

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE CURTIEMBRE DEL FRUTO Y HOJA DEL MOLLE
(*Schinus molle*) EN LA CURTICIÓN DE PIEL DE OVINO (*Ovis aries*) PARA LA
OBTENCIÓN DE PELETERÍA**

PRESENTADO POR:

BR. SARA LIZET SARMIENTO SARMIENTO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESOR:

DR. WALTER GUILLERMO VERGARA ABARCA

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: DETERMINAR EL NIVEL OPTIMO DE CURTIEMBRE DEL FRUTO Y HOJA DEL MOLLE (Schinus molle) EN LA CURTICIÓN DE PIEL DE OVINO (Ovis aries) PARA LA OBTENCIÓN DE PELETEERÍA.

presentado por: SARA LIZET SARMIENTO SARMIENTO con DNI Nro.: 45217191

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	X
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de AGOSTO de 2024



Firma

Post firma WALTER GUILLERMO VERGARA ABARCA

Nro. de DNI 31016563

ORCID del Asesor 0000-0002-6688-7471

0000-0002-1543-1550

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:373694546

NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO DE CURTIEMBRE DEL FRUTO Y HOJA DEL MOLLE (Schinus molle) EN LA CURTICIÓN

AUTOR

Sara Lizet Sarmiento Sarmiento

RECUENTO DE PALABRAS

20562 Words

RECUENTO DE CARACTERES

105618 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

140 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

33.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 18, 2024 7:13 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 18, 2024 7:15 PM GMT-5**● 2% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A **Dios**, quien siempre estuvo a mi lado, me hizo más valiente en todas las etapas que se presentaron en mi vida.



A mis queridos padres, Andrés A. Sarmiento Florido y Gabi Sarmiento Huarhua por sus consejos, comprensión y apoyo para finalizar mi formación profesional.

A mis hermanos Max y Auqui y a mi cuñada Elizabeth que me brindaron su aliento, motivación y su confianza.

AGRADECIMIENTO

A DIOS: por darme la vida, quien me regala cada día, por haberme fortalecido y dado la sabiduría para afrontar cada paso de mi vida y por brindarme salud, permitiéndome llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, institución que me dio la facultad de terminar mis estudios académicos.

A mi Carrera Profesional de Zootecnia.

A mi asesor Dr. Walter Guillermo Vergara Abarca, que me brindó su apoyo y dirección en el transcurso del presente trabajo.

A mis docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia por compartir sus enseñanzas y apoyarme en mi formación profesional.

A mi familia, por brindarme su cariño incondicional.

A mis amigas, en especial a Verónica J., Heidi S., Kely L. y Raquel U. que me acompañaron en gratos momentos y me alentaron a seguir adelante.

A J. M. por su apoyo para realizar este trabajo y enseñanza de vida.

INDICE

INDICE	iii
GLOSARIO	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	4
1.1.Planteamiento del problema.....	4
1.1.1.Descripción del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.2.1.Problema general.....	5
1.1.2.2.Problemas específicos.....	5
1.2.Objetivos de la investigación	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3.Justificación	6
1.4.Hipótesis	7
1.4.1. Hipótesis general	7
1.4.2. Hipótesis específicas	7
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO	8

2.1. Antecedentes de investigación.....	8
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Generalidades sobre los ovinos.....	12
2.2.2. Tendencia nacional del sector de ovinos en el Perú	12
2.2.3. La piel y el cuero.....	13
2.2.3.1. La piel y sus características	13
2.2.3.2. Aspecto de la piel en animales lanares.....	14
2.2.3.3. Conservación de la piel	14
2.2.3.4. Estructura de la piel	16
2.2.3.5. Composición química de la piel.....	20
2.2.4. Pieles de ovino	22
2.2.5. El Cuero	22
2.2.5.1. Conservación o curado de los cueros	23
2.2.5.2. Uso del cuero.....	24
2.2.6. El curtido de pieles	25
2.2.6.1. El objetivo del curtido.....	25
2.2.6.2. Técnicas de curtición para peletería	25
2.2.6.3. Materiales curtientes.....	26
2.2.6.4. Proceso de la curtición de la piel con curtición vegetal	29
2.2.7. Taninos	31
2.2.7.1. Principales usos del Tanino.....	32
2.2.7.2. Propiedades del tanino.....	33

2.2.7.3.El tanino bajo el microscopio.....	35
2.2.8. Molle (<i>Schinus molle</i>)	36
2.2.8.1.Clasificación taxonomica	36
2.2.8.2.Origen	37
2.2.8.3.Distribución geográfica	37
2.2.8.4.Descripción	38
2.2.8.5.Usos del molle	40
2.2.8.6.Bondades del molle	40
2.2.8.7.Composición química de molle.....	41
2.2.9. Técnicas de curticion para peletería	41
2.2.10.Control de calidad de y rendimiento del cuero.....	47
2.2.10.1.Examen cualitativo.....	47
2.2.10.2.Pruebas de laboratorio	48
CAPÍTULO III	49
MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1.Ámbito de estudio	49
3.1.1. Ubicación política.....	49
3.1.2. Ubicación geográfica	49
3.1.3. Climatología	49
3.1.4. Recursos existentes en el área de estudio	50
3.2.Duración del trabajo de investigación	51
3.3.Materiales.....	51
3.3.1. Para la obtención de la hoja y fruto de molle (<i>Schinus molle</i>).....	51

