:	Proceso de neutralizado en pieles de atun	80
ANEXO M:	Proceso de acabado en seco en pieles de atún	81
ANEXO N:	Evidencia fotográfica del proceso de desescalado de las pieles de Atún.....	82
ANEXO O:	Evidencia fotográfica del proceso de rendido purgado desengrase y piquelado	

	de las pieles de Atún.....	82
ANEXO P:	Evidencia fotográfica del curtido de las pieles de Atún con diferentes niveles de sulfato de aluminio.	83
ANEXO Q:	Evidencia fotográfica del recurtido, Neutralizado y Tintura y engrase de las pieles de Atun.....	83
ANEXO R:	Evidencia fotográfica del perchado de las pieles de Atún.....	84
ANEXO S:	Evidencia fotográfica de las pruebas físicas de las pieles de Atún	84

RESUMEN

La curtiembre de pieles de atún (*Thunnus albacares*) la realizamos con una investigación en el laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de la ciudad de Riobamba, mediante la utilización de diferentes niveles (7%, 8% y 9%), de sulfato de aluminio y se evaluó las resistencias físicas (Tensión elongación, y lastimetría) además de la evaluación sensorial (Llenura, blandura, y tacto). Se utilizó para la evaluación 15 pieles distribuidas en cinco repeticiones con un lapso de dos días por cada unidad experimental de una piel de atún distribuidas bajo un Diseño completamente al Azar. Los resultados, fueron analizados mediante un análisis de varianza (ADEVA) y separación de medias mediante la prueba estadística de Duncan. Los resultados indicaron que las resistencias físicas del cuero de atún son mayores al ser curtido con 9 % de sulfato de aluminio debido a que la flexión (513.2 ciclos) y porcentaje de elongación (79 %) superan a las exigencias de calidad de entidades internacionales como las normas de comisión internacional de ensayos físicos (IUP). La lastimetría que es la resistencia al frote de la piel provocando su ruptura, en los cueros de atún no se vieron afectados estadísticamente por efecto de los niveles de sulfato de aluminio registrándose valores entre 6.70 y 8.11mm que cumple con la norma de comisión internacional de ensayos físicos (IUP). Las calificaciones sensoriales del cuero de atún son más altas al curtir con 7 % de sulfato de aluminio en blandura, y tacto (5 puntos), mientras que en llenura se alcanzó con el nivel 9% son los más altos, es decir el material es muy suave con elevada caída y muy agradable al tacto. La relación beneficio costo fue más alta al utilizar el 9% de sulfato de aluminio debido a que se alcanzó una rentabilidad del 30% y un costo de producción por pie² de 1.79 dólares. Se recomienda Difundir los resultados obtenidos de la curtiembre de pieles de atún con sulfato de aluminio para de esta manera fomentar en el sector pesquero la conservación de estas pieles para su utilización de manera industrial

Palabras claves: <ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO> <RIOBAMBA (CANTON)> <FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS> <CUERO DE ATUN> <PIEL DE ATUN (*Thunnus albacares*)> <CURTIÓN DE PIELES> <SULFATO DE ALUMINIO COMO AGENTE CURTIENTE> <RESISTENCIA A LA TENSIÓN > <BLANDURA DEL CUERO> <LABORATORIO DE CURTIÓN DE PIELES> <NORMAS TECNICA INTERNACIONAL PARA ENSAYOS FISICOS > <RENTABILIDAD> <SECTOR PESQUERO>

ABSTRACT

The tanning of tuna skins (*Thunnus albacares*) is carried out with an investigation in the skins Tanning Laboratory in the Faculty of Cattle Sciences, from the Higher Polytechnic School of Chimborazo, through the use of different levels (7%, 8% and 9%), of aluminum sulphate and physical resistance (tension elongation, and lastometry) was evaluated in addition to the sensory evaluation (fullness, softness, and touch). For the evaluation 15 skins distributed in five repetitions were used with a lapse of two days for each experimental unit of a tuna skin distributed under a completely Random design. The results were analyzed by means of an analysis of variance (ADEVA) and separation of means by Duncan's statistical test. The results indicated that the physical resistances of the tuna leather are greater when being tanned with 9% of aluminum sulphate because of the flexion (513.2 cycles) and percentage of elongation (79%) exceed the quality requirements of international entities such as the rules of the International Physical Testing Commission (IUP). The lastometry that is the resistance to the rubbing of the skin causing its breaking off, in the leathers of tuna were not affected statistically by effect of the levels of sulphate of aluminum registering values between 6.70 and 8.11 mm that comply the norm of International Physical Testing Commission (IUP). The sensory ratings of tuna leather are higher when tanning with 7% aluminum sulfate in softness, and touch (5 points), while in fullness it was reached with the level 9% are the highest ones, this is, the material is very soft with high fall and very pleasant to the touch. The benefit-cost relationship was higher when using 9% aluminum sulfate because it achieved a profitability of 30% and a production cost per foot of \$ 1.79. It is recommended to spread the results obtained from the tanning of tuna skins with aluminum sulphate, in order to encourage the fishing sector to talk about these skins for industrial use.

KEYWORDS:

HIGHER POLYTECHNIC SCHOOL OF CHIMBORAZO // RIOBAMBA CANTON // FACULTY OF CATTLE SCIENCES // TUNA FISH // TUNA SKINS (*Thunnus albacares*) // TANNING OF SKINS // ALUMINUM SULFATE AS A TANNING AGENT // RESISTANCE TO TENSION // LEATHER SOFTNESS // LABORATORY OF SKINS TANNING // INTERNATIONAL TECHNICAL STANDARD FOR PHYSICAL TESTS // COST EFFECTIVENESS // FISHING SECTOR.

INTRODUCCIÓN

La curtición de pieles se ha convertido en los últimos años en una manera de obtener ganancias, ha tenido un considerable crecimiento ayudado por el cambio de la matriz productiva que es a donde apunta la economía en Ecuador, es decir que en posteriores años se pueda exportar de manera considerable pieles a mercados internacionales, entre los más cotizados Estados Unidos y Europa, pero para lograr esto, las pieles deben cumplir grandes exigencias y tienen que estar dentro de todos los parámetros que requieren las normas extranjeras.

En cuanto a tecnología en Ecuador está muy atrasado debido a que no se realiza curticiones con maquinaria de punta y con nuevas tecnologías ya que el conocimiento de la curtición se ha dado solo en forma empírica y los procesos de transformación que se desarrollan actualmente para la piel no presentan el rendimiento óptimo, por lo cual se debe buscar mejorar la curtición y desarrollar nuevas formas que aprovechen la materia prima y también los químicos utilizados en la transformación para obtener las mejores ganancias con el menor impacto ambiental posible.

El gran problema de la curtición en el mundo es el impacto generado por el uso de químicos así como también el exceso de materia orgánica de sus efluentes, el cromo que actualmente en el país es el curtiente más utilizado mediante estudios ha demostrado ser un agente muy tóxico para animales, plantas y personas generando enfermedades y otros impactos negativos, es decir, es un agente químico con alto impacto ambiental y para cumplir la normativa internacional se busca un agente curtiente que lo reemplace, una alternativa a ello es el uso de sulfato de aluminio que es una sal mineral que no genera contaminación y que obtiene buenos resultados en pieles especialmente de especies menores.

En la actualidad una parte del comercio que está acaparando mucho mercado es el de curtir pieles exóticas para utilizarlas como apliques en prendas de vestir, dentro de las cuales entran las pieles de peces y en este campo el atún es el que tiene mejores ganancias por su tamaño y por su alta belleza, si se logra crear procesos de curtición que no cambia las propiedades de naturalidad se tendrá un amplio mercado alcanzando grandes ganancias para el curtidor

La idea de curtición de pieles no convencionales surge de la necesidad de introducir al mercado pieles con características de calidad y elegancia que puedan reemplazar las pieles obtenidas de forma ilegal y cruel de animales exóticos, la curtición de piel de atún aleta amarilla se presenta como una opción rentable y amigable con el ambiente ya que este pez se emplea para la elaboración de atunes enlatados y la piel está siendo desperdiciada, no se puede comer y por eso

para generar menor impacto sería óptimo lograr utilizar la mayor cantidad del animal, y con esto se generara ganancias para la industria atunera y curtidora.

Además, la constante evolución del mercado de pieles a nivel nacional e internacional obligan a buscar ideas innovadoras y rentables, esta investigación apunta a demostrar que la curtición de pieles no tradicionales en este caso la piel de atún aleta amarilla es una opción para cubrir una demanda insatisfecha ya que el proceso de transformación de piel en cuero es de bajo costo. Un aspecto importante a destacar dentro de la industria de curtiembre en el Ecuador que a lo largo de los últimos años ya sea por iniciativa o por necesidad de copar la capacidad de las plantas de curtiembre instaladas, ha sido la de utilizar en estos procesos pieles no tradicionales, tales como pieles de especie ovino, caprinas, porcinas y en muy bajo porcentaje pieles de peces, y reptiles.

Al industrializar la curtición de piel de atún se conseguirá ampliar el mercado en donde se comercializan, ya que para vestimenta este cuero tendrá una elevada belleza por su naturalidad y para conseguir este fin, se debe buscar un agente curtiente que no sea el cromo, ya que es demasiado astringente, lo que quiere decir que curte de manera absoluta la piel por lo que no es recomendable para pieles exóticas o delicadas por lo cual una vía óptima es el uso de sulfato de aluminio, esta sal metálica no genera mucho impacto y contaminación en el agua y esto incluye mejores ganancias ya que no se requerirá un tratamiento del agua.

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Curtir pieles de *Thunnus albacares* (atún), con diferentes niveles de sulfato de aluminio.
- Establecer las resistencias físicas del cuero de atún curtido con sulfato de aluminio para determinar si cumple con las exigencias de calidad del cuero de las entidades internacionales que emiten las normas IUP.
- Evaluar las características sensoriales del cuero de atún.
- Determinar el nivel más apropiado (7, 8, 9%) de sulfato de aluminio en la curtición de pieles de atún.
- Calcular los costos de producción y su rentabilidad a través del beneficio costo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Piel

La piel es una estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea generalmente cubierta de pelo o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora, pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, elimina las sustancias de desecho, alberga órganos sensoriales que nos facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacenas sustancias grasas, protegen al cuerpo de entrada de bacterias. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente, estado de salud. En la figura 1-1, se ilustra las partes de la piel animal (Artigas, 1987, p. 87).

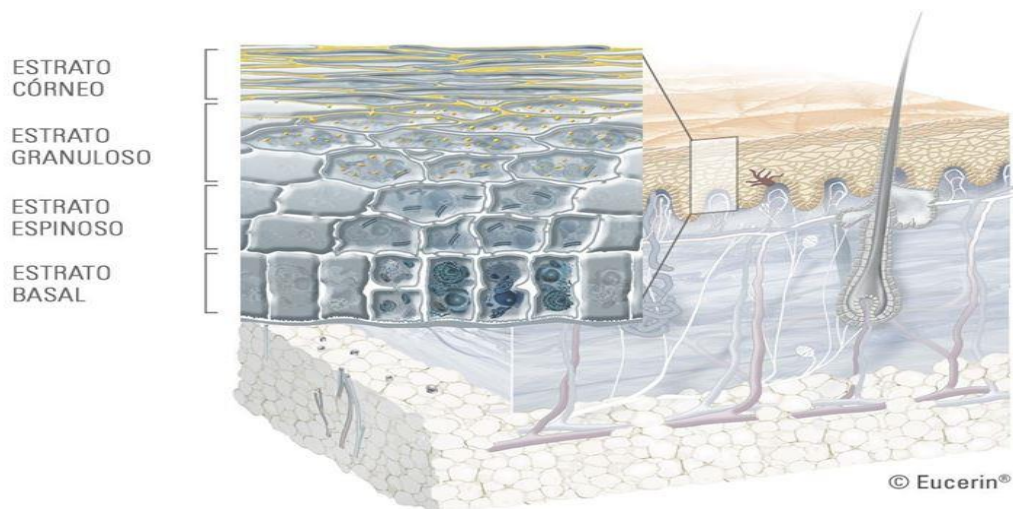


Figura 1-1: Partes de la piel.

Fuente: (Artigas, 1987, p. 87).

1.2. Estructura de la piel

La piel se compone de tres capas principales, epidermis, dermis y subcutis o tejido subcutáneo, cada una de las cuales está formada por varias subcapas. Los apéndices de la piel, como los

folículos y glándulas sebáceas y sudoríparas, también desempeñan diversos papeles en su función global. la estructura de la piel del animal varía de una especie a otra y dentro de un mismo animal, la piel está formada por tres partes que son:

1.2.1. Epidermis

La epidermis, como la capa más externa que nos protege contra toxinas, bacterias y pérdida de líquidos. Consta de 5 subcapas de células llamadas queratinocitos. Estas células, producidas en la capa basal más interna, migran hacia la superficie de la piel. Mientras lo hacen van madurando y experimentando una serie de cambios. Es este proceso, conocido como queratinización (o cornificación), el que hace que cada una de las subcapas sea distinta, (Adzet, 2005, p. 69).

- Capa basal (o estrato basal): Es la capa más interna, donde se producen los queratinocitos.
- Capa espinosa (o estrato espinoso): Los queratinocitos producen queratina (fibras de proteína) y llegan a adoptar forma de huso.
- Capa granular (estrato granuloso): Comienza la queratinización: las células producen gránulos duros y, a medida que éstos empujan hacia arriba, cambian a queratina y lípidos epidérmicos.
- Capa clara (estrato lúcido): Las células están densamente comprimidas, aplanadas y no pueden distinguirse unas de otras.
- Capa córnea (o estrato córneo): Es la capa más externa de la epidermis y comprende, en promedio, unas 20 subcapas de células muertas aplanadas, dependiendo de qué parte del cuerpo se trata. Estas células muertas se desprenden regularmente en un proceso conocido por descamación. La capa córnea es también asiento de los poros de las glándulas sudoríparas y las aberturas de las glándulas sebáceas.

1.2.2. Dermis (o corium)

El término dermis se utiliza para aludir a la capa de la piel que se encuentra debajo de la epidermis, es la capa de la piel que se encuentra debajo de la epidermis y encima de la capa subcutánea. Es la capa más gruesa de la piel, y se compone de tejido fibroso y elástico. Así

ofrece fuerza y adaptabilidad a la piel, es un entramado extraordinario en suspensión en un gel de glicoproteínas donde se entremezclan fibras de colágeno y de elastina que aportan resistencia y elasticidad a la piel. La dermis tiene mayor grosor que la epidermis y está conectada a ella. La dermis es la capa media de la piel, gruesa, elástica pero firme, compuesta de 2 subcapas:

- La capa inferior (o estrato reticular): zona gruesa y profunda, que establece una confluencia líquida con el subcutis.
- La capa superior (o estrato papilar): establece una confluencia definida, en forma de onda, con la epidermis.

Los principales componentes estructurales de la dermis son el colágeno y la elastina, tejidos conectivos que confieren fuerza y flexibilidad y son los componentes vitales de la piel sana, de aspecto juvenil. Estas fibras están impregnadas de una sustancia de tipo gel (que contiene ácido hialurónico), que posee una gran capacidad para retener agua y contribuir a mantener el volumen de la piel, (Soler, 2004, p. 46).

El estilo de vida y factores externos como el sol y los cambios de temperatura tienen un impacto sobre los niveles de colágeno y elastina y sobre la estructura de la sustancia circundante. A medida que se envejece, nuestra producción natural de colágeno y elastina declina y disminuye la capacidad de la piel para fijar agua. La piel adquiere un aspecto menos tonificado y aparecen arrugas (Jones, 2002, p. 23). La dermis desempeña un papel clave en proteger el cuerpo frente a influencias irritantes externas, así como en nutrir las capas más externas de la piel desde dentro:

- Su textura gruesa y firme ayuda a amortiguar los golpes externos y, cuando llega a ocurrir algún daño, contiene tejidos conectivos como fibroblastos y mastocitos que curan las heridas.
- Es rica en vasos sanguíneos que nutren la epidermis mientras eliminan los desechos.
- Las glándulas sebáceas (que liberan sebo o aceite en la superficie de la piel) y las glándulas sudoríparas (que liberan agua y ácido láctico en la superficie de la piel) se localizan en la dermis. Estos líquidos se combinan entre sí para formar la película hidrolipídica.

Andrade (2006, p. 43), manifiesta que la dermis también aloja las siguientes subcapas de la piel:

- Vasos linfáticos.
- Receptores sensoriales.
- Raíces pilosas: El extremo bulboso del tallo capilar, donde se desarrolla el cabello

1.2.3. Tejido subcutáneo

El tejido subcutáneo constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante una operación que se denomina descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo está constituido por un fieltro muy lacio a base de fibras largas dispuestas así paralelamente a la superficie de la flor entre sus fibras se encuentran células grasas en mayor y menor cantidad según la especie del animal, (Lacerca, 2003, p. 92)

En la industria de tenería se utiliza principalmente las pieles vacunas, las de cordero, y las de cabra en una proporción mucho menor las pieles de caballo y de cerdo, avestruz y aun en menores cantidad las pieles de pescado y reptiles, (Boccone, 2017, p. 124). En la Tabla 1-1, se describe las funciones de la piel.

Tabla 1-1: Funciones de la piel

Función	Serie de actividades
Barrera	Control de las pérdidas de agua, electrolitos, etc.
Protección	Frente a los agentes físicos, químicos y biológicos
Sensibilidad	Calor, frío, dolor, picor y presión
Regulación de la temperatura	Aislamiento, variación del flujo sanguíneo, sudoración
Control hemodinámico	Cambios vasculares periféricos
Secreción	Excreción Función glandular, crecimiento del pelo y de la epidermis. Pérdida percutánea de gases, solutos y líquidos
Síntesis	Vitamina D
Función inmunológica	Vigilancia, respuesta

Fuente: (Boccone, 2017, p. 124).
Realizado por: Martínez, Karen. 2018

1.3. Química de la piel

La piel fresca está formada por un retículo de proteína fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, subcutáneas minerales y orgánicas,(Bacardit, 2004, p. 70).

La composición aproximada de una piel vacuna recién desollada es la siguiente:

- Agua 64 %,
- Proteína 33%,
- Grasas 2%,
- Sustancias minerales 0.5%,
- Otras Sustancias 0.5%.

Entre los valores mencionados se destaca el contenido de agua en la piel aproximadamente el 20 % de esta agua se encuentra combinada con las fibras de colágeno de forma similar al agua de cristalización del total de la proteína que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno 1% elastina 1 -2 % de queratina y el resto son proteínas no fibrilares. La piel vacuna contiene poca grasa, las de cerdo 4 a 40% en los ovinos 3-30 % y en las cabras 3 - 10% Estos porcentajes están calculados sobre piel seca De estas cantidades el 75 - 80 % son triglicéridos.

Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos fibrosos y globulares,

(Zarate, 2005, p. 9).

Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y elastina; a las globulares pertenecen las albúminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis; su característica es el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, cuyos porcentajes sobre peso seco de proteína varían entre los valores de 4 - 18 % químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que la proteína globular, (Villagran & Cuello, 2012, p. 8).

Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles. Entre los lípidos que contienen la piel, los triglicéridos son los

componentes más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentra diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo el tejido subcutáneo constituye el tejido adiposo, (Frankel, 2016, p. 71).

1.4. Definición de colágeno

El colágeno es una molécula proteica que forma fibras, las fibras colágenas, que se encuentran en todos los organismos pluricelulares. Este material extracelular es secretado por las células del tejido conjuntivo como los fibroblastos. Es la más abundante de todas las proteínas de los vertebrados superiores constituye alrededor de un tercio, o más, de la proteína total del cuerpo. Como hemos dicho antes, la estructura fibrosa de la dermis está constituida fundamentalmente por un entramado irregular de fibras de colágeno; llamadas así porque por la acción del agua caliente se transforman en gelatina, (Font, 2001, p. 45).

Poseen como característica fundamental el poderse desfibrilar en elementos cada vez más finos, hasta llegar prácticamente a la molécula de colágeno, que participa en un 94-95% del total de proteínas de la piel y que es la proteína que de verdad nos interesa. Pero antes de seguir con el colágeno, es importante tener claro que las proteínas son sustancias de peso molecular elevado formadas por largas cadenas de alfa-aminoácidos que resultan de la combinación de estos entre sí. La fórmula de un alfa-aminoácido, (Monterubio, 2016, p. 124) se ilustra en el gráfico 1-1.

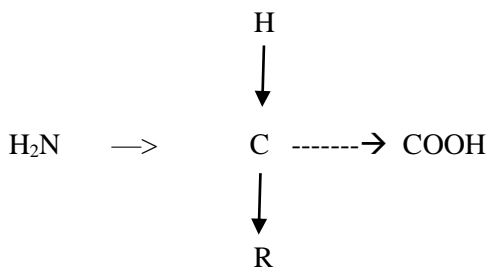


Gráfico 1-1. Estructura del alfa-aminoácido.

Fuente: (Monterubio, 2016) .

Donde R representa una cadena lateral de naturaleza cíclica o aromática que es distinta para cada aminoácido, mediante enlaces peptídicos se forman largas cadenas polipeptídicas que constituyen las proteínas, que se ilustra en el gráfico 2-1.

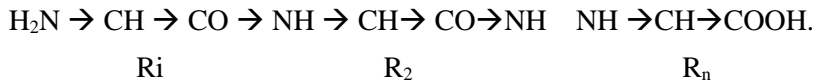


Gráfico 2-1. Ilustración de una cadena polipeptídica de la proteína del colágeno.

Fuente: (Monterubio, 2016, p. 67)

Cuanto mayor y más pesado sea el animal, mayor será la fracción de colágeno que contribuye a las proteínas totales. En el caso de una vaca, por ejemplo, se mantiene en forma rígida, principalmente gracias a las fibrillas de colágeno de su pellejo, tendones, huesos y otros tejidos conjuntivos. Las fibrillas de colágeno se hallan dispuestas de modos diferentes, que dependen de la función biológica del tipo particular de tejido conjuntivo. Así, por ejemplo, en el pellejo de las vacas las fibrillas de colágeno forman una red entrecruzada extendida en láminas, (Cordero, 2012, p. 102).

1.4. 1. Composición del colágeno

Aunque los colágenos de diferentes especies difieren algo en secuencia aminoácido, la mayor parte contiene alrededor del 35% de glicocola y un 11% de alanina; en este aspecto se parecen a las beta queratinas. Los colágenos se diferencian en que contienen alrededor del 12% de prolina y 9% de hidroxiprolina, un aminoácido que se encuentra raramente en proteínas distintas del colágeno, (Frankel, 2016, p. 140).

Siempre se coincide en afirmar que la estructura del colágeno es de triple hélice y esto se ha observado debido a que los colágenos poseen un diagrama de difracción de Rayos X diferente a los de las alfa y beta queratinas. Pues bien, de la comparación de los diagramas de difracción de Rayos X del colágeno y la poliprolina, se ha deducido que la estructura secundaria del colágeno es la de una triple hélice, (Perinat, 2015, p. 1) .

Cada una de las cadenas es una hélice de tres restos arrollada hacia la izquierda; las cadenas se mantienen unidas mediante enlaces de hidrógeno.

La secuencia aminoácida completa de las cadenas de colágeno aún no es conocida, pero las secuencias que aparecen con más frecuencia son Gly-XPro, Gly-Pro-X y Gly-X-Hyp, en las que X puede ser cualquier aminoácido, ninguna otra proteína que no sea el colágeno contiene cadenas triplo-helicoidales semejantes, (Grozza, 2007, p. 34).

El colágeno está construido por estructuras subunitarias periódicas, las moléculas de tropocolágeno, de triple hebra y que poseen “cabezas” distintivas. Estas subunidades están dispuestas, cabeza con cola en muchos haces paralelos, pero las cabezas están alternadas, lo cual permite interpretar el espaciado característico de 60 a 70 nm de la unidad repetida en las fibrillas de colágeno de las diferentes especies. Las cadenas polipeptídicas del tropocolágeno, se hallan unidas covalentemente por enlaces transversales mediante restos de deshidrolisinonorleucina, que se forman por una reacción enzimática entre dos restos de lisina de subunidades adyacentes de tropocolágeno, (Hidalgo, 2004, p. 45).

1.4.2. Tipos de colágeno

(Bacardit, 2004), menciona que puede considerarse el colágeno más que como una proteína única, como una familia de moléculas estrechamente relacionadas, pero genéticamente distintas. Dentro de esta agrupación, podemos distinguir varios tipos de colágeno:

- Colágeno de Tipo I: Se encuentra abundantemente en la dermis, el hueso, el tendón y la córnea. Se presenta en fibrillas estriadas de 20 a 100 nm, de diámetro, agrupándose para formar fibras colágenas mayores. Sus subunidades mayores están constituidas por cadenas alfa de dos tipos, que difieren ligeramente en su composición de aminoácidos y en su secuencia, las cadenas $\alpha 1$ y $\alpha 2$.

Es sintetizado por fibroblastos, condroblastos y osteoblastos. Su función principal es la resistencia al estiramiento. Destacar en este punto que la mayor parte del colágeno que pertenece a la piel es de tipo I. Son las fibras más gruesas de entre todas constituye el colágeno más importante desde el punto de vista estructural.

- Colágeno de Tipo II: Se encuentra en el cartílago principalmente pero también en la córnea formando parte del líquido que forma parte del globo ocular (humor vítreo). Son fibras muy finas, concretamente en el cartílago las fibras son de 10 a 20 nm, aunque en otros microambientes puede formar fibras más grandes indistinguibles morfológicamente del colágeno tipo I. Es sintetizado por el condroblasto. Su función principal es la resistencia a la presión intermitente.

- Colágeno Tipo III: Clásicamente se denominaba fibrillas de reticulina, vinculado al músculo liso y las vísceras, aunque también está presente en la dermis rodeando los nervios y vasos sanguíneos que forman parte de esta estructura. Está constituido por una única cadena alfa₃. Sintetizado por fibroblastos, su función es la de sostén de los órganos expandibles.
- Colágeno Tipo IV: Forma la lámina basal que subyace en los epitelios; no se polimeriza en fibrillas, sino que forma un entramado de fibras orientadas al azar. Se sintetiza por las células epiteliales y endoteliales. Su función principal es el sostén y la filtración.
- Colágeno Tipo V: Presente en la mayoría del tejido intersticial. Se asocia al tipo I. Es una proteína a distintas funciones biológicas que van apareciendo a lo largo de la evolución de las especies.
- Colágeno Tipo VI: Presenta en el tejido intersticial, la aorta, tendones y la piel. Sirve de anclaje a las células de su entorno. Es sintetizado por los fibroblastos.
- Colágeno Tipo VII: Se encuentra principalmente en la lámina basal.
- Colágeno Tipo VIII: Presente en algunas células endoteliales.
- Colágeno Tipo IX: Se encuentra en el cartílago articular maduro. Interactúa con el colágeno Tipo II.
- Colágeno Tipo X: Presente en el cartílago hipertrófico y mineralizado.

1.5. Hinchamiento

El hinchamiento es la absorción de moléculas de agua que se combinan con los puntos reactivos de la piel (amínicos y carboxílicos generalmente en estado iónico). Se tiene una piel remojada, apelambrada, desenchalada y rendida se corta en trozos, al colocar en equilibrio a distintos pH's se observa que la zona donde la piel es menos reactiva es a pH=5 que es el punto isoeléctrico de la piel (donde la piel tiene una carga neta nula, o sea, el mismo número de cargas positivas que negativas), (Hoinacki, 2009, p. 105).

La capacidad máxima de combinación de ácidos corresponde a pH=2. En medio ácido los grupos amínicos se rodean de agua y se solvatan. En medio alcalino, serán los grupos carboxílicos los que se solvatarán por tener carga negativa y por esto aumenta el volumen de la piel, se hincha, ya que los grupos con carga son insolubles. Pero no todos los álcalis hinchan de igual manera la piel, (Gansser, 2006, p. 201).

Los haces de fibras sueltas, procedentes de la piel vacuna, absorben 20 veces más su peso en agua en el hinchamiento máximo, mientras que la piel entera sólo absorbe tres o cuatro veces su peso de agua. La piel nativa, que está próxima a su punto isoeléctrico contiene una cantidad importante de agua, la cual se encuentra unida a la proteína, principalmente por puentes de hidrógeno y por fuerzas electrostáticas, pero sin llegar a estar hinchadas. En la Tabla 2-1, se indica el volumen de los átomos que actúan en el hinchamiento de la piel, (Hidalgo, 2004, p. 71)

Tabla 2-1: Volumen de los átomos que actúan en el hinchamiento de la piel.

Elemento	N° atómico	Configuración electrónica	Radio en mm.	
			Covalente	Iónico
H	1	1s ¹	3,2	9,5
C	6	1s ² 2s ² p ²	7,7	18,1
N	7	1s ² 2s ² p ³	7,5	
O	8	1 s ² 2s ² p ⁴	7,3	
Na	11	1s ² 2s ² p ⁶ 3s ¹	15,4	
Cl	17	1s ² 2s ² p ⁶ 3s ² p ⁵	9,9	

Fuente: (Hidalgo, 2004, p. 39)

Realizado por: Martínez, Karen. 2018

El átomo de hidrógeno tiene en su núcleo un solo protón, estando ocupada su órbita por un solo electrón. En forma iónica le queda solo el núcleo del átomo, lo que representa una concentración de carga muy elevada y un volumen muy pequeño. Los átomos de C, N y O son de mayor tamaño, pero de volumen parecido entre sí. El ion (Na⁺) cargado positivamente ha perdido un electrón y su volumen es algo mayor que los anteriores átomos, (Adzet, 2005, p. 30).

El ión amonio (-NH₃⁺) formado por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno, tiene una carga positiva y su volumen es relativamente reducido, por lo cual presentará una densidad de carga superficial elevada. El ión carboxilo (-COO⁻) con carga negativa está formada por un átomo de carbono combinado con dos átomos de oxígeno y su volumen será mayor que el del ión amonio por lo que tendrá una densidad de carga superficial menor. El ión cloruro

corresponde al átomo de cloro que ha adquirido un electrón y, por consiguiente, tendrá carga negativa. Tiene un radio iónico mayor que el del ión sodio positivo, por lo que su densidad superficial de carga será menor, (Jones, 2002, p. 128).

Esta densidad superficial de carga que se menciona en cada caso es directamente proporcional a la carga del ión (en este caso iones monovalentes) e inversamente proporcional a la superficie de la esfera orbital que, a su vez, es proporcional al cuadrado del radio, (Soler, 2004),

Otra de las partes a considerar en este planteamiento es la molécula de agua, que formada por un átomo de oxígeno, que podemos representar por una esfera orbital con un radio covalente de 7,3 mm, a la cual se han acoplado dos átomos de hidrógeno mucho más pequeños que se localizan formando un ángulo de $104^{\circ} 27'$ entre sí. Debido a la distribución de sus cargas, la molécula no está compensada eléctricamente existiendo una zona de la molécula en la que predomina la carga positiva y en otra la carga negativa, formando lo que se conoce como un dipolo, (Bacardit, 2004, p. 28).

El momento bipolar de la molécula de agua es de $1,55 \times 10^{-18}$ UEC. En el agua líquida las moléculas bipolares del agua se hallan en forma de moléculas sueltas o bien formando agregados de diverso tamaño llamados "Clusters". Estas asociaciones son debidas a las fuerzas electrostáticas que se crean entre los dipolos, (Font, 2001, p. 123).

1.5.1. Tipos de hinchamiento en la piel

Lacerca, (2003, p. 91), manifiesta que existen dos tipos de hinchamiento en la piel que se describen a continuación:

- Hinchamiento Osmótico Ocurre sin tener lugar la rotura de puentes de hidrógeno. La piel hinchada osmóticamente es translúcida, Turgente y elástica. Este tipo de hinchamiento es reversible; aún con tiempos relativamente largos de acción del agente hinchante y una vez neutralizada la piel y lavada, recupera prácticamente su estado primitivo.
- Hinchamiento Liotrópico Tiene lugar la rotura de puentes de hidrógeno y, por tanto, la piel puede hincharse más. Durante el hinchamiento liotrópico, a pesar de la gran cantidad de agua que absorbe la piel, esta permanece blanda. Si la acción de la sustancia liotrópica actúa durante el tiempo necesario, una vez eliminada, la piel permanece algo hinchada. El hinchamiento liotrópico deja, pues, un cierto hinchamiento irreversible que depende del tipo de sustancia, de

su concentración y del tiempo que actúe; ocurre, además, una cierta solubilización de la piel cuya importancia depende de la intensidad del fenómeno.

1.5.1. Desnaturalización

La desnaturalización consiste en la pérdida parcial o total de la conformación nativa que tienen las células. Esta modificación de la estructura molecular produce cambios en las propiedades de la proteína nativa, por ejemplo, pérdida de solubilidad. Estas alteraciones pueden ser más o menos intensas y reversibles o irreversibles, (Soler, 2004, p. 56).

En el caso de la proteína colágeno, la desnaturalización, puede ser térmica o química; en ambos casos se desmorona la estructura rígida de la protofibrilla y se transforma en una mezcla compleja de cadenas polipeptídicas flexibles en forma de ovillo. Cuando la piel se sumerge en agua pura y se somete a una temperatura creciente, se llega a un punto, llamado temperatura de contracción en el cual se produce el fenómeno de desnaturalización térmica de las fibras dérmicas. Se manifiesta por una contracción de las fibras de hasta un 35% de su longitud original, (Frankel, 2016, p. 150).

El valor de la Temperatura de contracción, determinado en agua pura, representa una medida de la estabilidad hidrotérmica de la piel. La contracción hidrotérmica de la piel se produce porque hay una ruptura de los enlaces internos que mantienen entre sí unidas a las tres alfa- hélices de las protofibrillas; principalmente de los puentes de hidrógeno, (Hidalgo, 2004, p. 45).

1.6. Pieles de animales marinos

Las pieles de animales marinos tienen un empleo bastante limitado, su estructura es completamente diferente a las de los lagartos y serpientes, puesto que su medio ambiente es el agua. Las que más se utilizan son las de tiburón. Su piel está provista de escamas. 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, etc. La influencia del clima, en particular de la temperatura es evidente en razón del rol protector que tiene la piel. La dieta influye sobre la salud del animal, y por consiguiente sobre las características y calidad de la piel, (Caballero, 2015, p. 1).

Cada raza proporciona unas pieles cuyas características son muy típicas. La influencia de la edad es muy sensible, la piel de los animales jóvenes es siempre de mejor calidad que la de los adultos. Por otra parte, además del efecto natural que ejerce el envejecimiento sobre la calidad de la piel, a medida que la edad aumenta se acumulan daños sobre la piel del animal. La influencia del sexo sobre la piel, es importante, la piel de hembras es más fina. La piel es el reflejo del estado de salud del animal, (Zapata, 2012, p. 1).

En varios países del mundo, como Japón, México, Cuba, Chile, Colombia y otros, utilizan en pequeñas proporciones la piel de pescado en la elaboración de cuero. Sin embargo, no es producto ampliamente promocionado, a tal punto que dentro de las naciones señaladas la mayor parte de los habitantes no tienen conocimiento alguno sobre el tema, ya que el curtido de pieles está más enfocado a pieles de vacunos ignorando la existencia de una gran cantidad de especies como cerdos, iguanas, babillas, avestruces, etc., (Chefuri, 2011, p. 1).

De las cuales se puede aprovechar su piel, dándole un valor agregado a estos animales e innovando con nuevas tendencias para una población que es cada vez más exigente en cuanto a moda e innovación. La piel de pescado se presenta como valor agregado que bien puede beneficiar la mano de obra artesanal, e involucra varios sectores menos favorecidos y sobre todo a las mujeres de sectores urbanos o de las propias zonas pesqueras, (Libreros, 2003, p. 35).