3.3.2. Para proceso de curtición (peletería).....	52
3.3.3. Reactivos e insumos.	52
3.4. Metodología de la investigación.....	53
3.4.1. Enfoque de la investigación	53
3.4.2. Tipo y nivel de la investigación.....	53
3.4.3. Diseño de la investigación.....	54
3.4.4. Etapa de la investigación.....	56
3.5. Análisis de laboratorio	71
3.5.1. Análisis en el laboratorio del Centro Experimental La Raya – UNSAAC	71
3.6. Diseño Experimental.....	73
CAPITULO IV.....	75
RESULTADOS Y DISCUSIONES	75
4.1. Presentación de resultados	75
4.1.1. Nivel opimo de curtiente de hojas de molle	75
4.1.2. Nivel óptimo de curtiente de frutos de molle.....	78
4.1.3. Comparación entre los dos curtientes hoja y fruto de molle.....	80
4.2. Presentación de discusiones.....	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonas en que se divide la piel.....	16
Figura 2 Estructura de la piel.....	17
Figura 3 La piel y sus partes	18
Figura 4 Tipos de agentes curtientes.....	27
Figura 5 Proceso de curtición.....	31
Figura 6 Tanino al microscopio	35
Figura 7 Aspecto general del molle (<i>Schinus molle</i>) y detalles de flores y frutos.....	40
Figura 8 Proceso de curtido de piel para peletería.....	42
Figura 9 Obtención de harina de hoja de molle (<i>Schinus molle</i>).....	57
Figura 10 Obtención de harina de fruto de molle (<i>Schinus molle</i>)	58
Figura 11 Comparación de la media de curtición según curtiente y su porcentaje	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Patrón de análisis de características sensoriales en pieles	48
Tabla 2 Indicadores para determinar el nivel óptimo	55
Tabla 3 Apuntes del pesado de pieles	59
Tabla 4 Proceso del remojo, distribución de insumo	60
Tabla 5 Proceso de lavado, distribución de insumos.....	61
Tabla 6 Proceso de desengrase, distribución de insumos	62
Tabla 7 Proceso del piquelado, distribución de insumos.....	63
Tabla 8 Distribución de los indicadores para el curtido con los taninos de hoja de molle (<i>Schinus molle</i>)	64
Tabla 9 Distribución de los indicadores para el curtido con los taninos de fruto de molle (<i>Schinus molle</i>)	65
Tabla 10 Proceso de basificado para hoja de molle (<i>Schinus molle</i>).....	66
Tabla 11 Proceso de basificado para fruto de molle (<i>Schinus molle</i>)	66
Tabla 12 Resultados del análisis en el laboratorio	72
Tabla 13 Resultado 2 del análisis en el laboratorio	73
Tabla 14 Resultados del curtido de pieles con la hoja de molle.....	75
Tabla 15 Resultados de curtición con taninos de hoja de molle a 10% ,12%, 14% y 16%....	76
Tabla 16 ANOVA de curtición con taninos de hoja de molle a 10% ,12%, 14% y 16%.....	77
Tabla 17 Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de hoja de molle.....	77
Tabla 18 Resultados del curtido de pieles con fruto de molle	78

Tabla 19 Resultados de curtición con taninos de fruto de molle a 10% ,12%, 14% y 16%....	79
Tabla 20 ANOVA de curtición con taninos de fruto de molle a 10% ,12%, 14% y 16%	79
Tabla 21 Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de frutos de molle.....	80
Tabla 22 Comparación entre los dos curtientes hoja y fruto de molle pruebas t- diferencia de medias.....	80
Tabla 23 ANOVA de curtición con taninos de frutos y hojas de molle a 10% ,12%, 14% y 16%	82
Tabla 24 Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de frutos y hojas de molle.....	82
Tabla 25 Comparación prueba Duncan de nivel de concentración de taninos en fruto y hojas de molle.....	83
Tabla 26 Comparación prueba Duncan de nivel de concentración de taninos versus parte de la planta.....	83

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Traslado de las pieles de ovino al Laboratorio de Pieles de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.....	98
Fotografía 2. Colección de hoja de molle (Schinus molle)	98
Fotografía 3. Colección de fruto de molle (Schinus molle).....	99
Fotografía 4. Secado de hoja de molle para el proceso de molido	99
Fotografía 5. Secado de fruto de molle para el proceso de molido.....	99
Fotografía 6. Resultado de la hoja de molle molido (Izquierda); Resultado de Fruto de molle molido (derecha)	100
Fotografía 7. El respectivo pesado de nuestras pieles de ovino, que será un factor inicial determinante en nuestra investigación.....	100
Fotografía 8. El pre remojo, para limpiar y lavar las impurezas	101
Fotografía 9. Los materiales para el remojo respectivo.....	101
Fotografía 10. Iniciando el proceso de medición y colocando las pieles para el remojo respectivo de nuestras pieles	102
Fotografía 11. Materiales e inicio del proceso del descarnado con la finalidad de eliminar la hipodermis de las pieles	103
Fotografía 12. Medición de los insumos (detergente y gasolina).....	103
Fotografía 13. Inicio del lavado de nuestras pieles.....	104
Fotografía 14. Luego del lavado, Inicio del desengrase	104
Fotografía 15. Desengrasado respectivo y su posterior enjuague.....	105

Fotografía 16. Materiales para iniciar el proceso de piquelado y Distribución del piquel en todos los tratamientos.....	105
Fotografía 17. Medición la hoja molida de molle para realizar el curtido	106
Fotografía 18. Distribución del insumo de la hoja de molle	106
Fotografía 19. Pieles en proceso de curtición con hoja molle	107
Fotografía 20 . Muestras distribuidas en sus respectivos tachos tanto hoja como fruto	108
Fotografía 21. Pieles en proceso de curtición con fruto molle.....	109
Fotografía 22. Materiales para el basificado respectivo	109
Fotografía 23. Medición y distribución e inicio del proceso de basificado.....	110
Fotografía 24. Escurrido de las pieles curtidas con hoja y fruto de molle	110
Fotografía 25. Materiales y claveteo de los cueros curtidos, en tablas de apoyo.....	111
Fotografía 26. Cueros clavados, listos para su oreo y secado.....	111
Fotografía 27. Materiales para la elaboración del aceite de engrase (petróleo, Yema de huevo, jabón de ropa rayado).....	112
Fotografía 28. Engrasado de los cueros curtidos	112
Fotografía 29. Cueros curtidos engrasados.....	112
Fotografía 30. Cueros oreados luego del engrase y separado respectivo, de cueros curtidos con hoja y fruto de molle.....	113
Fotografía 31. Cortes en parte del grupon de los	114
Fotografía 32. Muestras de hoja de molle.....	115
Fotografía 33. Muestras de fruto de molle	115
Fotografía 34. MOTIC IMAGES PLUS 2.0. ML y un aumento de 10X.....	116