En cuanto a curtiembres, otra ventaja, del aprovechamiento de pieles de pescado es que los peces son especies que producen una gran cantidad de biomasa en espacios reducidos, lo cual puede ayudar a disminuir la presión sobre otros recursos más tradicionales como, la caza de animales que también son utilizados como materia prima para la elaboración de productos de cuero, además del aprovechamiento de pieles que muchas veces son desechadas, generando problemas ambientales o siendo utilizadas como alimento para animales pero con un bajo precio, (Chefuri, 2011, p. 81).

Sin incluir al tiburón, el delfín y demás especies consideradas en vía de extinción y fauna silvestre, se pueden usar todas aquellas especies de peces de buen tamaño que tengan como características las escamas pequeñas o sin escamas.

Por ejemplo la anguila (*Ophichthus triserialis*), el bagre (bagre sp.), el congrio (*Genypterus blacodes*), la atún plateada (*Cynoscion albus*), la atún de roca (*Brotula clarkae*), el dorado (*Coryphaena hippurus*), el salmón (*Oncorhynchus kisutch*) y la atún (*Oreochromis spp*), cuya piel curtida es muy utilizada para elaborar carteras, billeteras, portafolios, chaquetas,

monederos, llaveros, porta chequeras, cinturones, correas para relojes, apliques para traje de baño y pantalones, zapatos y otros artículos y en conjunto, (Perinat, 2015, p. 96).

Se tiene en cuenta que la curtición de piel de pescado y específicamente de atún es un sector poco explotado y el cual ofrece un gran número de oportunidades que pueden llegar a ser muy rentables, si son bien trabajadas ya que son pieles de una interesante textura, múltiples aplicaciones y excelente precio en el mercado, (Hidalgo, 2004, p. 81).

1.6.1. Aprovechamiento de la piel de atún

Las pieles de pescado, desde el interior hacia el exterior, presentan una capa lisa, con una moderada pigmentación, en la cual las escamas se encuentran firmes a la piel y son de forma ovalada. Por ser una piel pequeña comparada con la de vacuno, es importante un aprovechamiento al máximo. Las pieles deben de ser clasificadas por su especie, tamaño y pigmentación, (Gutierrez, 2018, p. 1). En general las pieles de peces que se utilizan deben cumplir con tres requisitos importantes:

- Piel que no contenga carne.
- Sin rotura por un mal fileteado o descarnado.
- Lo más grande y entera posible.

1.6.2. Histología de la piel de los peces

La piel de todos los peces, al igual que los vertebrados, está compuesta por dos capas importantes: la epidermis y la dermis o corium. La epidermis derivada del ectodermo embrionario y está compuesta, al igual que los mamíferos por un epitelio pluriestratificado. El número de estratos celulares no varía tan solo de una especie a otra, sino que también en diferentes regiones del pez. Las células epiteliales están estrechamente unidas entre sí por un segmento viscoso intercelular o matriz, (Lacerca, 2003, p. 68).

El estrato más interno del epitelio se denomina estrato germinativo, el cual regenera rápidamente supliendo a las células de la superficie epitelial que poseen una corta vida. La epidermis descansa sobre la dermis, nutriéndola ya que esta región posee vasos sanguíneos

donde las sustancias alcanzan a las células epiteliales por difusión a través del segmento. Los vertebrados terrestres poseen un estrato corneo en la dermis, formada por la queratina. En los peces en cambio, no ocurre tal cornificación. La dermis se origina del mesodermo embrionario y está compuesta por tejido conjuntivo fibroelástico relativamente pobre en células. En los ciclóstomos forma una capa compacta, (Portavella, 2005, p. 67).

En los peces en general, la dermis consiste en una relativamente delgada capa superior de tejido difuso, zona denominada estrato compacto. Esta zona es rica en fibras de colágeno las cuales están dispuestas en forma paralela a la flor (capa utilizada en la curtición) y entrecruzadas entre sí en láminas, no formando redes entrecruzadas como en el caso de los mamíferos. Finalmente se encuentra el tejido subcutáneo o hipodermis, caracterizado por poseer tejido conjuntivo desorganizado, adipocitos y sostiene a la dermis a través de musculatura, (Ponti, 2008, p. 160).

Los estratos celulares de la epidermis contienen células mucosas que producen mucina, la cual es una glicoproteína que forma el mucus, una delgada secreción lubricante. Las células mucosas derivan de la membrana basal de la epidermis y cuando alcanzan la superficie forman un lumen a través del cual se libera su contenido. Las células mucosas difieren en número y tamaño dependiendo de la especie, (Juran, 2003, p. 59).

En los ciclóstomos las secreciones provienen de un tipo de glándulas mucosas modificadas que secretan un coloide mucoso el cual puede ser excretado alcanzando considerables distancias. La función del mucus es comparable a la queratina de mamíferos. En primer lugar, reducen la fricción del pez con el agua permitiéndole alcanzar mayores velocidades con un gasto menor de energía, por otro lado, protege a la piel de colonizaciones de parásitos y hongos. Es bien sabido que si remueve una sección de esta capa mucosa el pez puede morir por una infección de hongos o bacterias o por alguna interferencia que impida el proceso normal de osmosis entre la piel y el medio, (Bonilla, 2008, p. 1).

Una vez muerto el animal, el mucus deja de ser efectivo ya que, después de un cierto tiempo, se coloniza por bacterias que usan el nitrógeno del mucus como nutriente, produciendo la destrucción de la epidermis. Una característica importante de los peces es su característica pigmentación que se debe a un tipo de células llamadas cromatóforos. Son células modificadas de la dermis, aunque también en algunos casos como el congrio se encuentra en la dermis. Estas células contienen pigmentos y de varios tipos que son distinguidos por su color y naturaleza, pueden ser negros melanóforos, amarillos xantóforos, rojos o naranjas eritróforos, (Font, 2001) .

1.6.3. Propiedades fisicoquímicas del colágeno de la piel de animales marinos

Gratacos (2002), argumenta que el colágeno es la principal proteína fibrosa de los animales superiores y se encuentran en el tejido conjuntivo: es la más abundante de todas las proteínas de los vertebrados superiores y constituye alrededor de un tercio, o más de la proteína total del cuerpo. Cuanto mayor y más pesado es el animal tanto es mayor la fricción del colágeno que contribuye a las proteínas totales. Se ha dicho muy adecuadamente, que una vaca por ejemplo, se mantiene en forma tal principalmente gracias a las fibrillas de colágeno de su pellejo, tendones y otros tejidos conjuntivos, (Jiménez, 2005, p. 71).

En el pellejo de los peces las fibrillas de colágeno forman una red entrecruzada en láminas, quedando porciones de ella en dirección perpendicular a la flor. Desde el punto de vista de su estructura primaria, el aminoácido constituyente más abundante es la glicina. Schneider considera a la molécula de colágeno formadas por periodos de 8 aminoácidos (Aas) de glicina más 4Aas de prolina más 2Aas de hidroxiprolina más 1Aas de lisina más 4Aas, que ya sea tiroxina, aspártico, e histidina, que se van repitiendo hasta constituir las cadenas polipeptídicas que por uniones laterales entre sí dan la molécula de colágeno, (Viracocha, 2015, p. 78).

Aunque los colágenos de diferentes especies difieren algo en la secuencia de Aas, la mayor parte contienen alrededor de 35% de glicina, 12% de prolina y un 9% de hidroxiprolina, un Aa que se encuentra raramente en proteínas distintas al colágeno. La prolina como la hidroxiprolina se diferencian de todos los demás Aas en que su grupo R es un sustituyente en el grupo amino. Con respecto a la estructura secundaria, se ha deducido que es una triple de cadenas polipeptídicas arrolladas hacia la izquierda las cuales se mantienen unidas mediante enlaces de hidrógeno, (Prado, 2012, p. 1)

Los grupos de hidrógeno se forman entre un grupo carbonilo de una cadena polipeptídica y un grupo amino de otra cadena adyacente. Los puentes de hidrógeno son muy comunes en la configuración de proteínas y es la base química fundamental que el curtido debe tener clara para comprender el complejo comportamiento del colágeno frente al pH, temperatura y otras variables fisicoquímicas, (Bonilla, 2008, p. 25).

El hecho de que las cadenas polipeptídicas del colágeno, contengan el Aa hidroxiprolina que raramente se encuentra en otras proteínas, ocurra la formación de otro tipo de puente de hidrógeno por la unión de un grupo carbonilo de una cadena con el grupo OH situado en el anillo pirrónico de la hidroxiprolina en una cadena adyacente, dando con ello una mayor

estabilidad a la estructura secundaria en comparación con otras proteínas. Cabe agregar la importancia de la temperatura en la estabilización de los puentes de H. El aumento de la temperatura desestabiliza estos enlaces y por lo tanto la estructura secundaria, en general puede decirse que, a mayor número de puentes de H, más temperatura se requiere para su desestabilización, (Perinat, 2015, p. 123).

1.7. Atún

Bajo el nombre de "atunes" se incluyen diversos tipos de peces; algunos pertenecen al género *Thunnus* y son considerados los verdaderos atunes, como el "atún aleta azul" (*Thunnus thynnus*), el "atún aleta amarilla" (*Thunnus albacares*) y la "albácora" (*Thunnus alalunga*), y hay otros cuyas características se consideran similares, como el "barrilete" *Thunnus pelamis* y el "bonito del Atlántico" (*Sarda sarda*). Existen otras especies que, por su semejanza morfológica con los atunes, se incluyen para fines estadísticos dentro de esta pesquería, constituyendo un solo grupo, p. ej. "macarelas" (*Scomber*), "sierras" (*Scomberomorus*) y "petos" (*Acanthocybium*); todos pertenecen a la familia de los escómbridos (*Scombridae*, (Bonilla, 2008)).

Los atunes son peces con características morfológicas que les permiten ser buenos nadadores; tienen cuerpo fusiforme, cabeza pronunciada en forma de pirámide triangular y boca relativamente pequeña con respecto al desarrollo del cráneo. Las escamas que cubren su dura y muy resistente piel son pequeñas, poco evidentes y lisas; la piel está lubricada con un "mucus" que reduce la fricción con el agua. La forma del cuerpo les permite nadar grandes distancias y alcanzar altas velocidades de hasta 70 kilómetros por hora, (Prado, 2012, p. 1).

Presentan dos aletas dorsales muy próximas, rígidas y robustas y una caudal fuerte con forma de arco terminado en dos zonas puntiagudas que le dan aspecto de media luna. Su coloración es típica de los peces pelágicos con el dorso azul oscuro y el vientre blanco plateado con reflejos irisados. Las aletas van del pardo al amarillo. (Bonilla, 2008).

Junto con los esturiones, los atunes se encuentran entre los peces de mayor tamaño que compiten con otros animales como los tiburones y delfines; uno de los más grandes es el "atún aleta azul" que vive en el Atlántico y que llega a medir 3 metros de longitud y a pesar 680 kilogramos. (Bonilla, 2008).

En los mares cálidos, donde es muy abundante, los individuos son más pequeños, con pesos de 15 a 100 kilogramos y dimensiones desde 40 centímetros hasta un metro, como es el caso de los "bonitos" y los "barriletes, (Bonilla, 2008)".

Los nombres comunes con los que se denomina a los atunes cambian mucho según los diferentes países y regiones del mundo; por ejemplo, el "atún azul del norte" que en el Pacífico es la subespecie *Thunnus thynnus orientalis* y en el Atlántico *Thunnus thynnus*, es llamado también "atún rojo" o "atún oriental" (Chefuri, 2011, p. 67).

La *albacora* tiene un aspecto general semejante al del atún, del que se diferencia a primera vista por las larguísimas aletas pectorales; de ahí el nombre científico de la especie (*Thunnus alalunga*) su tamaño va de 30 centímetros a un metro, llegando hasta los 10 kilogramos de peso; pescadores deportivos los han reportado hasta de 30 kilogramos, (Chefuri, 2011, p. 67). En el gráfico 3-1, se ilustra las clases de atún:

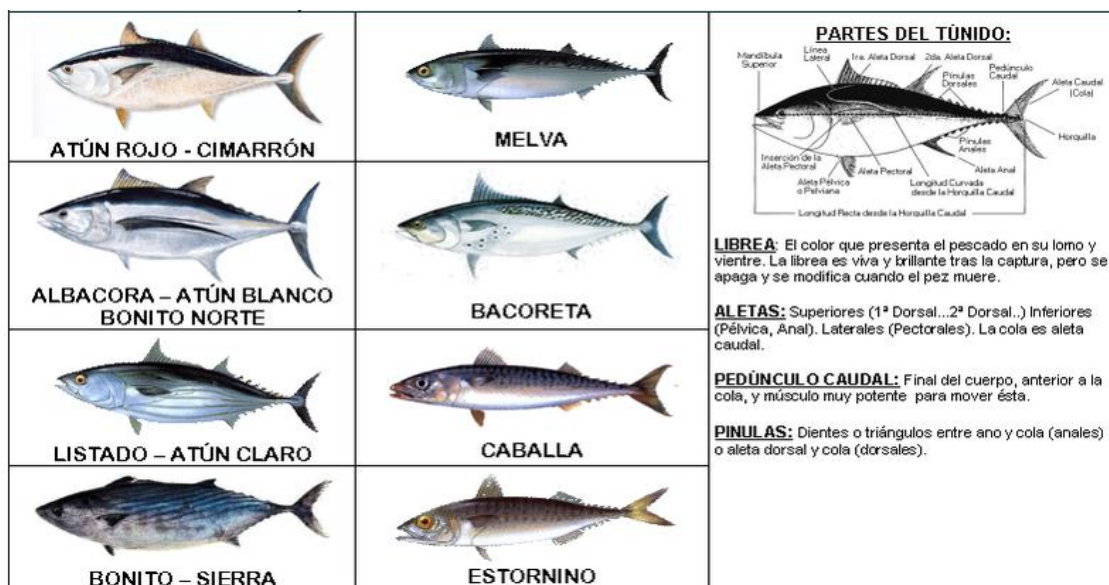


Gráfico 3-1. Tipos de atunes.

Fuente: (Hoinacki, 2009)

Su dorso es oscuro con reflejos azules, aletas grises con amarillo, vientre blanco con reflejos iridiscentes en la región caudal. Es un pez muy bello, de aspecto elegantísimo, de natación ágil y veloz que aprovecha bien su forma, más hidrodinámica que la del atún. En la actualidad se pescan 12 especies de atunes principalmente en el Pacífico oriental, (Hoinacki, 2009).

1.9. Piel ecológica

Debe considerarse ecológico porque no se vierten líquidos contaminantes al ambiente, sino que las soluciones se renuevan periódicamente por el re agregado de las sales, manteniendo así su densidad constante. (Cotance, 2004, p. 71) .

Los trabajos consisten en pasar las pieles a sucesivas soluciones curtientes, donde quedan sumergidas por un par de días, aparte de trabajos de lavado, descarnado, sobado de la piel y terminaciones de acabado. La piel ecológica es piel de animal que, en vez de ser curtida con productos minerales, que son muy contaminantes, utilizan extractos vegetales ricos en tanino. Este proceso si bien es más limpio demora el curtido con respecto el proceso mineral, (Juran, 2003, p. 30).

El termino piel ecológica no significa en ninguno de los casos que no proceda de origen animal. Su nombre se debe al proceso de curtición ya que en el mismo no se utilizan productos químicos que son perjudiciales para el medio ambiente. La utilización de extractos vegetales ricos en taninos como la cúrcuma hace que el proceso no sea negativo para nuestro planeta, (Ponti, 2008, p. 16).

La utilización de este tipo de pieles es un paso más que es necesario para el sector y que diferenciara el producto de calidad de la producción masiva proveniente de Asia. Una estupenda estrategia empresarial, así como un compromiso con el planeta ya que hace una década deberíamos haber adoptado este modelo de curtición irónicamente el utilizado en los albores de la marroquinería, (Artigas, 1987, p. 16).

1.10. Piel y materiales sintéticos

La opción preferida por los defensores de los animales, pero no tanto por los ecologistas. Los clientes desconocen que estos materiales son utilizados muy comúnmente en el mundo de la moda seguramente en mayor medida que la piel tradicional o ecológica, (Bonilla, 2008, p. 70).

La regulación y procedimiento de fabricación de estos al fin al cabo son plásticos que nos son desconocidos pero su fabricación está realizada por la industria química por lo tanto nos imaginamos producirán residuos en su fabricación y la gran mayoría no serán completamente biodegradables. Nuevos materiales reciclables y biodegradables aterrizan en el mundo de los complementos y firma como Stella McCartney los utilizan 100% en sus accesorios.

En conclusión, la tendencia dentro del sector se inclinará en breve a la piel ecológica de curtición vegetal y provenientes de animales de consumo humano, que convivirá con el paso del tiempo con los nuevos materiales reciclados y biodegradables que sustituirán a las pieles sintéticas y plásticos, (Chefuri, 2011, p. 91).

La marroquinería y los artículos de piel se realizan en su gran mayoría con piel de animales de consumo humano por lo tanto si no se utilizara para estos fines tendrían que ser utilizadas para otros usos como piensos para otros animales o en agricultura. Los animales que no son de consumo humano son los elegidos por marcas exclusivas del mundo del lujo, como es el caso de la francesa Hermés sus propios criaderos de reptiles y para este tipo de producto tiene su público y grandes listas de espera para conseguir sus artículos. La tendencia en un futuro cercano creemos será la no utilización de pieles que provengan de animales de no consumo humano ya que la conciencia social es contraria. Pero desafortunadamente siempre existirá un reducido grupo que lo demande y que pueda pagarlo, (Soler, 2004, p. 77).

1.8. Curtición de las pieles de atún

La curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. Las pieles que se usan en un calzado o que son procesadas en la curtición son generalmente de vacuno o caprino. También se usa para forros ganado caballar o porcino. La curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista, (Cotance, 2004, p. 269) .

La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser a causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas. los curtientes de cromo "enmascarados orgánicamente" se conocen desde hace casi tanto tiempo como la propia curtición al cromo, tan sólo en época reciente se ha llamado la atención sobre el hecho de que, si han sido obtenidos en forma de polvo, los curtientes de cromo enmascarados parcialmente con formiato o con acetato acusan otra propiedad muy peculiar, (Libreros, 2003).

Las soluciones recién preparadas con estos curtientes y, tal como se describió para los curtientes de sulfato de cromo bloqueados inorgánicamente, pueden ser mezcladas con una cantidad considerablemente mayor que la teórica de carbonato sódico hasta que empieza a producirse enturbamientos o precipitados. Este fenómeno podría explicarse, al fin y al cabo, todavía en virtud del enmascaramiento orgánico.

Más sorprendente aún, sin embargo, es la circunstancia de que este enmascaramiento desaparece también en el transcurso de unas horas, (Grozza, 2007).

1.8.1. Remojo

El remojo consiste en un lavado el cual tiene por objeto, limpiar las pieles, eliminar parte de la sal y las impurezas presentes. Lo que ocurre corresponde al proceso de remojo propiamente tal. La abundante agua copera con una mejor humectación de la piel. El tenso activo el cual es un producto auxiliar para el remojo, acelera el proceso y elimina parcialmente las grasas naturales que en conjunto con bactericidas dejan las pieles en tripa limpias de suciedad. En resumen, el proceso de. remojo tiene como objeto que las pieles saladas adquieran una flexibilidad similar a la que tenía cuando se separó del animal. el remojo consiste en un lavado el cual tiene por objeto, limpiar las pieles, eliminar parte de la sal y las impurezas presentes, (Boccone, 2017).

La abundante agua copera con una mejor humectación de la piel. El tensoactivo acelera el proceso y elimina parcialmente las grasas naturales que en conjunto con bactericidas dejan las pieles en tripa limpias de suciedad, (Zapata, 2012).

1.8.2. Apelmbrado

El pelambre tiene como objeto retirar la capa pigmentada gelatinosa y la totalidad de las escamas. Las sales alcalinas como el sulfuro de sodio y la cal producen un hinchamiento alcalino debido al pH, en cuyo valor de los grupos acídicos del colágeno se encuentran ionizados negativamente y ocurre una repulsión de cargas entre las moléculas de la proteína. El apelmbrado se hace empleando cal y productos que degradan la queratina como sulfato de sodio para intensificar el efecto de la cal. El tratamiento alcalino afloja las escamas con lo que se separan fácilmente con raspado a mano, (Torstent, 2014).

COMPRA DE PIELES DE ATÚN

Lavado desengrase y rehumectacion: 1 % de jabón desengrasante

Descamado, (escamas) 1,5% cal, 1 % sulfuro de sodio

Despigmentado 6% peróxido de hidrogeno

Desencalado 3% sulfato de amonio

Purgado 2, 5% de enzima pancreática

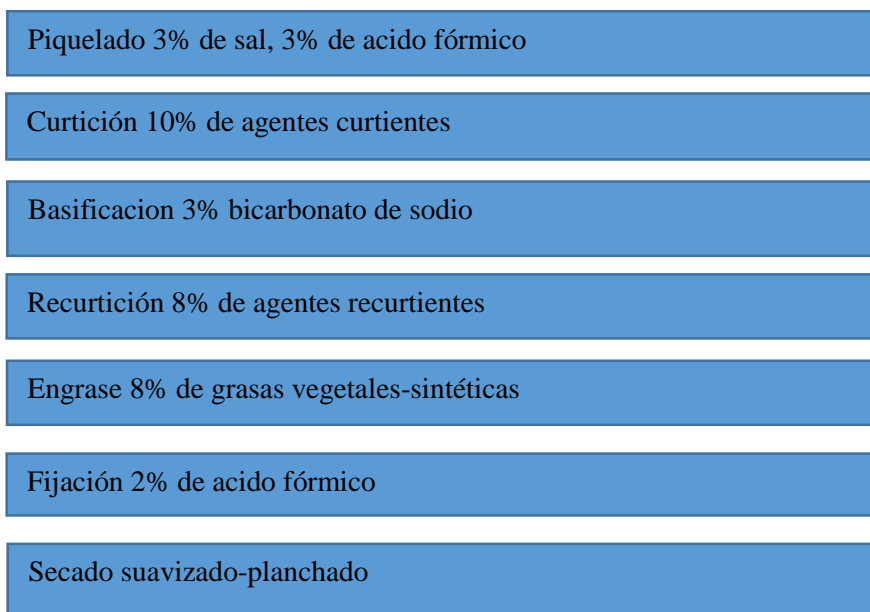


Gráfico 5-1. Flujograma del proceso de curtición de pieles de atún.

Fuente: (Bonilla, 2008, p. 59)

El apelmbrado tiene como objetivo quitar o eliminar de las pieles remojadas la lana, pelo, escamas y la epidermis así como favorecer un hinchamiento de la piel que promueve un aflojamiento de la estructura reticular del colágeno, y promover la acción química hidrolizante del colágeno que aumenta los puntos de reactividad en la piel, al mismo tiempo que la estructura sufre desmoronamiento en sus enlaces (grabaciones), químicos, conversión en jabones y alcoholes (por saponificación de las grasas de la piel), más fácilmente solubles en agua y por ello más eliminadas, (Adzet, 2005).

La piel debidamente hidratada, limpia con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo pasa a las operaciones de apelmbrado que consiste en la eliminación de parte de la queratina (epidermis pelo, lana o escamas), y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de preparar adecuadamente la piel para los procesos de curtición. Los fulones o bombos de pelambre y curtición con cilindros cerrados construidos de madera (mara y/o almendrillo), cerrados en su extremo los cuales llevan ejes que los sostengan para que así puedan girar sobre dicho eje a velocidades (rpm), que varían dependiendo del tipo de proceso que se realice. (Ramirez, 2015, p. 14).

1.8.3. Desencalado y rendido

El objeto del desencalado es eliminar las cal absorbidas por la piel y disminuir el pH a un nivel tal que el rendido sea posible. Esta disminución del pH debe ser tanto en el baño como en la superficie e interior del cuero consiguiéndose con ello que el efecto alcalino que produce el hinchamiento se anule. La fenoltaleína es un indicador de pH, el cual adquiere una coloración roja cuando el pH es mayor que 8.5 e incoloro cuando el pH es inferior a este. El rendido ocurre mediante la acción de enzimas, las cuales pueden ser de origen bacteriano o pancreático y que aflojan las fibras de la piel, obteniéndose ello un cuero caído y suelto, (Hoinacki, 2009, p. 160).

1.8.4. Descarnar

El descarnar se efectúa por efecto mecánico, la finalidad que se persigue es desprender de la piel todos los sebos y grasas (carnaza), el descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal), quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar (entre otras consecuencias), el desarrollo de bacterias sobre la piel. La piel apelambrada se descarna a mano con la "cuchilla de descarnar" o bien a máquina. Con ello se elimina el tejido subcutáneo, (Stryer, 2005, p. 156).

El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de la fabricación con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor la más regular posible para la adecuada realización de las operaciones posteriores. el proceso de descarnado consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas, (Vulliermet, 2014, p. 61).

La piel circula en sentido contrario a este último cilindro, el cual está ajustado de tal forma que presiona a la piel, lo suficiente, como asegurar el corte o eliminar definitivamente, sólo del tejido subcutáneo (grasa y/o carne), adherido a ella. Esta operación, en según qué casos, no se realiza en este punto sino después del remojo. Consiste en limpiar el lado carne de la piel de restos de carne y grasa que puedan haber quedado en ella. Esto se hace con la ayuda de una máquina que lleva un cilindro con cuchillas incorporadas en forma de "V". Luego, si es necesario, se pasa al dividido, (Torstent, 2014 , p. 1)

1.8.5. Dividir

El dividido se efectúa por efecto mecánico; es donde se produce la separación de la piel propiamente dicha y el serraje. La finalidad que se persigue es darle a la piel el grueso solicitado. Esta operación es una operación absolutamente mecánica. Se puede dividir después del pelambre (división en tripa), o después de curtir (en cromo o en azul). El estado de la piel para ser dividida es tradicionalmente en estado de tripa descarnada, pero también empleando máquinas más modernas después de curtir al cromo y aunque menos frecuentemente en pieles piqueladas, pieles en bruto y pieles secas, (Adzet, 2005, p. 57).

El cuero curtido se divide en dos capas napa y descarne. El descarne es la parte inferior del cuero y se puede dividir una o más veces. En el dividido en tripa se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. Hay un menor riesgo de formación de H₂S en el piquelado si queda sulfuro incluido, (Boccone, 2017, p. 1).

Se logra una mejor calidad del cuero terminado y mayor superficie al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición, para poder dividir los cueros perfectamente es muy importante tener la colaboración de los productores de las máquinas para dividir, del productor de las cuchillas y de las personas que se ocupan de la división. La acción de la máquina de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sinfín, que se mueve en un plano paralelo al lado de la flor y al lado de la carne,

1.8.6. Desencalado

El desencalado consiste en eliminar la cal de la piel, a base de cloruro y sulfato amónico. El desencalado sirve para eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente), contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles. La cal que se ha agregado al proceso durante la operación de pelambre, se encuentra en la piel combinada con la misma piel disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositada en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de pelambre, (Grunfeld, 2008).

Parte de la cal es eliminada por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o por medio de sales amoniacales (sulfato de amonio o cloruro de amonio), o de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado dan sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno, (Cotance, 2004, p. 151). El objeto del desencalado es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar la cal que se hubiera combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez, y ajustar el pH de la piel para el proceso de purga.

Si no se verifica una eliminación de cal suficiente pueden observarse entre otros posibles problemas: un aumento de basicidad en la curtición al cromo, crispación de la flor, toque duro o acartonado, soltura de flor, generar quiebre de flor. Por otra parte si no logramos un deshinchamiento suficiente esto puede generar una sobre curtición de flor, un curtido muy turgente, un cuero inelástico y quebradizo, (Lultcs, 2003, p. 176) .

1.8.7. Rendido

El rendido tiene como objetivo el aflojamiento de la estructura del colágeno mediante la adición de enzimas proteolíticas es un tratamiento de enzimas pancreáticas para ablandar la piel. Este efecto se puede explicar químicamente por el hecho de que las enzimas utilizadas peptidizan ligeramente las fibras de colágeno. Este efecto se ha de controlar ya que un exceso de rendido comporta una piel demasiado vacía. En el rendido también se eliminan los restos de epidermis y pelo que puedan quedar en la piel, así como una parte de la grasa natural del animal, (Portavella, 2005).

El rendido se realiza en molineta o bombo y en el mismo baño de desencalado o en baño nuevo. La temperatura y el pH de trabajo han de favorecer la buena acción de los rindentes. La temperatura adecuada acostumbra a estar alrededor de los 35°C y se trabaja a pH básico (8- 9), en la mayoría de los casos. Las variables tiempo, efecto mecánico, cantidad y concentración del rindente, temperatura y pH permiten controlar el grado de intensidad de un rindente. Cuanto más blando sea el producto final deseado, más intenso tendrá que ser el rendido. Si el

desengrase no se lleva a cabo en el baño del rendido, éste se tira y se lavan las pieles con agua fría para así interrumpir la acción de las enzimas, (Bonilla, 2008, p. 29).

1.8.8. Piquel

La operación de piquel es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirían una elevada basicidad, reaccionando rápidamente con las fibras de colágeno, lo que produciría una sobre curtición en las capas más exteriores, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción de la capa de flor y una precipitación sobre la flor del agente mineral hidrolizado, (Rieche, 2006).

En el piquelado también se produce el ataque químico de las membranas de las células grasas, especialmente en piel muy grasienta, tipo lanar. Una forma de bajar el pH para la posterior curtición es añadir ácido, pero con el ácido la piel se hidroliza y se hincha, para evitar este hinchamiento se añaden antes sales neutras. La sal neutra, la más utilizada es el cloruro sódico (es la más barata). no se combina prácticamente con las fibras de la piel, de manera que su concentración permanece casi inalterable en el baño residual, (Zapata, 2012, p. 167).

Esta sal neutra puede tener posteriormente una influencia sobre la curtición mineral, reduciéndose el índice de floculación de las soluciones de curticiones minerales, o sea disminuyendo su astringencia, y coadyuvando con ello a una suave iniciación de la curtición (Valdera, 2013, p. 131).

1.11. Sales curtientes de aluminio

A pesar de que las sales de aluminio se han utilizado como productos curtientes desde hace casi tanto tiempo como las materias curtientes vegetales, el cuero obtenido tiene el defecto que su acción curtiente es reversible simplemente por lavado del cuero con agua. Por ello, la curtición con aluminio solo se utiliza para propósitos muy concretos como es el de curtir pieles de animales pequeños como es el caso de los conejos, (Juran, 2003, p. 61).

1.11.1. Curtición con sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio ha sido utilizado históricamente para tratar todo tipo de aguas, ya sea para el consumo humano como para mejorar la calidad de los afluentes industriales o cloacales, en el encolado de papel, como mordiente en tintorerías y otros usos. En la actualidad se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas. El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido

mayormente por la industria papelera como encolante en método ácido. Se comercializa sólido con concentraciones de 16 o 17% expresado como Al_2O_3 y líquido con concentraciones que varían entre 7 y 8% de Al_2O_3 . El sulfato de aluminio es una sal sólida y de color blanco, generalmente es usada en la industria como floculante en la purificación de agua potable y en la industria del papel. El sulfato de aluminio se obtiene al reaccionar un mineral aluminico (caolín, bauxita, hidrato de aluminio) con ácido sulfúrico a temperaturas elevadas, (Bacardit, 2004, p. 179)

Una vez que se obtiene el sulfato de aluminio, este se tiene en dos presentaciones: sólido y líquido, con dos especificaciones, estándar y libre de fierro. Es una sal sólida y de color blanco que por sus propiedades físico-químicas es utilizada principalmente como agente coagulante y floculante primario en el tratamiento de aguas de consumo humano y aguas residuales. Se caracteriza por agrupar los sólidos suspendidos en el agua y acelerar la sedimentación, contribuyendo a la disminución de la carga bacteriana, así como la remoción del color y sabor. Al utilizarlas como curtiente Las pieles tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad, (Bacardit, 2004, p. 19).

La fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117 g de alumbre amoniaco (sulfato de amonio y aluminio) o de alumbre potásico (sulfato de potasio y aluminio) en un litro de agua; y otra 75 g de carbonato de sodio cristalizado y 15 g de sal común en medio litro de agua. Se vierte la solución de sal y carbonato lentamente sobre la solución de alumbre, removiéndola constantemente. La solución combinada se mezcla para usarla con suficiente harina para formar una pasta clara mezclando primero la harina con un poco de agua para evitar que se formen terrones, (Zapata, 2012, p. 74).

Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira, lo siguiente se lleva a cabo del mismo modo que en las otras técnicas. Enseguida, se procede a retirar el curtiente, escurriéndolas de la manera en que se describió antes para que sequen lo más posible (dejándolas solo húmedas) y proceder al siguiente paso, (Torstent, 2014 , p. 178) .

1.11.2. Procesos de acabado

El acabado es el proceso en el cual se le da una - determinada calidad al cuero. Por ejemplo: cueros blandos o duros, elásticos o rígidos, suaves o ásperos, etc. Esto se logra mediante la adición de reactivos precisos y específicos los cuales se encuentran en el mercado de la industria química bajo distintas denominaciones de fantasía, también se pueden utilizar curtientes vegetales, minerales o sintéticos, los cuales no cambiaran en lo absoluto que el cuero

presente una curtición al cromo. La diferencia está en las cualidades que aquellos reactivos otorgaran al producto final, en todo caso, cualquiera que sea el producto agregado el objetivo es rellenar el cuero y darle una determinada cualidad final, (Frankel, 2016, p. 51)

Existe en el mercado una gran diversificación de productos que sirven como recurtientes los cuales en su mayoría son de origen sintético. Dependiendo del tipo de características del cuero así serán sus % y productos para su recurtición tales como: extractos vegetales, naftalenos, fenólicos, resínicos, glutaraldehído, acrílicos, se muestra un tipo de recurtido para cuero de atún: 5% extracto quebracho, 4% naftaleno, 3% fenólico, 4% resínico, (Bacardit, 2004, p. 49)

1.11.3. Rebajado y neutralizado

El objetivo de esta operación es darle al cuero el espesor requerido para su artículo final, se rebaja en una máquina de rebajar. Mientras que el neutralizado tiene como objetivo neutralizar el cuero desde su interior hasta la superficie dependiendo del tipo de cuero, también es importante controlar el pH del baño, así como el del cuero, ya que una sobre neutralización daría una flor suelta, una precipitación del recurtiente, una mala penetración del recurtiente, anilinas y engrase, dando pieles manchadas, duras y también da problemas para su secado y acabado final.

1.11.4. Teñido

El objetivo del teñido es darle color dependiendo del tono requerido al cuero, los colorantes aniónicos son bastantes adecuados para el teñido. El objetivo del teñido es darle color dependiendo del tono requerido al cuero, los colorantes aniónicos son bastantes adecuados para el teñido. En el teñido se ponen de manifiesto, dependiendo de las características del colorante así como del tipo de cuero a teñir, (Gratacos, 2002, p. 151). Se podrían considerar tres fases: fuerzas de atracción entre iones actúan formándose uniones salinas, fuerzas de enlace actúan dando lugar a formación de puentes de hidrógeno y por último se corresponde a los procesos de deshidratación y secado en la que prevalecen fuerzas de muy corto alcance que permiten una combinación adicional entre el colorante y el cuero, (Zarate, 2005, p. 131).

1.11.5. Engrase

La operación engrase es darle la suavidad requerida al cuero dependiendo de su utilización final, con el objeto de lograr un buen engrase adecuado es necesario utilizar diferentes tipos de engrasantes para conseguir un equilibrio y uniformidad en lo que respecta a penetración interna y superficial, otorgando un tacto suave y delicado, con un aspecto natural del cuero. Estos engrasantes son anión-activos, adecuados para la fabricación de emulsiones, aceites en agua, pero no agua en aceite, (Jones, 2002, p. 12).