Fotografía 35. En el laboratorio del Centro Experimental La Raya - UNSAAC. Donde realizamos las medidas y la toma de imágenes de los cueros curtidos tanto con hoja y fruto de molle.....	116
Fotografía 36. Cuero curtido con hoja de molle al 10%.....	117
Fotografía 37. Cuero curtido con hoja de molle al 12%.....	117
Fotografía 38. Cuero curtido con hoja de molle al 14%.....	118
Fotografía 39. Cuero curtido con hoja de molle al 16%.....	118
Fotografía 40. Cuero curtido con fruto de molle al 10%	118
Fotografía 41. Cuero curtido con fruto de molle al 12%	119
Fotografía 42. Cuero curtido con fruto de molle al 14%	119
Fotografía 43. Cuero curtido con fruto de molle al 16%	119

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registro fotográfico del procedimiento de la investigación	98
Anexo 2 Análisis de las muestras.....	114
Anexo 3 Análisis de los resultados.....	117
Anexo 4 Análisis químico de la muestra de hoja y fruto del molle (<i>Schinus molle</i>)	120
Anexo 5 Base de datos.....	121
Anexo 6 Procesamiento de datos mediante la prueba de Duncan y Análisis de varianza...	122

GLOSARIO

- IUP: Prueba física de la Unión Internacional
- SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- Lastimetría: Para certificar su alto rendimiento y calidad en las pieles
- Quebracho ATS: Quebracho sulfatado

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el nivel óptimo de curtición de pieles utilizando taninos obtenidos del fruto y hoja de molle (*Schinus molle*) en piel de ovino (*Ovis Aries*). Para el análisis se emplearon 24 pieles procedentes de la provincia de Anta; donde se plantearon 4 tratamientos basados en concentraciones de harina de hoja y fruto de molle (10 %, 12 %, 14 % y 16%) con 3 repeticiones. El periodo de evaluación tuvo una duración a partir de agosto a diciembre de 2017. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$); logrando una mejor curtiembre con el T4 (16% de harina de fruta y hojas de molle) dado que se obtuvo un valor promedio de 68,6 y 64,1 de curtición respectivamente. De acuerdo a los datos observados se logró obtener resultados satisfactorios al utilizar los taninos del molle para la curtiembre de pieles de ovino, dado que lograron un buen acabado para iniciar el proceso de transformación y además son características demandadas en la industria del cuero en el mercado.

Palabras clave: Ecología, tanino natural, molle, curtido, piel.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the optimum level of leather tanning using tannins obtained from the fruit and leaf of molle (*Schinus molle*) in sheepskin (*Ovis Aries*). For the analysis, 24 skins from the province of Anta were used; where 4 treatments were proposed based on concentrations of molle leaf and fruit flour (10 %, 12 %, 14 % and 16%) with 3 repetitions. The evaluation period lasted from August to December 2017. According to the results obtained, statistical differences are observed between treatments ($p < 0,05$); achieving a better tanning with T4 (16% fruit flour and molle leaves) since an average value of 68,6 and 64,1 tanning respectively was obtained. According to the observed data, it was possible to obtain satisfactory results when using molle tannins for the tanning of sheep skins, since they achieved a good finish to start the transformation process and are also characteristics demanded in the leather industry in the market.

Keywords: Ecology, natural tannin, molle, tanning, leather.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de los antepasados y de cientos de familias en todo el mundo, que procesan pieles de animales para obtener cueros que se convierten en piezas únicas en manos de diseñadores, sustenta a la industria de la moda, el calzado y la marroquinería. Además de los factores de escala que amenazan a la industria rural del cuero, las curtiembres de todo el mundo enfrentan hoy el desafío de cambiar los métodos de producción para garantizar la sostenibilidad ambiental. (Guerrero, 2014)

La industria del curtido es una de las industrias de procesamiento más antiguas y contaminantes a nivel mundial; crea un número cuantioso de puestos de trabajo, pero opera con poca consideración por el medio ambiente, dado que la disposición de desechos sólidos y aguas residuales tiene un gran impacto en el medio ambiente. (Huamaní, 2014)

En la elaboración de cueros se utiliza el proceso de curtición al cromo; sin embargo, este método genera residuos tóxicos y tiene impacto ambiental negativo. En la actualidad el cromo genera muchos residuos tóxicos como el cromo hexavalente, que pueden contaminar el suelo y el agua ocasionando daños en la salud de la población y el ecosistema (Ordoñez & Benítez, 2019).

Las alternativas para reducir la contaminación en la industria del cuero incluyen cambiar los procesos para reducir la concentración de los productos químicos utilizados o reutilizarlos utilizando materiales "naturales" o tratar las aguas residuales para evitar

impactos ambientales. Los esfuerzos se dividen en dos categorías: aquellos que buscan disminuir los niveles de contaminantes en las aguas residuales centrándose en el proceso en sí y buscando nuevas alternativas de producción, y aquellos que trabajan para disminuir el impacto de las aguas residuales a través del tratamiento de aguas y lodos. (Esparza & Gamboa, 2001)

La competitividad en el Perú frente a la globalización del comercio mundial, hacen imprescindible llevar a cabo investigaciones científicas y desarrollar nuevas tecnologías locales que sean respetuosas con el medio ambiente, y aplicables en la sociedad. Este proyecto de investigación tiene como objetivo mejorar el proceso de curtido en la industria peletera mediante la incorporación de conceptos y técnicas textiles innovadoras que nunca se habían utilizado anteriormente, logrando producir curtidos de excelentes calidades utilizando insumos naturales como son taninos de molle (*Schinus molle*).