Para preparar de la forma más correcta las emulsiones, el aceite debe ser añadido en por lo menos 5 veces su peso en agua, ¿a una temperatura de 60 y -0°C. Si se prepara la emulsión de agua en aceite, durante la dilución que va a seguir en el bombo, hará que la emulsión se rompa lo que dará lugar a que el engrase se deposite superficialmente y de lugar a un cuero grasiento, (Hidalgo, 2004, p. 39).

1.11.6. Secado y ablandado

El secado depende del medio usado y la forma de conducir esta aparente y simple operación física, se producen modificaciones importantes en las características del cuero terminado. Reducción de la humedad y concentración de la superficie, al secar al aire colgados libremente el cuero se encoge, se dobla, endurece y se pronuncia el poro. Para obtener características buenas y contrarias se debe secar pegando a una placa plana. Las menos evidentes son: variación del punto isoelectrico, formación de diversos enlaces en las fibras, productos y migraciones de sustancias solubles a la superficie, (Sttofél, 2003, p. 16).

El secado rápido origina un cuero de mala calidad, mientras que un secado lento y controlado produce todo lo contrario. una vez secado el cuero se produce a efectuar el ablandado deseado de acuerdo a la aplicación final del artículo, el ablandado produce una sensación al tacto más suave al cuero terminado, además según el uso final al que este destina el cuero el ablandado generara que el huso continuo del articulo sea más suave y no genere molestias, (Boccone, 2017, p. 11).

1.11.7. Acabado en seco

Una vez el cuero ablandado las fibras están en su punto de absorción de las resinas, que se aplican con una brocha de la manera siguiente, de la cola hacia la cabeza, esto para que haya

una mayor absorción uniforme en el cuero, luego se prensa una vez prensado se los aplica un spray de laca de nitrocelulosa diluida 1 a 3 con thinner. El producto termino tendrá una apariencia parecida a la fotografía 1, dependiendo del colorante que se aplique y del tipo de acabado que se realice las características variaran levemente, (Mendez, 2007, p. 171).



Fotografía 1. 1: Cuero terminado de atún.

Fuente: (Mendez, 2007, p. 171).

1.12. Producto terminado

Una vez terminado el producto se traslada a la bodega principal de "la empresa". Ingresa al inventario y se controla por el método de promedio ponderado. Como política, se debe fijar un colchón de seguridad desde producto en bodega, previendo inconvenientes en el transporte y en procesos de producción e industrialización, (Bonilla, 2008, p. 151).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El trabajo experimental se realizó para en el Taller de curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38'02". La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Condiciones Meteorológicas del cantón Riobamba

INDICADORES	2017
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa(%).	61.4
Viento y velocidad (m/s).	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2018).

2.2. Unidades Experimentales

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue 15 pieles de atún (*thunnus albacares*) con un peso promedio de 20-30 g. cada una. Las mismas que fueron adquiridas en cantón Posorja provincia del Guayas en la empresa NIRSA.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- 15 pieles de atún
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Mandiles
- Baldes de distintas dimensiones
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Mesa
- Peachimetro
- Termómetro
- Cronómetro
- Tableros para el estacado

- Clavos
- Felpas
- Tanque de gas

2.3.2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido.
- Máquina descarnadora de piel
- Ablandador
- Raspadora.
- Bombos de teñido.
- Togging.
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación
- Lastometro.

2.3.3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio

- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Ríndente.
- Grasa Animal sulfatada.
- Aceite de Lanolina.
- Ester Fosforico
- Grasa cationica.
- Dispersante.
- Recurtlente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio.

- Sulfato de Aluminio

2.4. Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se utilizó tres niveles de sulfato de aluminio con cinco repeticiones por cada tratamiento, los cuales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar que se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos (niveles de sulfato de aluminio).

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

En la Tabla 4-2, Se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Tabla 4-2: Esquema del experimento.

Niveles de sulfato de aluminio	Códigos	TUE	Repeticiones	REP /TRAT.
7%	T1	1	5	5
8%	T2	1	5	5
9 %	T3	1	5	5
Total pieles atún				15

Realizado por: Martínez, Karen.(2018)

2.5. Mediciones Experimentales

2.5.1. Físicas

- Porcentaje de elongación, %.
- Reistencia a la flexion, (ciclos)

- Lastometria. (mm).

2.5.2. Sensoriales

- Llenura, puntos
- Blandura, puntos
- Tacto, puntos

2.5.3. Económicas

Relación Beneficio/Costo

2.6. Análisis Estadísticos y pruebas de significancia

Las unidades experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar simple, y los resultados sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias.
- Separación de medias ($P < 0.05$) a través de la prueba de Tukey
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas.
- Análisis de regresión y correlación múltiple.

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

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

Dónde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de sulfato de aluminio.

R = Rango identificado en cada grupo.

En la Tabla 5-2, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizó en la investigación

Tabla 5-2: ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Realizado por: Martínez, Karen. 2018

2.7. Procedimiento experimental

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 15 pieles de atún, provenientes de las zonas costeras de la provincia del Guayas, ya que se trabajó con 3 tratamientos que corresponden a los diferentes niveles de sulfato de aluminio (7, 8 y 9%), con 5 repeticiones, y un tamaño de la unidad experimental de una piel, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

- Extracción de las pieles: Para lograr una buena conservación de las pieles fue necesario que estas se contaminen el mínimo posible durante el fileteado y su posterior transporte a la sección de conservación. Para ello se realizó un corte en la piel cerca del extremo de la cola. Con la ayuda de un paño de cocina se sujetó con firmeza la piel separada y con la otra mano se detuvo la cola del pescado separándola con un movimiento continuo hacia la cabeza del pescado, evitando la rotura de la flor.

- Se dio media vuelta al pescado, se cortó la piel del otro lado y se repitió el mismo movimiento. Se tuvo cuidado en esta operación ya que la carne de la zona del vientre es más fina y los filetes son más estrechos. Por eso, a la hora de quitar la piel en esa zona resultará algo más difícil por la poca consistencia de la carne.
- Una vez que la piel se retiró del animal se recogió directamente en recipientes limpios y adecuados para que no se ensucien con los restos de carne producida por el fileteado.
- Las pieles se lavaron con agua, luego se escurrió por un tiempo de 10 minutos, fue pertinente aplicar un 40% de sal sobre el peso de la piel, luego se dejó escurrir en una mesa inclinada, durante 2 horas.
- Posteriormente se aplicó más sal y se estibarán de forma lado-carne-flor. otro sistema utilizado para la conservación fue el congelado donde las pieles lavadas se acomodarán carne con carne y se procedió a mantenerlas bajo 0°C.
- Remojo: se sumergió las pieles de atún obtenidas en agua fría y limpia, la cual se cambió cada dos hora, variando el tiempo de inmersión entre 12 a 24 horas y dependiendo del estado en que se encontraron las pieles.
- Lavado; En este procedimiento las pieles fueron lavadas con laurel sulfato de sodio. Para ello, se utilizó los contenedores y las disoluciones aconsejadas por el protocolo de las empresas químicas y una temperatura promedio entre 32 y 37 pc. Luego se procederá al pesado de las pieles, las pieles fueron colocadas una a una en una balanza y se tomó el dato en gramos para proceder al cálculo del porcentaje de peso seco de la piel.
- Descarnado: Luego del ablandamiento y lavadas las pieles una a una, fueron extendidas sobre una superficie lisa, y mediante un cuchillo se removió con sumo cuidado los trozos de carne, grasa y cartílagos sobrantes del desuello, con el objeto de que las soluciones curtientes penetraran en forma uniforme a los tejidos, ya que con esta operación se quedaron al descubierto los poros de la piel. Con el descarne en los flancos, se debía tener cuidado, ya que esta parte es muy delgada y propensa a roturas.
- Piquelado: En este proceso se preparará la piel para el curtido con alumbre utilizando ácido sulfúrico al 10 % para bajar el pH. Con esto se consiguió una disminución de la astringencia de los elementos curtientes. Además del ácido, se utilizó sal para controlar el hinchamiento y evitar así una hidrólisis ácida. El piquelado se utilizó también para la conservación.

- Curtido: Curtir significa transformar la piel en cuero, sometiéndola a un tratamiento tal que las haga resistentes de un modo más duradero a la descomposición al mojarse y flexibles en estado seco. En este proceso se aplicó los diferentes niveles (7,8 y 9%), de curtiente alumbre.
- A las pieles se les aplicó tres diferentes fórmulas que comprenderán 7.8 y 9% de alumbre. Cada una de las fórmulas fueron aplicadas en condiciones controladas de humedad relativa, pH y temperatura. Se realizaron 3 tratamientos con 5 repeticiones. Las pieles fueron diariamente revisadas, así mismo se evaluó cualquier cambio de color, de consistencia, y de humedad de las pieles, los datos fueron colocados en tablas de registro para su posterior tabulación.
- Engrase y estiramiento: Para el engrase se utilizó aceites bisulfitados, sulfonados o sulfatados. El estiramiento se comprobó al tacto, y teniendo sumo cuidado en las partes más delgadas trabajando con más suavidad en estas zonas para evitar los desgarramientos. Para ello se colocó el cuero con la cara de la carne hacia abajo sobre el borde del filo de la mesa, haciendo que la piel ejerza presión sobre esta, mientras se las desplazara hacia arriba y hacia abajo.
- Esmerilado: La finalidad fue quitar adherencias y rebajar las partes gruesas para que las pieles quedaran uniformes, y muy dóciles. Este procedimiento se realizó pasando piedra pómez o lija sobre la piel, haciéndolo varias veces hasta obtener la presentación que se deseaba.
- Una vez el cuero ablandado las fibras estaban en su punto de absorción de resinas, las cuales se aplicaron con una brocha de la manera siguiente, de la cola hacia la cabeza, esto para que hubiera una mayor absorción uniforme en el cuero, luego se prensó y una vez prensado se les aplicó un spray de laca de nitrocelulosa diluida 1 a 3 con thinner.
- Almacenamiento: Una vez terminada la labor de las pieles, se las almacenará apilándolas piel contra piel y se aplicaron uniformemente naftalina entre cada dos cueros. El almacenamiento se llevó a cabo en un lugar fresco y libre de plagas.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Análisis sensorial

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que nos indicaron que características deben poseer cada uno de los cueros, dando una calificación de 5 puntos correspondiente a excelente; de 4 puntos muy buena, 3 puntos buena; 2 puntos regular y 1 punto malo en lo que se refiere a llenura, blandura y tacto.

- Para detectar la llenura del cuero de atún se palpó sobre todo la zona de los flancos el cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno. los parámetros a determinar se refirieron a identificar si las fibras de colágeno están llenas o vacías, y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación, de acuerdo a la escala de ponderación de Hidalgo, L. (2016).
- La medición de la blandura del cuero se la realizó sensorialmente es decir el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y realizó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en los flancos para determinar la suavidad y caída del cuero y se lo calificó en una escala que va de 1, que representa menor caída y mayor dureza, a 5, que es un material muy suave y con buena caída, mientras tanto que valores intermedios fueron sinónimos de menor blandura.
- Para determinar el tacto se realizó tanto una observación visual como una apreciación táctil sobre la capacidad que presenta el cuero de atún a sufrir deformación por el paso de la forma plana a la espacial al adoptar la forma del artículo que se confecciona ya que requiere de mucha elasticidad para no producir molestias al usuario, para lo cual se reportó una llenura superior pero sin llegar al efecto acartonado, presentó las calificaciones más altas aquellos cueros que a, pesar de ser llenos se moldearon fácilmente.

2.8.2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizaron en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y la metodología a seguida fue la siguiente:

2.8.2.1. Resistencia a la tensión

El objetivo de esta prueba fue determinar la resistencia a la ruptura, que se da al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero. En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargará en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se cuidó que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. En el grafico 4-2, se ilustra el troquel para realizar el corte de la probeta de cuero.



Fotografía 4- 2: Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.

Fuente: Laboratorio d Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias(2018)

La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota, como se ilustra en la fotografía 2-2.



Fotografía 1- 2:Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia al frote en seco.

Fuente: Laboratorio d Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias (2018).

La evaluación del ensayo se realizará tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, en la tabla 6-2, se indica las consideraciones para calcular la resistencia a la tensión del cuero.

Tabla 6-2: Consideraciones para calcular la resistencia a la tensión del cuero.

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

Fuente: Laboratorio de Curtiembre de pieles (2018).

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

$$\text{Resistencia a la tensión (RT)} = \frac{c}{A * E}$$

Donde:

RT= Resistencia a la Tensión o Tracción

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

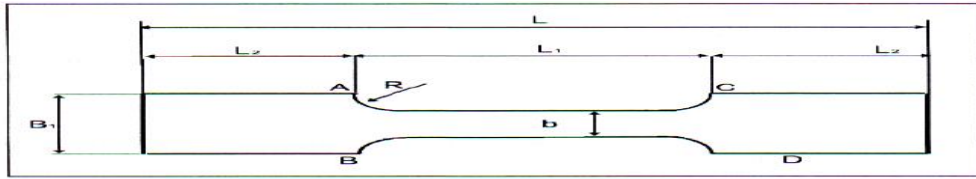
A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

2.8.2.2. Porcentaje de elongación

Para realizar el cálculo del porcentaje de elongación se procedió de la siguiente manera:

- Se comprobó mediante un pie de rey que las medidas b y L-i cumplen las especificaciones de la figura 2-2.
- Posteriormente se midió el espesor de cada probeta de acuerdo con la Norma técnica IUP 4.
- A continuación, se realizó las medidas en tres posiciones: en el punto medio y en las posiciones aproximadamente equidistantes entre el punto medio y las líneas AB y CD. Tomar la media aritmética de las tres medidas como el espesor de la probeta.
- Para la determinación de la resistencia a la tracción, que es necesaria para concatenar con la medida de porcentaje de elongación se situó las mordazas del aparato de ensayo de resistencia a la tracción a 50 mm una de otra si se utiliza la probeta normal, o 100 mm si se usa la probeta grande. Sujetar la probeta en las mordazas de manera que sus extremos coincidan con las líneas AB y CD. Cuando la probeta esté sujeta, asegurar que su lado flor esté plano.
- Luego se puso en marcha la máquina hasta que la probeta se rompió y registró la mayor fuerza ejercida como fuerza de rotura, F.
- Para la determinación del porcentaje de elongación a la rotura se efectuó esta medida de forma simultánea a la de la tracción.



Denominación	L	L ₁	L ₂	B	B ₁	R
Normal	110 ± 1	50 ± 1	30 ± 1	10 ± 1	25 ± 1	5 ± 1
Grande	190 ± 1	100 ± 1	45 ± 1	20 ± 1	40 ± 1	10 ± 1

Figura 2-2: Forma y dimensiones de las probetas.

Fuente: Laboratorio de Curtiembre de pieles (2018).

Para los cálculos y expresión de resultados del porcentaje de elongación se procedió de la siguiente manera:

- Se anotó las medidas obtenidas en una plantilla como la de figura 3-2, luego se calculó la resistencia a la Tracción y la Elongación a la rotura para cada probeta y finalmente se expresó el resultado final como la media aritmética de los seis replicados.
- Fue necesario observar las diferencias obtenidas entre las probetas según la dirección de corte.

Plantilla para cálculos de Resistencia a la tracción y % de Elongación							
Referencia:			Operador:				
Fecha:			Descripción:				
Anchura media de la probeta:			Replicados: 6 probetas (3 paralelo + 3 perpendicular)				
Resistencia a la tracción = Fuerza máxima en N / anchura · espesor, expresado en N/mm ² - Norma IUP 6							
Marca	Espesores (mm)			Espesor medio	Fuerza N	R.Tracción N/mm ²	Promedio N/mm ²
% de Elongación a la rotura							
Marca							Promedio
Elongación (%)							
Ejemplos de especificaciones							
Piel para tapicería de automóvil (probeta de 10 mm de anchura)	EN 344: serraje para empeine de calzado de protección y seguridad	Recomendación del GERIC para piel para confección	GERIC: afelpados para empeine (probeta de 10 mm de anchura)				
R. Tracción > 130 N	R. Tracción > 15 N/mm ²	R.Tracción > 12 N/mm ²	R. Tracción > 150 N				

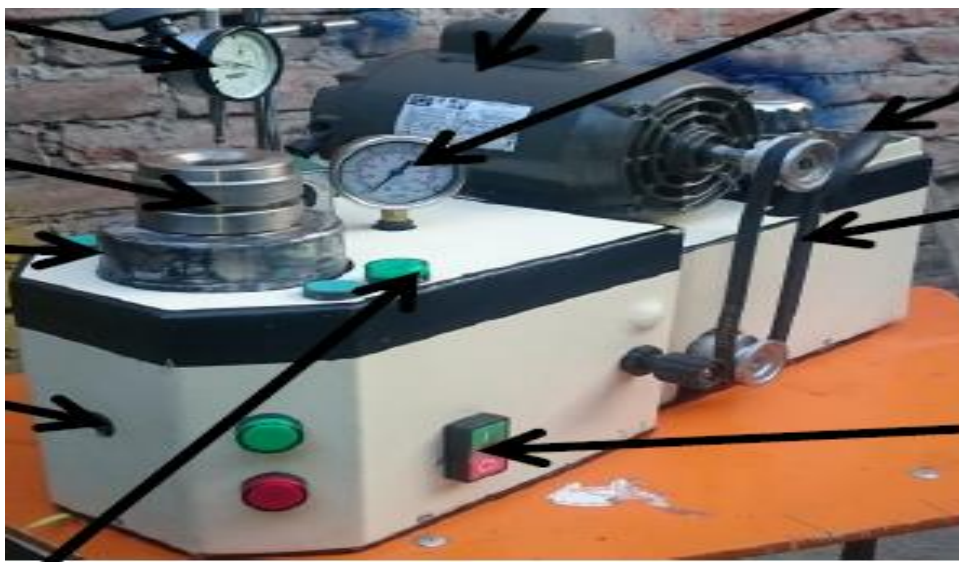
Figura 3-2: Plantilla para el cálculo de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.
Fuente: Laboratorio de Curtiembre de pieles (2018).

2.8.2.3. Lastometría

El cálculo de la lastometría ayudó a determinar la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provocó una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debía alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no fue lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebró y se agrietó. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que debía soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro, que se ilustra en la fotografía 3-2.