La industria peletera busca alternativas en la fuente de uso vegetal, por ello surge el interés de la investigación de buscar métodos de curtición más respetuosos con el medio ambiente, como es el caso del curtido vegetal, dado que es un método tradicional y natural de transformar la piel cruda de los animales en cuero utilizando taninos naturales que se encuentran en diversas partes de la planta, como corteza, hojas, fruto o raíces, por lo cual en el presente trabajo da a conocer el molle (*Schinus molle*), como agente curtiente vegetal natural, el cual posee la presencia de taninos en la hoja (4,73%) y fruto (3,6% de tanino de molle).

El árbol de molle, distintivo de América y originario de los valles interandinos peruanos, aún no ha sido estudiado en profundidad por sus cualidades en la industria del curtido. La falta de información sobre la aplicación de sus hojas o frutos en este ámbito sugiere un campo abierto para indagaciones científicas. Dicha investigación podría revelar información crucial para mejorar el proceso de curtido de pieles de oveja, marcando un hito significativo para investigaciones futuras en la Facultad de Agronomía y Zootecnia, y en particular, en la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

CAPITULO I

PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del problema

En el proceso de curtición se usa el metal pesado cromo, el cual es un problema debido a su baja biodegradabilidad, lo que representa una carga para el medio ambiente debido a su persistencia, acumulación a lo largo del tiempo y efectos impredecibles en la vida acuática, se ha demostrado que es carcinógeno para los seres humanos, por lo cual, genera residuos tóxicos; en consecuencia, poco a poco se está tratando de evitar el uso de estos por que generan problemas de contaminación en los efluentes, por tanto la industria de la peletería busca alternativas en las fuentes de origen vegetales, en la región contamos con una fuente sostenible de molle que las personas utilizan para diferentes fines tales como planta medicinal, también tiene propiedades tintóreas, de la cocción de sus hojas y de la corteza se obtiene un tinte color amarillo que permite teñir el algodón y la lana. Por tal motivo se pretende utilizarlo por sus niveles de taninos (Greenpeace, Greenpeace.org, 2011).

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel óptimo de curtición con molle (*Schinus molle*) en las pieles de ovino a trabajar y con el desarrollo de esta nueva técnica, podremos obtener una ecología sustentable?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el nivel óptimo de curtido de pieles de ovino con tanino de hoja de molle, en una ecología sostenible?
- ¿Cuál es el nivel óptimo de curtido de pieles de ovino con tanino de fruto de molle, en una ecología sostenible?
- ¿Cuál es la diferencia entre los niveles óptimos de curtición de pieles de ovinos para la hoja y fruto de molle?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Determinar el nivel óptimo de curtición de pieles utilizando taninos de molle (*Schinus molle*) en piel de ovino (*Ovis Aries*), para la obtención de peletería.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel óptimo de curtido con taninos de hoja de molle (*Schinus molle*) utilizando el 10%, 12%, 14% y 16% en la curtición de pieles de ovino para la obtención de peletería.
- Determinar el nivel óptimo de curtido con taninos de fruto de molle (*Schinus molle*) utilizando el 10%, 12%, 14% y 16% en la curtición de pieles de ovino para la obtención de peletería.
- Comparar los niveles óptimos de curtición entre la hoja y fruto de molle, para la obtención de peletería.

1.3. Justificación

Este trabajo tiene relevancia social ambiental ya que pretende sustituir los productos químicos como el cromo, aluminio etc., que son altamente contaminantes para el medio ambiente al contrario de los taninos vegetales que se encuentra en diferentes porcentajes de acuerdo a la especie de las plantas existentes en la región como es el caso del molle que contiene 4,73% de tanino en el fruto y 3,60% de tanino la hoja, es por ello que se está aplicando como alternativa de curtiente, de esta manera podrá contribuir al cuidado del medio ambiente y así aprovechar los recursos vegetales de la localidad del Cusco.

El trabajo de investigación es conveniente ya que permitirá conocer el nivel de curtición óptimo del molle ya que no se encuentran antecedentes relacionados con el

presente trabajo por lo que se plantea cantidades estandarizadas (10%, 12%, 14% y 16%) para la obtención de peletería en pieles de ovinos, con lo cual se brindara mayor información para posteriores trabajos de investigación.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Se obtendrá los niveles óptimos de curtido con molle, como curtiente orgánico y cuál será el porcentaje indicado para realizar dicho trabajo.

Ha: Los altos niveles de curtiente con molle son óptimos como curtiente orgánico.

Ho: Los altos niveles de curtiente con molle no son óptimos como curtiente orgánico.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con la utilización de hoja de molle, en el curtido de pieles de ovino lograremos una mejor calidad de cuero.
- Con la utilización de fruto de molle, en el curtido de pieles de ovino lograremos una mejor calidad de cuero.
- Con la utilización de fruto y hoja de molle como curtientes orgánicos, existirá diferencia significativa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Torres (2019), realizó el curtido de pieles de ovino pelibuey usando diferentes concentraciones de *Caelsapinia spinosa* (tara) con el fin de estudiar las resistencias físicas del cuero y las características sensoriales que se evaluaron posterior al tratamiento; en relación con los resultados se pudo concluir que se logra una mejor resistencia de tensión en las pieles con la aplicación de 10% de tara, en tanto la mejor lastrometría se logra con la aplicación de 14% de tara y el porcentaje de elongación mejor visto se logra con la aplicación del 12% de tara; respecto a las características sensoriales, se pudo observar que los resultados mejor obtenidos para llenura, suavidad, y finura se lograron con la aplicación de 14% de tara, finalmente el autor recomienda curtir las pieles de ovino con altos niveles de tara si se requiere obtener un buen material resistente y de buen aspecto para la fabricación de artículos de peletería.

Gómez (2016), realizó la evaluación de las características de pieles de ovino adulto curtidas con los métodos wet-blue y wet-white, para lo cual se evaluaron las aplicaciones de ambos curtidos, uno con cromo y otro con glutaraldehído respectivamente, de acuerdo con los resultados se pueden observar los cueros curtidos con cromo o sometido al tratamiento wet blue y glutaraldehído o sometido al tratamiento wet white adquirieron resistencia a altas temperaturas a las que fueron sometidas

durante los procesos de acabado como: Teñido, planchado y grabado; respecto a las características físicas, se pudo observar que ambos cueros obtuvieron espesor (0,80mm), flexión (20000 flexiones), desgarró transversal (23N) y solidez de color similares (5 puntos de acuerdo a escala de grices); sin embargo se obtuvo desgarró longitudinal superior en el curtido con wet white (21,45N) a comparación del tratamiento con wet blue (16,86N); finalmente respecto a los valores de tracción para el tratamiento con wet blue y wet white fueron 21,9N/mm² y 17,8Nmm² , desgarró doble 63N y 92N y ruptura de flor 14mm para una carga de 9,3 kg y 20,5 kg para una carga de 20,5 kg respectivamente, en consecuencia los cueros resultantes para ambos tratamientos fueron satisfactorios.

En su estudio de Cervantes (2014) exploró la curtición orgánica de cueros de ovino utilizando extractos de pino y fermento de uva. Tras realizar evaluaciones y análisis de laboratorio en muestras tratadas con concentraciones de pino del 12%, 14% y 16%, se determinó que la concentración del 16% resulta en un curtido completo y efectivo, produciendo cueros de alta calidad adecuados para la peletería. En cuanto a las muestras tratadas con fermento de uva en concentraciones del 10%, 12%, 14% y 16%, los análisis demostraron que las concentraciones del 14% y 16% proporcionan un curtido completo y uniforme en todas las capas del cuero: epidermis, dermis e hipodermis. La muestra al 16% presentó, además, una mayor intensidad de coloración, lo que se traduce en un acabado superior.

Guamachín (2019), en su trabajo de investigación, evaluó las resistencias físicas del cuero de ovino sometido a curtición a través de la aplicación de diferentes porcentajes de tara (8,9 y 10%) con un porcentaje adicional del 4% de glutaraldehído, también a través de la evaluación de las características sensoriales del cuero se determinó el nivel óptimo de tara para la curtición de pieles, los resultados de la investigación evidenciaron que las resistencias físicas del cuero alcanzaron su punto más alto de tensión para un valor de 2097,97 N/cm², lastometría de 8,23mm para la aplicación del 9% de tara; respecto al análisis sensorial se observó que los cueros sometidos a curtido con 10% de tara obtuvieron calificaciones excelentes para llenura, blandura y redondez, por lo que se calificaron los cueros obtenidos como materiales suaves y curvaturas ideales para peletería y prendas de vestir, sin embargo las caídas no eran agradables y era poco deformables, por lo que la mejor opción de tratamiento fue la aplicación de 9% de curtiente vegetal. Finalmente se observó una relación positiva alta entre la resistencia a la tensión y el porcentaje de curtiente vegetal aplicado, lo mismo pero con menos intensidad ocurrió respecto a la propiedad de lastrometría y respecto a las propiedades sensoriales, se observó que estas guardaban relación altamente significativa con los porcentajes de curtiente vegetal, es decir que al incrementar la concentración de tara con glutaraldehído para el curtido, la calificación sensorial se eleva; sin embargo se deben tener en cuenta factores como las caídas generadas en el cuero.

Ccanahuire (2016) exploró la curtición de pieles de ovino con el uso de café, un agente no convencional. Se tomaron veintidós pieles para el estudio, asignando dos de ellas como controles, tratadas con quebracho. Estas pieles pasaron por múltiples etapas:

sacudido, pre-remojo, remojo, descarnado, lavado, desengrase, piquelado, curtido, basificación, escurrido, engrase, claveteo y acabado. Posteriormente, se dividió el resto en cuatro grupos para el curtido con diferentes concentraciones de taninos de café tostado (14%, 16%, 18% y 20%), y un grupo adicional con quebracho al 8%. Se realizó una prueba de recorte para evaluar la penetración del curtiente. Los hallazgos revelaron que las concentraciones de 18% y 20% de café tostado producen un curtido comparable al quebracho al 8%, demostrando ser una alternativa eficaz y económicamente viable para la industria peletera.

Rabasco (2017), realizó en su trabajo de investigación la curtición de pieles de ovino aplicando tres niveles de mimosa y una adición de 6% de sulfato de aluminio; los valores de mimosa usados fueron 6%, 7% y 8% y estas se aplicaron a un total de 24 pieles de ovino adultos; de acuerdo a los resultados, el autor concluyó que: Las resistencias físicas de cuero presentaron su mejor valor para una aplicación de 6% de mimosa ya que se alcanzó un valor de 2831,63N/cm² para la resistencia a la tensión y lastometría de 10,49mm y respecto a la calidad sensorial, se determinó que los cueros obtenían una mayor calidad para la aplicación de 6% de curtiente ya que se alcanzó el valor para blandura de 4,75 puntos, tacto de 4,88 puntos y llenura de 4,63 puntos, lo que además pudo evidenciar que el material resultante era el idóneo para la fabricación de prendas de vestir, finalmente el costo beneficio resultó ser positivo para los productores.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades sobre los ovinos.