Este instrumento contenía una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deformó progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produjo la primera fisura.

En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor, y el resultado fue el valor de la lastometría del cuero.



Fotografía 2- 2: Prototipo mecánico lastómetro

Fuente: Laboratorio d Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resistencias físicas

3.1.1. Resistencia a la flexión

Los valores medios determinados por la resistencia a la flexión del cuero de *Thunnus albacares* (atún), reportaron diferencias altamente significativas entre medias por efecto de la inclusión de diferentes niveles de sulfato de aluminio adicionado a la fórmula de curtido, estableciéndose la mejor respuesta con la aplicación de 9 % de sulfato de aluminio debido a que el valor fue de 513.2 ciclos, a continuación se aprecia los resultados de flexión reportados por las pieles curtidas con 7 % de sulfato de aluminio con resultados de 314.2 ciclos en tanto que la respuesta más baja fue la determinada al curtir con 8 % de sulfato, con valor de 293.8 ciclos, como se aprecia en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio

VARIABLE	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO,%			EE	PROB	SIGN
	7%	8%	9%			
	T1	T2	T3			
Resistencia a la flexión, ciclos	314.2 b	293.8 c	513.2 a	1,04	7.1E-21	**
Porcentaje de elongación,%	70 a	75 a	79 a	7,28	0.69	ns
Lastometría, mm	7.41 a	8.11 a	6.70 a	0,54	0.22	ns

abc: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P \leq 005$). Elaborado: Martínez K (2018).

Es decir que la curtación de pieles de atún con mayores niveles de sulfato de aluminio mejora la resistencia a la flexión, lo que tiene su fundamento con lo expuesto por Bacardit (2004), quien menciona que el aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, sin embargo para las pieles de atún por su estructura más delicada requieren de un curtiente que no sea muy agresivo al transformar la piel en cuero como es el sulfato de aluminio.

Los resultados expuestos cumplen con las exigencias de calidad del cuero emitido por la (Asociación Española del Cuero, 2012), que en su norma técnica IUP 9 (2002), manifiesta que los cueros destinados a la confección de accesorios de vestimenta deben presentar valores de resistencia a la tensión que va de 200 a 400 ciclos, antes de producirse la primera fisura en el cuero, por lo tanto se aprecia que los cueros curtidos con sulfato de aluminio cumplen con esta exigencia, proporcionando la firmeza deseada, para que no se rompa con facilidad y de esta mejores características se presentan con el empleo del nivel de 9%

Las respuestas de flexión de la presente investigación son superiores al ser comparadas con los reportes de Chele (2012), quien manifiesta que la resistencia a la flexometría más alta, fue reportada en los cueros de corvina del tratamiento curtidos con 8% de alumbre debido a que, los valores promedios fueron de 83,88 ciclos.

El análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 4-3, estableció una tendencia cuadrática altamente significativa que indica que a medida que se incrementa el sulfato de aluminio al 8% la resistencia a la flexión tiende a reducirse, pero en niveles superiores se incrementa la resistencia estableciendo adicionalmente un coeficiente de diferencia de 99,96 % en tanto que el 0,04 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación sobre todo la calidad y conservación de la piel

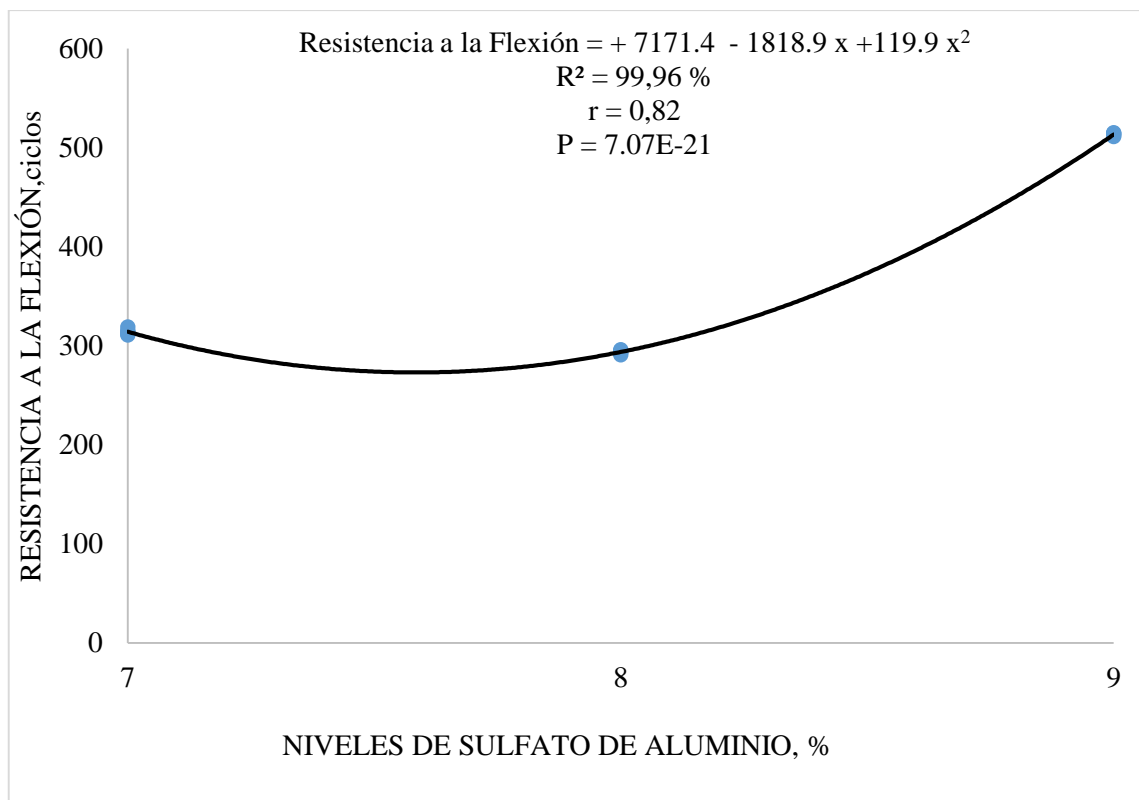


Gráfico 4-3: Regresión de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

Elaborado: Martínez K (2018).

3.1.2. Porcentaje de elongación

Las pieles de *Thunnus albacares* (atún) no presentaron diferencias significativas en la evaluación del porcentaje de elongación por efecto de los diferentes niveles (7, 8 y 9 %), de sulfato de aluminio empleados, por cuanto se encontraron respuestas entre 70 % y 79 % de elongación con la aplicación de 7 y 9 % de sulfato de aluminio, en tanto que con el 8 % de sulfato de aluminio su respuesta fue de 75 %, como se ilustra en el gráfico 5-3, sin embargo nuevamente se establece que al aplicar mayores niveles de sulfato de aluminio que tiene la capacidad de fijarse con los diversos sustratos del cuero mediante grupos reactivos de los esteres .

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por Artigas (1987), quien manifiesta que la piel de pescado en Ecuador muestran una gran resistencia y un aspecto original, la cual es activada al introducir el sulfato de aluminio que es una sustancia curtiente que tiene la capacidad de estabilizar al colágeno mejorando su resistencia al calor, a las proteinasas y a los agentes promotores del hinchamiento evitando así el aglutinamiento de las fibras colaginosas al secarse

la piel y que pierdan su elasticidad, o porcentaje de elongación. Por consiguiente es muy conveniente utilizar el sulfato de aluminio en pieles de atún debido a su bajo poder de astringencia, debilidad al transformar la piel en cuero, que lo hace menos agresivo en relación a su homólogo como es el cromo que actualmente es el método más popular para curtir pieles debido a su rapidez y que le da al cuero propiedades físicas y químicas deseables sin embargo está comprobada su transformación de trivalente a hexavalente que al entrar en contacto con los factores bióticos y abióticos del ecosistema produce un efecto muy nocivo al ambiente.

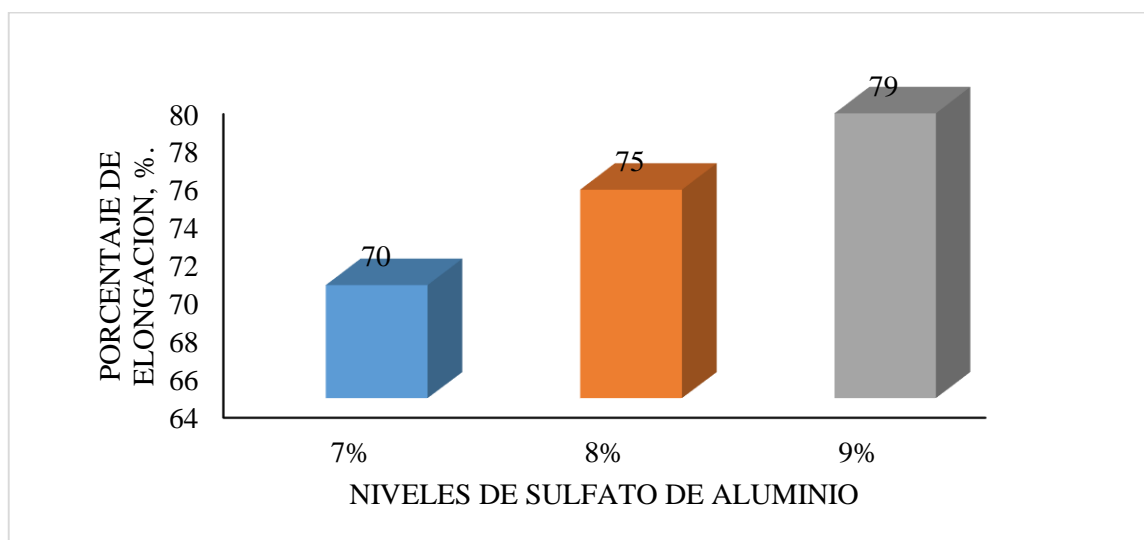


Gráfico 5-3: Porcentaje de elongación de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

Elaborado: Martínez K. (2019).

Los resultados expuestos del porcentaje de elongación de las pieles de atún cumplen con las exigencias de calidad del cuero emitido por la (Asociación Española del Cuero, 2012), que en su norma técnica IUP 6 (2002), manifiesta que los cueros destinados a la confección de accesorios de vestimenta deben presentar valores de porcentaje de elongación que va de 40 a 80 %, por lo tanto se aprecia que los cueros curtidos con el 9 % de sulfato de aluminio cumplen con esta exigencia, proporcionando la elasticidad deseada, para confeccionar prendas muy delicadas, únicas y vistosas, que fácilmente pueden ser exportadas.

El porcentaje de elongación de la presente investigación es superior al ser comparado con los registros de Chele (2012), quien indica que la mejor elongación fue reportada en los cueros curtidos con el 8% de alumbre, cuya media fue de 43,06%, sin embargo, son inferiores a los resultados determinados por Viracocha (2015), quien indica que la elongación del cuero de tilapia reporto un valor promedio de 86,4 % correspondiente al curtirlo con 8% de sulfato de aluminio y 20 % de guarango.

3.1.3. Lastometría

Los resultados de la lastometría de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), por efecto de los niveles de sulfato de aluminio utilizados en la fórmula de curtido, registrándose que de una lastometría de 7,41 mm con el uso del nivel 7 % de sulfato de aluminio, incremento a 8,11 mm con el 8 % de sulfato de aluminio en tanto que las respuestas más bajas fueron las reportadas en las pieles curtidas con 9 % de sulfato de aluminio ya que los valores fueron de 6,70 mm como se reporta en el gráfico 6-3. Es decir que numéricamente con el 8 % se consigue una mayor resistencia al frote de la piel o lastometría.

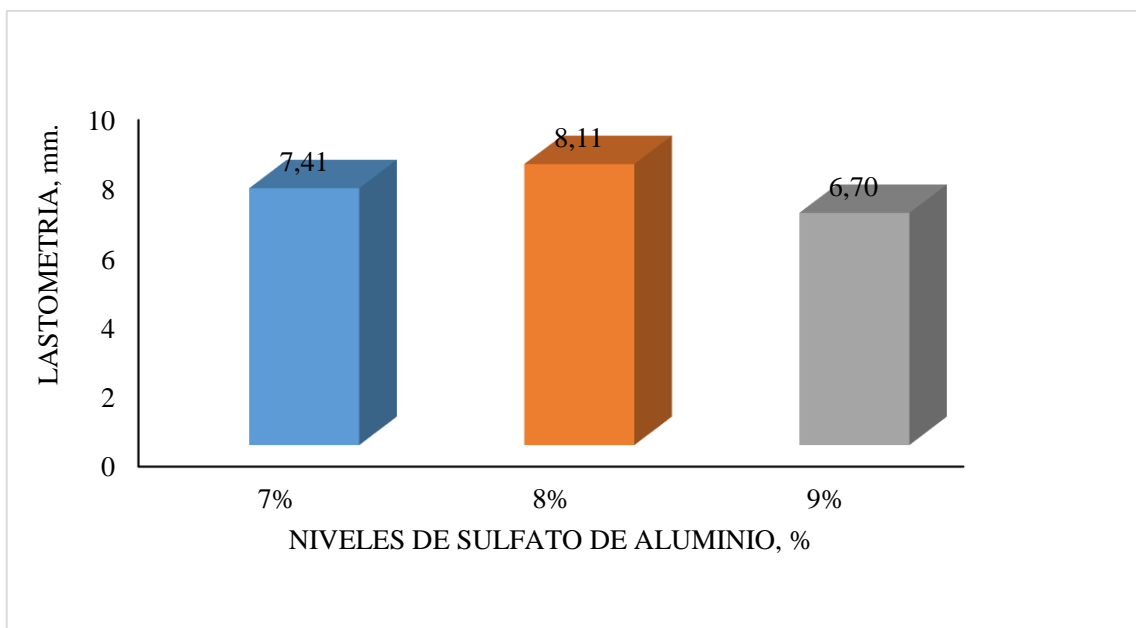


Gráfico 6-3: Lastometría de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

Elaborado: Martínez K (2019).

Lo que tiene su fundamento con lo expuesto por Grunfeld (2008), quien manifiesta que al curtir pieles de atún presentan una mayor durabilidad y resistencia duplicando en algunos casos la lastometría comparada con una piel de res. Por lo que para mejorar la lastometría del cuero es aconsejable utilizar sulfato de aluminio para modificar las propiedades de la piel a través de un material curtiente el cual produce una reticulación, de la estructura al combinarse de manera irreversible con el colágeno convirtiendo la piel en un material estable a la acción del agua, y los microorganismos el cual recibe el nombre de cuero.

Las respuestas anotadas, superan la recomendación realizada por la Asociación Española del Cuero (2012) que en su Norma Técnica IUP 8 (2002), que indica que la lastimetría del cuero no debe ser menor a 7,5 mm, al igual que la Norma INEN 555 considera que un cuero es de buena calidad cuando cumple con el valor mínimo de 7.2 mm de distensión, estableciéndose que el cuero obtenido presenta buenas características para ser utilizado en vestimenta

3.2. Evaluación sensorial

3.2.1. Llenura

Al realizar la evaluación de la característica sensorial de la llenura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), mediante la prueba de Kruskal Wallis, se estableció que por efecto de los niveles de sulfato de aluminio utilizados se presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), ya que los valores asignados en las medianas fueron de 5 puntos, en las pieles curtidas con 9 % de sulfato de aluminio que corresponde al mayor valor es decir 5 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo (2018), a continuación se aprecian las respuestas de los cueros curtidos con 8 % de sulfato de aluminio debido a que los resultados fueron de 4 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto las calificaciones más bajas y que correspondieron a 3 puntos fueron determinadas en los cueros curtidos con 7 % de sulfato de aluminio como se reporta en la tabla 8-3. Es decir que para conseguir una mayor calificación de llenura de las pieles de atún es conveniente la aplicación de mayores niveles de sulfato de aluminio aplicado a la fórmula de curtido

Sin embargo, hay que tener en cuenta lo que señala Boccone (2017, p. 25), quien manifiesta que la llenura del cuero es la sensación al tacto de mayor compactación, siendo específica para cada tipo de artículo por cuanto para la confección de calzado y artículos de marroquinería esta debe ser alta en contraste con los cueros para vestimenta. Las pieles curtidas con sulfato de aluminio tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, por cuanto las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean en la producción de pieles de peletería, combinándose de manera adecuada para llenar los espacios interfibrilares de la fibra del colágeno provocando una sensación de llenura agradable.

Tabla 8-3. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %) de sulfato de aluminio.

VARIABLE	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO			EE	Prob	Sign
	7%	8%	9%			
Llenura	3,0 b	4,0 a	5,0 a	0.31	0.0103	*
Blandura	5,0 a	4,0 b	3,0 b	0.29	0.004	**
Tacto	5,0 a	4,0 b	2,0 c	0.36	0.01	*

abc: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P \leq 0.05$).

Elaborado: Martínez K. (2019).

Los resultados de la presente investigación son superiores a los registros de Chele (2012), quien registró las calificaciones más altas en los cueros curtidos con 9% de curtiente de alumbre, con medias de 4,81 puntos y calificación excelente, así como de Viracocha (2015), quien manifiesta que la piel de tilapia posee celdillas propias de las escamas placoides que aportan al cuero un carácter distintivo y marcas naturales de la piel, así como también sus variaciones de pigmentación, visibles en el producto final, dándole a cada cuero un carácter distintivo, al aplicar 8% de sulfato de aluminio y 20% de extracto de guarango la llenura alcanza la calificación más alta con promedios de 4,85 puntos y calificación excelente.

El análisis de regresión determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa como se ilustra en el gráfico 7-3, es decir que al incrementarse los niveles de sulfato de aluminio en el proceso de curtición de las pieles de atún se produce una elevación en la calificación de la llenura, con un coeficiente de determinación del 53,33 % mientras tanto que el 46,67 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con la procedencia de la materia prima y su método de extracción.

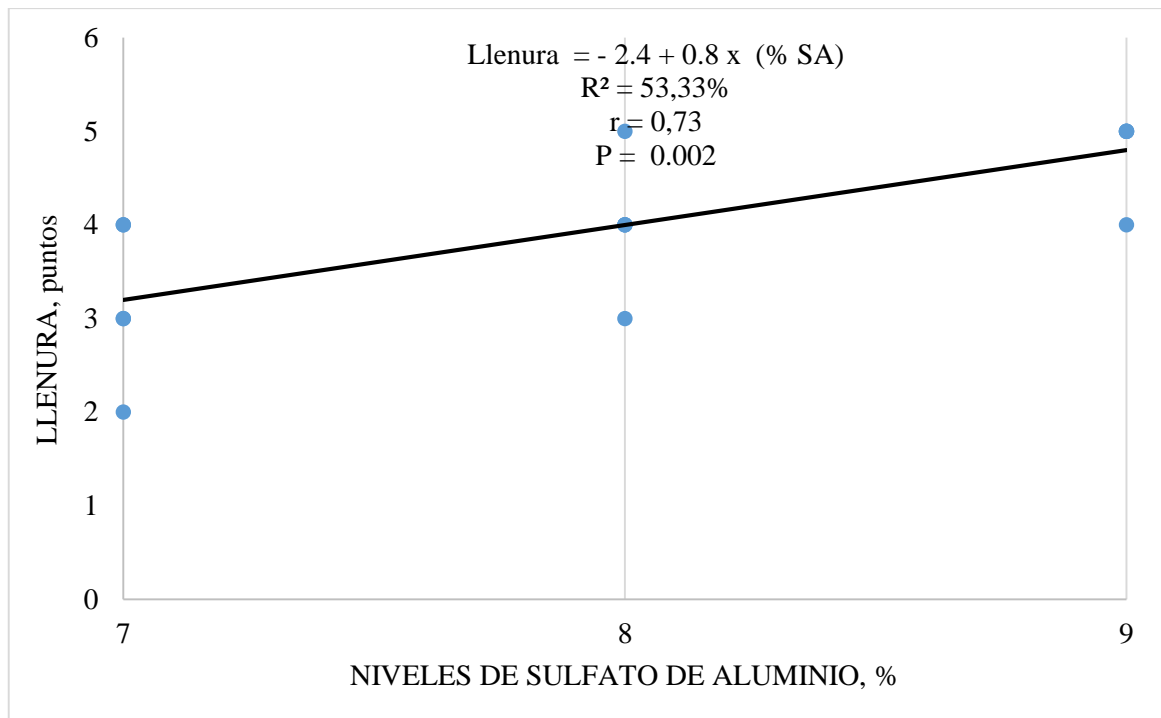


Gráfico 7-3: Regresión de la llenura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

Elaborado: Martínez K (2018).

3.2.2. *Blandura*

El análisis de la variable sensorial blandura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), registraron diferencias significativas según el criterio Kruskal – Wallis ($P \leq 0,5$), estableciéndose las medianas más altas en los cueros curtidos con 7 % de sulfato de aluminio debido a que los valores fueron de 5 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo (2018), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas por los cueros curtidos con 9 % de sulfato de aluminio ya que los promedios en las medianas fueron de 3 puntos, y calificación baja según la mencionada escala, además se aprecia una calificación de 4 puntos en los cueros curtidos con 8 % de sulfato de aluminio y la calificación fue de muy buena, es decir que para conseguir una mejor respuesta de blandura se debe realizar la curtición con 7 % de sulfato de aluminio

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por Cordero (2012) quien menciona que al curtir con aluminio se obtienen las pieles más claras, muy delicadas y blandas, con una textura muy suave y con buena caída, así como una elasticidad y una capacidad de desplazamiento recíproco para lograr por alargamiento una blandura, flexibilidad y tacto requerido.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 8-3, determinó una tendencia lineal negativa es decir que con el incremento de los niveles de sulfato de aluminio en la fórmula de curtido de las pieles de atún, se producirá una disminución de la calificación de blandura en 0,9 puntos, con un coeficiente de determinación de 60,75 % mientras tanto que el 39,25 % restante depende de otros factores como, calcular la muestra precisa, precisión de los equipos entre otros que ingresan en cada uno de los procesos de transformación de la piel en cuero

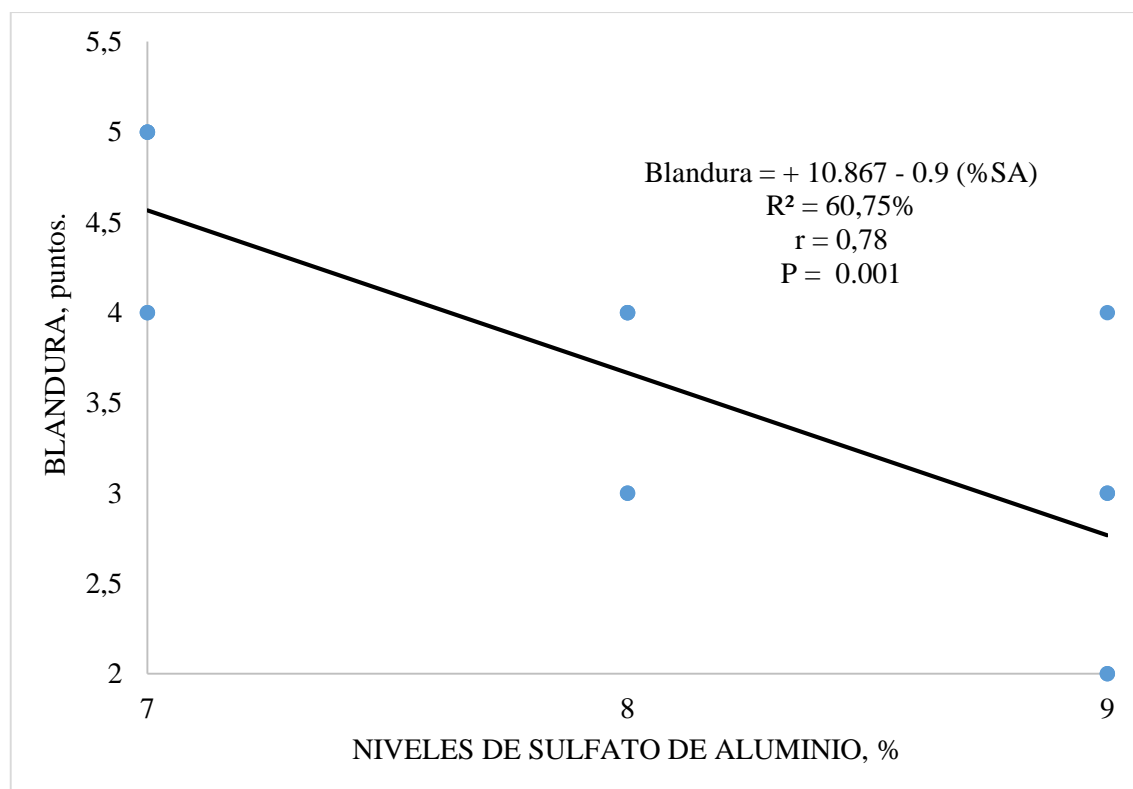


Gráfico 8-3: Regresión de la blandura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

Elaborado: Martínez K (2018).

Los resultados expuestos en la presente investigación de la blandura de las pieles de atún son superiores a los registrados por Chele (2012), quien, al curtir pieles de corvina con diferentes niveles de sulfato de aluminio, registró las puntuaciones más altas en los cueros del tratamiento 8%, ya que las medias fueron de 4,56 puntos y condición excelente.

3.2.3. Tacto

Los valores de la evaluación sensorial de tacto de la piel de atún por efecto del empleo de varios niveles de sulfato de aluminio fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), estableciéndose puntuaciones medias que van de 5 a 2 puntos al utilizar 7 y 9 % de sulfato de aluminio respectivamente como se ilustra en el Gráfico 8, correspondiéndoles calificaciones de excelente a baja según la escala propuesta por Hidalgo (2018), además se aprecia una calificación en mediana de tacto de 4 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, es decir que a curtir con niveles bajos de sulfato de aluminio (7 %), se consigue una mejor condición de tacto en las pieles de atún.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los reportados por (Chele, 2012), quien registró las respuestas más altas en los cueros de corvina curtidos con el 8% de curtiente alumbre con 4.38 puntos y condición muy buena.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 9-3, indica una tendencia lineal negativa altamente significativa, estableciéndose que por cada unidad de incremento en los niveles de sulfato de aluminio existirá una disminución de 0,9 puntos en la calificación de tacto de las pieles de atún, con un coeficiente de determinación del 61,48 % mientras tanto que el 38.52 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la precisión en los procesos mecánicos de transformación de piel en cuero

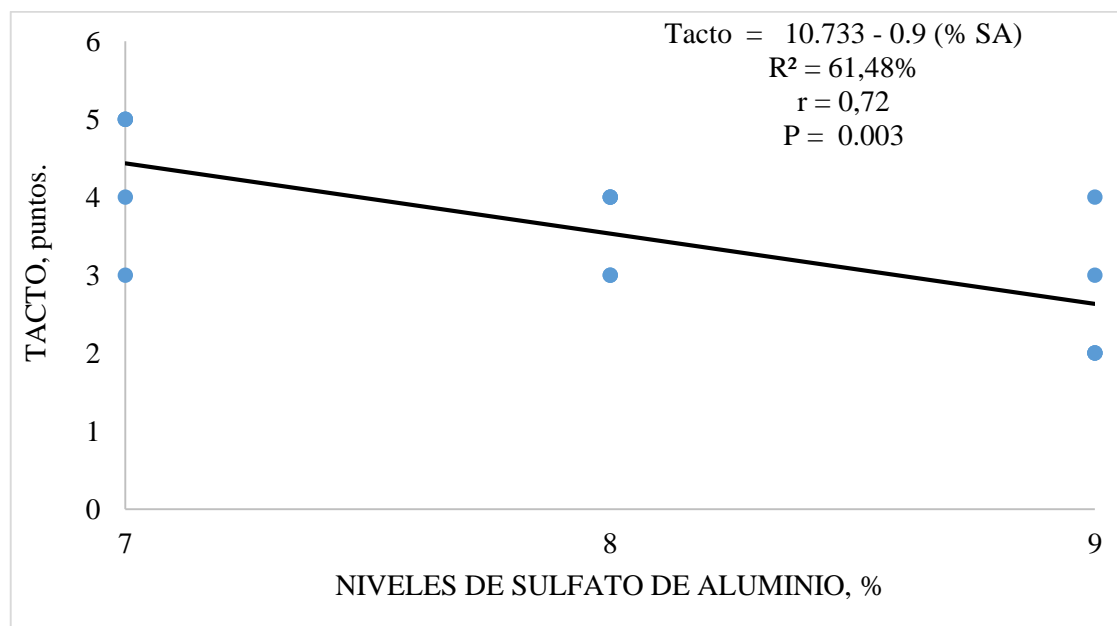


Gráfico 9-3: Regresión del tacto de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio. Elaborado: Martínez (2018).

3.3. Análisis de correlación

Para determinar la correlación que existe entre las variables físicas y sensoriales de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio, se utilizó la correlación de Pearson, que se indica en la tabla 9-3:

La correlación que se aprecia entre la resistencia física de flexión y los diferentes niveles de sulfato de aluminio es alta positiva ya que el valor fue de 0,82, es decir que al incrementarse el nivel de sulfato la flexión también se eleva en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

Tabla 9-3: Análisis de correlación entre las variables físicas y sensoriales de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

	Pruebas	Flexión	Elongación	Lastometría	Llenura	Blandura	Tacto
Pruebas	1.00						
Flexión	0.82	1.00	**	*			
Elongación	0.24	0.20	1.00	**	**	*	
Lastometría	-0.24	-0.43	0.14	1.00	**	**	**
Llenura	0.73	0.60	0.17	-0.12	1.00		
Blandura	-0.78	-0.61	-0.44	-0.01	-0.63	1.00	
tacto	-0.72	-0.62	-0.55	0.26	-0.44	0.67	1.00

** : la correlación es altamente significativa ($P < 0,01$).

Elaborado: Martínez K (2018)

- Al asociar el porcentaje de elongación con la variable independiente niveles de sulfato de aluminio se aprecia una correlación positiva baja debido a que el referente fue de $r = 0,24$, es decir que al impregnarse los niveles de sulfato de aluminio adicionados a la fórmula de curtido de las pieles de atún existe un incremento del porcentaje de elongación en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

- La asociación presentada por la lastometría en función de los diferentes niveles de sulfato de aluminio demuestra una relación negativa baja (- 0,24), es decir que al incrementar el nivel de curtiente sulfato de aluminio en la fórmula de curtido de las pieles de atún existe un descenso de la resistencia física lastometría en forma altamente significativa ($P < 0,01$).
- El grado de asociación que existe entre la calificación sensorial de llenura y el nivel de sulfato de aluminio establece una correlación positiva alta ($r = 0,73$), que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de sulfato de aluminio en la curtición de las pieles de atún, la calificación de llenura tiende a incrementarse progresiva y significativamente ($P < 0,01$).
- La correlación que existente entre el nivel de curtiente mineral sulfato de aluminio y la variable sensorial blandura determina una asociación negativa alta, con un coeficiente de correlación de $r = - 0,78$, que indica que la calificación de blandura de las pieles de atún decrece a medida que se incrementa el nivel de curtiente sulfato de aluminio ($P < 0,01$).
- Finalmente, la correlación que se determina entre el nivel de sulfato de aluminio y el tacto determina una relación negativa alta ($r = - 0,72$), es decir que con el incremento del nivel de sulfato de aluminio en la curtición de las pieles de atún se producirá un aumento en la calificación de tacto en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

3.4. Evaluación económica

En la tabla 10-3, se reportan los resultados del análisis económico de la producción pieles de atún por efecto del empleo de varios niveles de sulfato de aluminio, determinándose que los costos de producción por pie cuadrado de cuero se reducen ligeramente conforme se incrementa la cantidad de curtiente sulfato de aluminio, debido posiblemente a que el cuero al presentar mayor resistencia y elongación tiende a presentar un mayor rendimiento de superficie, es así que con el uso de 7, 8 y 9 % de sulfato de aluminio

En cuanto al indicador beneficio costo, se determinó que la mayor rentabilidad se alcanzó con el empleo del 9 % de sulfato de aluminio, registrándose un beneficio/costo de 1.30, seguido de los tratamientos en los que se utiliza 7 y 8 % de sulfato de aluminio con los que se determinaron indicadores de 1.24 y 1.25, respectivamente.

Por lo que se puede considerar que la elaboración de piel de atún curtido con 9 % de sulfato de aluminio se obtiene una rentabilidad del 30 %, esto en un tiempo de tres semana de proceso,

rentabilidad que es mayor a las que se perciben por efecto de las tasas de interés bancarias vigentes, y con menor riesgo, ya que el cuero es considerado como un producto de consumo masivo, mucho más cuando es novedoso vistoso y exótico, y se resuelve el problema que tienen los pescadores de nuestras playas o de las atuneras de la región que tienen que eliminar la piel sin darle un valor agregado que convertiría a esta producción muy atractiva

Tabla 10-3: Evaluación económica de la producción de pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

CONCEPTO	NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO		
	7% T1	8% T2	9% T3
Compra de pieles de atún \$	5,00	5,00	5,00
Costo por piel de atún \$	0,50	0,50	0,50
Valor de pieles de atún \$	2,50	2,50	2,50
Productos para el remojo \$	4,12	4,12	4,12
Productos para curtido \$	4,00	4,50	4,75
Productos para engrase \$	3,75	3,75	3,75
Productos para acabado \$	4,45	4,45	4,45
Alquiler de Maquinaria \$	4,00	4,00	4,00
Confección de artículos \$	5,50	5,50	5,50
TOTAL DE EGRESOS	28,32	28,82	29,07
INGRESOS			
Total de cuero producido	15,00	15,50	16,25
Costo cuero producido pie 2	1,89	1,86	1,79
Cuero utilizado en confección	6,75	6,75	6,75
Excedente de cuero pie ²	8,25	8,75	9,50
Venta de excedente de cuero	18,15	19,25	20,90
Venta de artículos confeccionados	16,88	16,88	16,88
TOTAL DE INGRESOS	35,03	36,13	37,78
Beneficio/costo	1,24	1,25	1,30

Elaborado: Martínez K (2018).

CONCLUSIONES

- Las resistencias físicas del cuero de atún son mayores al ser curtido con 9 % de sulfato de aluminio debido a que la flexión (513.2 ciclos) y porcentaje de elongación (79 %) superan a las exigencias de calidad de entidades internacionales como las normas IUP
- La lastimetría que es la resistencia al frote de la piel hasta que se rompa, en los cueros de atún no se vieron afectados estadísticamente por efecto de los niveles de sulfato de aluminio registrándose valores entre 6.70 y 8.11mm que cumple con la norma IUP
- Las calificaciones sensoriales del cuero de atún son más altas al curtir con 7 % de sulfato de aluminio en blandura, y tacto (5 puntos), mientras que en llenura se alcanzó con el nivel 9% son los más altos, es decir el material es muy suave con elevada caída y muy agradable al tacto.
- La relación beneficio costo fue más alta al utilizar el 9% de sulfato de aluminio debido a que se alcanzó una rentabilidad del 30% y un costo de producción por pie² de 1.79 dólares.