Existen muchas teorías sobre el origen del ovino doméstico, sin embargo, a través del estudio de estudios arqueológicos y científicos se determinó que los ovinos descienden del muflón y su domesticación se dio en el cercano oriente en las regiones que actualmente son territorios de Irán, Turquía, Siria e Irak, además actualmente se estima que en el mundo existen más de 1400 razas de ovejas (FAO, 2015) .

De acuerdo con Fabbri et al. (2019), la importancia de los ovinos radica en que son un recurso económico vital para el país y además representa un recurso genético que se debe conservar. Los ovinos antecesores de las actuales razas son: el *Ovis Munton* o Muflón, el *Ovis Vignei* o Urial y el *Ovis Amon* o Argali. La domesticación animal ocurrió, por tanto, en Asia de 10 a 7 mil años a.c. Enshanidar y Karinshair (sobre la vertiente del Tigris). El ovino fue traído a América según Porra en 1534 (FAO, 2015).

2.2.2. Tendencia nacional del sector de ovinos en el Perú

La industria de pieles ovinas ha experimentado un crecimiento sostenido, reflejado en un aumento en las exportaciones de este sector en el país. No obstante, se exportan principalmente pieles crudas, sin procesar, lo que resulta en un uso subóptimo de la capacidad de las curtiembres locales, operando al 50% de su potencial debido a la falta de pieles de alta calidad para procesar. Esto afecta la producción de cueros de calidad y la generación de empleo en Perú. Cabe mencionar que la distribución de cueros ovinos

se realiza mayormente a través de recolectores informales que utilizan "pomallos". Las pieles ovinas de lana corta, tras el esquilado, se someten a un proceso semiacabado (wet blue) para su exportación. Por otro lado, las pieles de lana larga, conocidas como "enlanados", se venden como pergaminos después del esquilado (INEI, 2012).

2.2.3. La piel y el cuero

2.2.3.1. La piel y sus características

La piel sirve como barrera protectora del cuerpo contra influencias ambientales y desempeña un rol crucial en la regulación de la temperatura corporal. Además, es esencial en los procesos de secreción y excreción a través de sus glándulas y juega un papel vital en la percepción sensorial. La piel también está involucrada en la producción de vitamina D3 y en la reserva de grasas. (Garro, 2012)

Según Guanilo (2021), indica que "la piel junto con el pelo, uñas y glándulas es el organo que se forma por diferentes tejidos que se unen para realizar diferentes actividades, esta es una capa resistente y flexible que recubre la anatomía de los animales, si bien se conoce como piel también en diversos lugares se conoce como pellejo o cuero. La piel se considera como una capa que envuelve al organismo del animal con el propósito de defenderlo de las inclemencias ambientales, la humedad, microorganismos, la acción de materiales duros, parásitos y si es necesario en algunos casos se nota que segrega olores nauseabundos, sustancias de alta viscosidad, etc; finalmente la alimentación del animal influye en sobremanera sobre la calidad del pelo (Guanilo C. , 2021).

La piel está compuesta por varias capas de tejidos celulares y forman la cubierta externa, es la materia prima para la producción de cuero. Sin ningún tipo de conservación es un material o sustancia que por poseer características de materia orgánica viva se pudre en un ambiente húmedo volviéndose dura, perdiendo suavidad y flexibilidad al secarse completamente (Doria, 2005).

2.2.3.2. Aspecto de la piel en animales lanares

La diferencia de la piel de bovino y la de animales lanares, se ve en el espesor de estas, la piel de bovino tiene un gran espesor, de 5 a 10 mm y el ganado lanar posee una piel fina y delgada con un espesor de 0,20 a 0,50 mm. Esto varía según las regiones y las razas (Adzet, 2005).

2.2.3.3. Conservación de la piel

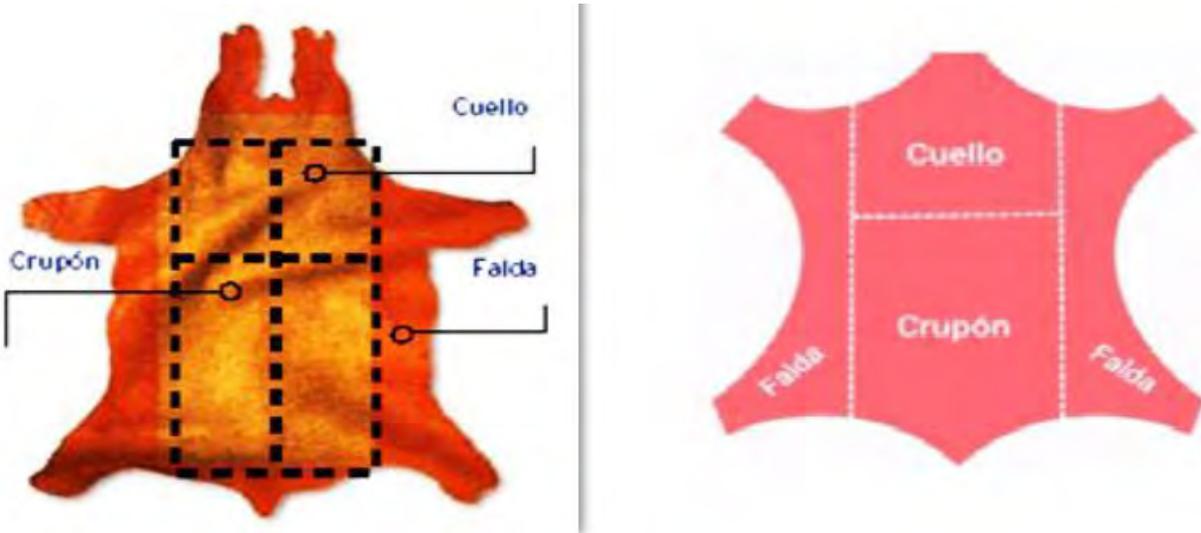
En primer lugar, es inevitable que se no se presenten diferencias entre las pieles frescas y las pieles saladas; posterior a lo mencionado, el proceso de conservación que más se usa para que la piel no sufra procesos de putrefacción y se mantenga en buenas condiciones, es el tratamiento con sal o por secado, este se realiza en los centros de recolección en ocasiones dentro de los mataderos, aunque la conservación de la piel variará dependiendo si se requiere que sean almacenadas o transportadas a diferentes lugares ya que las pieles que se envían a fabricas deben permanecer en cámaras con sal de 15 a 30 días (Campos, 2023).