RECOMENDACIONES

- Utilizar en la curtición de pieles de atún el 9% de sulfato de aluminio, por cuanto este nivel propicia al cuero una mayor elasticidad, rendimiento y una rentabilidad económica del 30% (B/C de 1.30).
- Replicar la presente investigación con el empleo de sulfato de aluminio en la curtición en otras pieles marinas corvina tilapia tiburón, entre otros y validar su utilidad para generar un valor agregado a estas pieles que generalmente se desechan.
- Difundir los resultados obtenidos de la curtición de pieles de atún con sulfato de aluminio para de esta manera fomentar en el sector pesquero la conservación de estas pieles para su utilización de manera industrial

BIBLIOGRAFIA

- Adzet, J. 2005. Química Técnica de Tenerife. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls .
pp 121 -126.
- Andrade, G., 2006. Prácticas II de tecnología del Cuero. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH.
pp 46
- Artigas, M. 1987. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. Barcelona: Edit.
Latinoamericana. pp 45 -49
- España, Asociación Española del Cuero, 2012. Normas Técnicas para la resistencia a la tensión
del cuero. Barcelona: AQUIC. p 1.
- Bacardit, A. 2004. Diseño de un proceso combinado de curtición. Química Técnica del Cuero.
Cataluña: COUSO, pp. 12-52-69.
- Boccone, R., 2017. Tecnicas del acabado del cuero. [En línea] Available
[Fecha de Consulta: 20 septiembre 2018].
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/tecnicacuero.htm>
- Bonilla, R. & Q. M., 2008. Histología y morfometría de piel del pez *Eremophilus mutisii*
(Trypomecteridae, Siluriformes). Revista de Biología Tropical , 12 Junio 2018,
Volumen 56, pp. 21 - 65.
- Caballero, J. & A. y. C. O., 2015. BIOCUEROS: pieles marinas curtidas con savia de la musa
paradisiaca. Revista de Iniciación Científica Journal of Undergraduate
Research, 22 Agosto 2018, segundo volumen (1), p. 38.
- Chefuri, A., 2011. Consejos paso a paso a paso : Quitar la piel del pescado. [En línea] Available
[Fecha de consulta : 10 agosto 2018].
[at:https://blog.chefuri.com/consejos/consejos-paso-a-paso-xxx-quitar-la-piel-del-pescado/](https://blog.chefuri.com/consejos/consejos-paso-a-paso-xxx-quitar-la-piel-del-pescado/)
Volumen 1. p 1

- Chele, A., 2012. “Curtición de pieles de *argyrosomus regiu* (corvina), con la utilización de diferentes niveles de curtiente mineral alumbre” (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias ,Escuela de Ing. En Industrias Pecuarias, Riobamba, pp 42-45.
- Cordero, B. 2012. Tecnología dela curtición. Cuenc, Ecuador. Edit Laperti.
Pp 124 - 129.
- Cotance, A., 2004. Curticiones Combinadas. En: Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. Igualada: España, Curtidores Europeos, pp. 23 - 32.
- Font, J., 2001. Analisis y ensayos en la industria del cuero Igualada, España. Edit CETI.
Pp 23 -29
- Frankel, A., 2016. Manual de Tecnología del Cuero. Buenos Aires, Argentina: Edit. Albatros.
- Gansser, A. 2006. Manual del Curtidor. Barcelona, España. EdiT TRIMUL.
- Gratacos, E., 2002. Tecnología Química del Cuero. Portobello, España. Edit. BoledaLluch..
- Grozza, G., 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Barcelona, España: Edit Sintes. S.A.
- Grunfeld, A., 2008. Remojo de pieles lanares para doble faz... Montevideo, Uruguay. Edit AUQTIC. Av.Italia.
- Gutierrez, J., 2018. Diseñan Tecnología para curtir piel de pescado y aprovecharla en zapatos y otros artículos. [En línea] Available.
[Fecha de consulta: 10 Mayo 2018].
at:<https://imagenpoblana.com/18/05/02/disenan-tecnologia-para-curtir-piel-de-pescado-y-aprovecharla-en-zapatos-y-otros-articulos>.
Volumen II. P. 35
- Hidalgo, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles Riobamba, Ecuador: Edit. ESPOCH.
Pp 18-25

- Hidalgo, L. 2018. Escala de calificación de las características sensoriales de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidadas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio. Riobamba(Chimborazo): ESPOCH.
- Hoinacki, I., 2009. Peles ecouras - origens defeitos e industrializacao. Porto Alegre: SENAI/RS.
- Hoinacki, I., 2009. peles e couros – origens defeitos e industrializacao. Porto Alegre: SENAI/RS..
- Jiménez, J. & P. G., 2005. Aspectos biológicos del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* (Humboldt, 1805) (piscis) de un tramo del río Bogotá en el municipio de Suesca , Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Pp 30
- Jones, C., 2002. Manual de Curtición Vegetal. Buenos Aires: LEMIN..
- Jones, C., 2002. Manual de Curtición Vegetal.. Buenos Aires: Edit. LEMIN..
- Juran, J., 2003. Los ligantes y su utilizacion en la industria del cuero. Barcelona: Edit Albatros.
- Lacerca, M., 2003. Curtición de Cueros y Pieles. Buenos Aires: Albatros.
- Libreros, J., 2003. Manual de Tecnología del cuero. Igualada, España: Edit. EUETII..
- Lultcs, W., 2003. IX Conferencia de la Industria del Cuero.. Barcelona: Edit. Separata Técnica.
- Mendez, R., 2007. Produccion limpia en la industria de curtiembre . Universidad de Santiago de Compostela. Facultad Agroindustrial, Carrera de agroindustrias Santiago de Compostela pp 33-35
- Monterubio, M., 2016. Que son las proteínas. [En línea] Available.
[Fecha de consulta: 14 Abril 2018].
[at:https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.html](https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.html)
Vol 23. Pp 12

- Perinat, M., 2015. Tecnología de la confección en la piel. [En línea] Available at:
[Fecha de consulta: 02 Abril 2018].
http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/part01/lecc04/capitulo4000.html
Vol 23. Pag 10
- Ponti, B., 2008. Tecnologías ambientales en el rubro curtiembre en Chile. Valparaizo: INTEC.
- Portavella, M., 2005. Tenería y medioambiente, aguas residuales. Barcelona, Edit CICERO.
- Portavella, M., 2005. Tenería y medioambiente aguas residuales. Barcelona: Separata tecnica.
- Ramirez, Y., 2015. obtención de cuero a partir de piel de tilapia (*oreochromis niloticus*), utilizando como curtiente extracto de quebracho, en el laboratorio de química de la unan-managua. segundo semestre del año 2014. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua. Pp 42
- Rieche, A., 2006. Química orgánica. Igualada, España: Edit. Dorssat.
- Rivero, A., 2001. Manual de Defectos en Cuero Igualada: España Edit. CIATEG A.C.
- Soler, J., 2004. Procesos de Curtido. Barcelona, España: Edit CETI..
- Stryer, L., 2005. Bioquímica de la piel. Barcelona: Edit Reverté S.A.
- Sttofél, A., 2003. XV Simposio técnico de la industria del cuero.. Baños, Ecuador., Edit. ANCE, pp. pp 23-51..
- Torstent, A., 2014. Teoría química del hinchamiento de la piel.. [En línea] Available [Fecha de consulta: 22 Febrero 2018].
at: http://www.cueronet.com/tecnica/div_superficie.htm.
Volumen 5 pag; 32 – 35.
- Valdera, B., 2013. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una plantaagroindustrial de tara en polvo, en lambayeque, para su exportación al mercado chino., Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad industrial Mogrovejo, pp 52

- Villagran, E. & Cuello, S., 2012. INTA. [En línea] Available
[Fecha de consulta: 25 julio 2018].
at:https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-curtido_cueros.pdf.
Volumen 5 pp 32 – 35.
- Viracocha, M., 2015. “evaluación del efecto de tres niveles de sulfato de aluminio y extracto de guarango al 20% en la curtición de piel de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)”.
Escuela Superior Politecnica del ejercito, Facultad de Agronomía, Carrera de
Ing Agrópecuaria, Ecuador pp 48
- Vulliermet, B., 2014. Tipos de hinchamiento en la piel bovina. [En línea] Available
[Fecha de consulta: 22 Noviembre 2017].
at:<http://www.indigoquimica.net>.
Volumen 2 pp 36-40
- Zapata, L., 2012. Manual práctico de curtido natural de cueros y producción de artesanías..
[En línea] Available
[Fecha de consulta: 21 de Marzo 2019].
at:www.fanagua.org/biblioteca/manualArtesaniasLZapata.pdf.
Volumen 2 pp 44
- Zarate, 2005. El proceso de la curtiembre y la peletería en el Perú. Lima: UNALM.

ANEXOS

ANEXO A. Resistencia a la flexión de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7 %	311	315	319	312	314
8 %	295	296	294	293	291
9 %	515	514	512	514	511

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher		Prob	Sign
					0,01	0,05		
Total	14	146986.9	10499.1					
Tratamiento	2	146922.5	73461.3	13688.4	6.9	3.9	0.0	**
Error	12	64.4	5.4					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	314.2	b
8%	293.8	c
9%	513.2	a

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Sign
Regresión	2	146922.53	73461.27	13688.43	0.00	**
Residuos	12	64.40	5.37			
Total	14	146986.93				

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO B. Porcentaje de elongación de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7 %	52.50	60.00	95.00	82.50	60.00
8 %	95.00	60.00	92.50	72.50	55.00
9 %	87.50	75.00	95.00	67.50	70.00

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	14	3385.8	241.8					
Tratamiento	2	203.3	101.7	0.4	6.9	3.9	0.7	ns
Error	12	3182.5	265.2					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	70	a
8%	75	a
9%	79	a

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO C. Lastometría de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7 %	7.11	8.55	7.11	7.11	7.18
8 %	10.90	7.55	7.11	7.09	7.89
9 %	6.45	4.80	7.89	7.25	7.11

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	14	22.38	1.60					
Tratamiento	2	4.98	2.49	1.72	6.93	3.89	0.22	ns
Error	12	17.40	1.45					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	7.41	a
8%	8.11	a
9%	6.70	a

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO D. llenura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7. %	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00
8 %	5.00	4.00	3.00	4.00	4.00
9 %	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados			Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
	de libertad	Suma de cuadrados							
Total	14.00	12.00		0.86					
Tratamiento	2.00	6.40		3.20	6.86	6.93	3.89	0.01	*
Error	12.00	5.60		0.47					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	3.20	b
8%	4.00	b
9%	4.80	a

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Sign
Regresión	1.00	6.40	6.40	14.86	0.00	**
Residuos	13.00	5.60	0.43			
Total	14.00	12.00				

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO E. Blandura de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidadas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7. %	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00
8 %	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
9 %	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	14.00	13.33	0.95					
Tratamiento	2.00	8.13	4.07	9.38	6.93	3.89	0.00	*
Error	14.00	13.33	0.95					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	4.60	a
8%	3.60	b
9%	2.80	c

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Sign
Regresión	1.00	8.10	8.10	20.12	0.00	**
Residuos	13.00	5.23	0.40			
Total	14.00	13.33				

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO F. Tacto de las pieles de *Thunnus albacares* (atún), curtidas con diferentes niveles (7, 8, y 9 %), de sulfato de aluminio.

BASE DE DATOS

Niveles de sulfato de Aluminio	REPETICION				
	I	II	III	IV	V
7. %	5.00	5.00	3.00	4.00	5.00
8 %	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00
9 %	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	14	15.73	1.12					
Tratamiento	2	8.13	4.07	6.42	6.93	3.89	0.01	*
Error	12	7.6	0.63					

Elaborado: Martínez K (2018).

SEPARACIÓN DE MEDIAS

Niveles	Media	Rango
7%	4.40	a
8%	3.60	b
9%	2.60	b

Elaborado: Martínez K (2018).

ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Sign
Regresión	1	8.10	8.10	13.79	0.003	**
Residuos	13	7.63	0.59			
Total	14	15.73				

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO G. Procesos de rivera de pieles de atún.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD (Kg.)	TEMPERATURA	TIEMPO	
<u>REMOJO</u>	Baño	Agua	300	66	Ambiente	30 minutos	
		Tenso activo	0.5	0,11	Ambiente		
		Cloro	1 sachet	Sachet	Ambiente		
	BOTAR BAÑO						
	Baño	Agua	300	66	Ambiente	12 horas	
		Tenso activo	0.5	0,11	Ambiente		
		Cloro	1 sachet	1 sachet	Ambiente		
	BOTAR BAÑO						

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO H. Proceso de pelambre por embadurnado y en bombo en pieles de atún.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD (Kg.)	TEMPERATURA	TIEMPO
<u>PELAMBRE POR EMBADURNADO</u>	Baño	Agua	5	1,1	Ambiente	12 horas
		Ca(OH) ₂ (cal)	3,5	0,77	Ambiente	
		Na ₂ S (sulfuro de NA)				
			2,5	0,55	Ambiente	
	SACAR ESCAMA					

Fuente: Martinez, K. (2019).

Elaborado: Martínez K (2018).

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad (kg)	Temperatura °c	Tiempo
Pelambre en bombo	Baño	Agua	100	21	25	
		Sulfuro de sodio	0,7	0,147		30 minutos
		Sulfuro de sodio	0,7	0,147		30 minutos
		Cloruro de sodio	0,5	0,105		10 minutos
		Sulfuro de sodio	0,5	0,105		
		Cal	1	0,21		30 minutos
		Agua	50	10,5	25	
		Sulfuro de sodio	0,5	0,105		
		Cal	1	0,21		30 minutos
		Cal	1	0,21		3 horas
		Reposo				
		Girar 10 minutos y descansar 3-4 hora por				
	Botar baño					

ANEXO I. Proceso de descarnando desencalado y primer piquelado de pieles de atún

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad (kg)	Temperatura °c	Tiempo
Descarnado						
	Baño	Agua	200	42	25	30 minut
		Bisulfito de sodio	0,2	0.042		
Botar baño						
Desencalado	Baño	Agua	100	19	30	
		Bisulfito de sodio	1	0.19		30 minut
		Formiato de sodio	1	0.19		
		Producto ridente	0,1	0.019		60 minut
		Producto ridente	0,02	0.0038		10 minut
	Botar baño					
	Lavar	Agua	200	38	25	20 minut
Botar baño						

Proceso	Operación	Producto	%	cantidad	Temperatura °c	Tiempo
Piquelado 1	Baño	Agua	60	11.4	Ambiente	
		Cloruro de sodio	10	1.9		10 minut
		Acido fòrmico 1:10	1	0.19		
		1 parte diluido				30 minut
		2 parte diluido				30 minut
		3 parte diluido				60 minut
		Acido fòrmico 1:10	0,4	0.076		
		1 parte diluido				30 minut
		2 parte diluido				30 minut
		3 parte diluido				60 minut
	BOTAR BAÑO					

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO J. Proceso de desengrase y segundo piquelado de pieles de atún

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	Temperatura °c	Tiempo
Desengrase	Baño	Agua	100	19	30	
		Detergente	2	0.38		
		Diesel	4	0.76		60 minut
	Botar baño					
	Baño	Agua	100	19	35	
		Detergente	1	0.19		40 minut
	Botar baño					
	Lavar	Agua	200	38	Ambiente	20 minut
	Botar baño					

Proceso	Operación	Producto	%		Temperatura °c	Tiempo	
2do piquelado						minutos	
	Baño	Agua	60	11.4	AMBIENTE		
		Cloruro de sodio	10	1.9		10	
		Acido formico 1:10	1	0.19			
		1 parte diluido				30	
		2 parte diluido				30	
		3 parte diluido				30	
		Acido formico 1:10	0.4	0.76			
		1 parte diluido				30	
		2 parte diluido				30	
		3 parte diluido				30	
		Reposo					720
		Rodar					600

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO K. Proceso de curtido y acabado de pieles de atun

Curtido	Sulfato de aluminio	7%	0.406		60 minutos
		8%	0.504		
		9%	0.621		
	Basificante 1/10	0,3	0.057		
	1 parte diluido				60 minutos
	2 parte diluido				60 minutos
	3 parte diluido				5 horas
Agua	100	19	60	30 minutos	
Botar baño					

		Pesar pieles	%	Cantidad	Temperaturas	Tiempo
acabado en humedo	baño	agua	200	20	25	
		detergente	0,2	0.02		
		acido formico	0,2	0.02		
		deslizante	0,2	0.02		20 minutos
botar baño						

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO L. Proceso de neutralizado en pieles de atun

neutralizado	baño	agua	80	8	40		
		sulfato de aluminio	2	0.2			
		gluta aldehido	2	0.2		40 minutos	
	botar baño						
	baño	agua	100	10	40		
		1	0.1		30 minutos		
	bicarbonato de sodio	1,5	0.15		60 minutos		
botar baño							
lavado	baño	agua	300	30	formiato de sodio	40 minutos	
botar baño							

			%	Cantidad	Temperatura °c		
Recurtido	Baño	Agua	50	4.5	40		
		Rellenante de faldas	4	0.36			
		Resina crilica 1/10	2	0.18			
		Estireno maleico	4	0.36		60 minutos	
		Anilina (color deseado)	3	0.27		40 minutos	
	Mezclar 1/10 diluir	Agua		150	13.5	70	
		Ester fosforico		10	1		
		Parafina sulfoclorada		4	0.36		
		Grasa sulfitada		12	1.08		60 minutos
		Grasa cationica		0.5	0.045		
		Acido formico 1/10		0,7	0.063	Ambiente	10 minutos
		Acido formico 1/10		0,7	0.063		10 minutos
	Sulfato de aluminio		1,5	0.135		20 minutos	
		Reposo				12 horas	
Lavado	Baño	Agua	200	18	Ambiente	30 minutos	

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO M. Proceso de acabado en seco en pieles de atún

PRODUCTO	CANTIDAD	
Penetrante +H2O	20gr+600	Se mezclaron los dos productos y se procedió a utilizar un soplete para darle el acabado en seco.
Ligante Partícula fina	200gr	Se mezclaron los dos productos y se procedió a utilizar un soplete para darle el acabado en seco
Hidrolaca+H2O	300gr+700	Se mezclaron los dos productos y se procedió a utilizar un soplete para darle el acabado en seco

Elaborado: Martínez K (2018).

ANEXO N. Evidencia fotográfica del proceso de desengalado de las pieles de Atún



ANEXO O. Evidencia fotográfica del proceso de rendido purgado desengrase y piquelado de las pieles de Atún.





ANEXO P. Evidencia fotográfica del curtido de las pieles de Atún con diferentes niveles de sulfato de aluminio.



ANEXO Q. Evidencia fotográfica del recurtido, Neutralizado y Tintura y engrase de las pieles de Atun.





ANEXO R. Evidencia fotográfica del perchado de las pieles de Atún



ANEXO S. Evidencia fotográfica de las pruebas físicas de las pieles de Atún