La piel recién extraída de los animales sacrificados se llama: "piel fresca" o "piel verde". Existen zonas de estructura bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la capacidad, en la piel se distingue tres zonas: el crupón, el cuello y las faldas (Hidalgo, 2004).

- **Crupón:** Corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45 % del total de la piel fresca. Las fibras son más uniformes en diámetro y longitud. Es la zona más representativa tanto por su fibra como por su piel (Gavilanes, 2011).
- **Cuello:** Corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofo. El cuello presenta muchas arrugas que serán más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 25 % del peso total de la piel (Gavilanes, 2011).
- **Faldas:** Corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Son las partes más irregulares y tienen un peso aproximado del 30 % del total (Gavilanes, 2011) (Figura 1).

Figura 1

Zonas en que se divide la piel



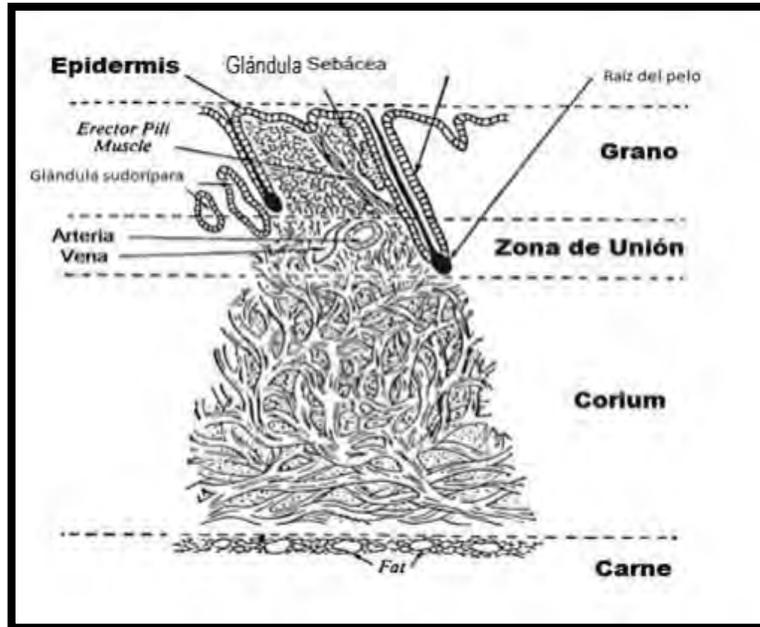
Fuente: Guanilo (2021)

2.2.3.4. Estructura de la piel

En el Grafico 2 ilustra esquemáticamente la estructura de la piel: representa la estructura genérica de la mayoría de tipos de piel de animal, ganado, cerdo, caprino y oveja, aunque hay pequeñas diferencias entre estos principales materiales utilizados en la industria mundial del cuero (Covenning, 2009).

Figura 2

Estructura de la piel

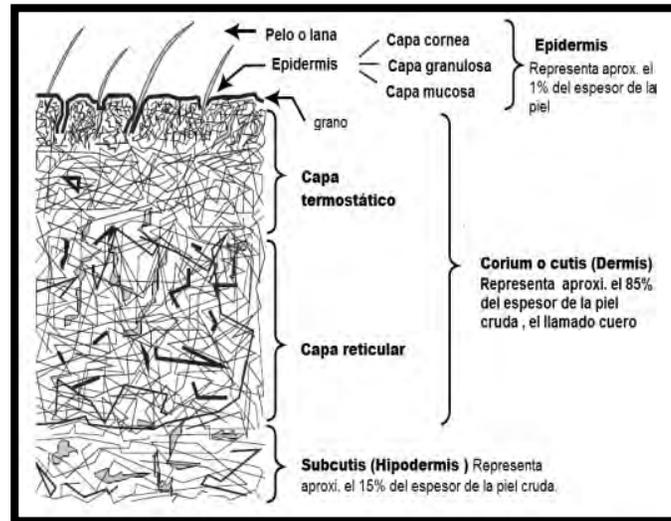


Fuente: Covering (2009)

La piel de un animal vivo tiene siempre la misma función, sea cual sea la especie proteger al animal de las lesiones y de los agentes atmosféricos, regular la temperatura corporal, etc. Por lo tanto, su estructura histológica será fundamentalmente la misma en la mayoría de casos (Taquire, 2013). En el gráfico 3 se muestra la piel y sus partes.

Figura 3

La piel y sus partes



Fuente: Basf (2011)

A continuación, se detalla cada una de las capas:

a) Epidermis o lado flor

Campos (2023), indica que la epidermis es la capa exterior de la piel, o membrana epitelial que cubre el cuerpo de los animales (los pelos, plumas, cuernos, uñas, garras y pezuñas son producciones de la epidermis). Está formada por 4 capas y en ella podemos encontrar 4 tipos que van de afuera hacia dentro de la epidermis y son: Capa cornea, capa granular, capa mucosa de Malpighi o capa basal.

La epidermis es el epitelio especial de la piel y su grosor depende, entre otras causas, del estado de nutrición, de la especie a que pertenece, presión que recibe, sexo.

Generalmente, también varía dependiendo si la zona del cuerpo tiene más cantidad de pelo o no, entonces será tanto más delgada la epidermis, por consiguiente, donde el animal carece de pelo, la piel presenta mayor espesor y donde se encuentra cubierto de lana será más delgada la epidermis (Guanilo, 2021).

Es la parte externa durante la vida del animal y la más importante, puesto que es la más dura y da protección al animal. El pelo ayuda también a esta protección. Sin embargo, el pelo y la parte externa es menos importante para el curtidor y es destruida y separada durante el depilado y encalado en el que los pelos y esta parte del cuero se aflojan para que se elimine de manera fácil (Gusti Cuero, 2024).

b) Dermis o corium

La dermis o corium es la más profunda de capas del aparato tegumentario, la cual se confunde y casi imperceptible con el tejido adiposo o graso. Es una capa flexible fibrosa y retráctil, muy resistente y constituye el grueso principal de la piel, a la que presta su elasticidad ya que en este tejido se incluyen los folículos pilosos, el musculo erector de pelo, las glándulas sudoríparas y sebáceas (Krmpotic et al., 2022)

La parte central, (corium o cutis), la parte más fibrosa, es la más importante para el curtidor, y está constituida por la flor y la carnaza, según (Guanilo, 2021)

Constituye el material del cuero o piel curtidos, puesto que, tanto la carne como la epidermis se habrán desprendido antes de que se curta la piel. La dermis puede dividirse en parte superior e inferior (Taquire, 2013).

c) Endodermis o hipodermis

La endodermis o también llamada hipodermis es la cara subyacente a la piel, está compuesta por tejido laxo, fija o asegura la dermis a los huesos o músculos del animal, encontrándose en ella vasos sanguíneos muy gruesos, nervios y grasa la cual no es de importancia para el curtidor (Guanilo C. , 2021)

Es la capa subcutánea, generalmente llena de tejido adiposo que se adhiere a la dermis y está en contacto con el cuerpo del animal. La capa interna que une la parte central con el músculo, está formada por un tejido fibroso, la misma que es desechada en descarte (Cueronet, 2024)

2.2.3.5. Composición química de la piel

Para Campos (2023), la piel está constituida principalmente por proteínas fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasa, sustancias minerales y orgánicas.

Del total de proteínas que contiene la piel, aproximadamente el 94% a 95% es colágeno, 1% elastina, 1 - 2% queratina, y el resto son proteínas no fibrosas. La piel de ovino contiene de 10 a 30% de grasa natural; este porcentaje calculado en piel seca. (Campos, 2023)

Siendo la piel de llama similar a la de otras especies obedece a diferentes factores como son la solubilidad relativa, su parte isoeléctrica y hasta su peso molecular sin

embargo por regla general se le clasifica en proteínas globulares, las cuales suelen agruparse en cinco tipos: albuminas, globulinas, prolaminas, histaminas y protaminas. (Campos, 2023)

De acuerdo con Guanilo (2021), estas proteínas globulares están íntimamente ligadas a funciones metabólicas o procesos fisiológicos, presentan acentuada solubilidad en sistemas acuosos. Son sensibles a la influencia del medio ambiente, sufren el fenómeno de desnaturalización. Sin embargo, la propiedad de fácil desnaturalización es importante para el curtidor ya que en este estado se hace más difícil removerla pues se tornan relativamente insolubles y en proteínas fibrosas (esclero proteínas), las cuales incluyen:

- **Elastina:** proteína del tejido conjuntivo elástico.
- **Queratina:** proteína del tejido epitelial como el pelo, lana, fibra, cueros, plumas, uñas, cascos, cuernos. además, insolubles en agua y en soluciones salinas neutras o en soluciones alcalinas o ácidos débiles, siendo su función principal de protección.
- **Colágeno:** proteína del tejido conjuntivo, de la que se saca la gelatina. es la más importante desde el punto de vista del curtidor, pues reacciona con agentes curtientes transformándose en cuero, según Castaños (2015) y Guanilo (2021).

2.2.4. Pieles de ovino

En los ovinos, la región central de la piel (dorso lumbar, grupa y espalda) es la de mayor valor. La piel del cuello es más débil y arrugada, y en los flancos es de estructura más irregular y más delgada, por lo que estas zonas valen menos en la industria peletera (Campos, 2023).

Costa (2006) menciona que los ovinos poseen en la piel una estructura compuesta por folículos pilosos productores de fibras de lana y pelo. Las razas de ovinos caracterizados por la presencia de pelo corto en la superficie corporal son denominados deslanados. La piel de los ovinos deslanados está considerada entre las mejores del mundo, por presentar buena resistencia y elevada suavidad, siendo muy valorada en el mercado nacional e internacional.

La estructura de la piel de ovinos deslanados es uniforme debido a la baja densidad folicular y consecuentemente, si la comparamos con la de ovinos lanados, presenta menor número de glándulas sebáceas y sudoríparas. Tal estructura confiere resistencia y suavidad a los cueros, características fundamentales en la adecuación para su uso y comercialización (Costa, 2006).

2.2.5. El Cuero

El cuero es un producto natural resultante de un conjunto de operaciones llamado curtido y que tiene por objetivo transformar las pieles de los animales en materia que

presenta cierto número de propiedades físicas, variable según los usos a los que se destine este producto (Leather Naturally, 2024)

El cuero se emplea en una amplia gama de productos. la variedad de pieles y de sistemas de procesado producen cueros suaves como telas o duros como suelas de zapato. La piel de oveja es suave y flexible y proporciona el tipo de cuero apropiado para guantes, cazadoras o chamarras y otras prendas. Es la piel que ha sido sometida a un proceso de transformación y curtido para evitar que sea alterado por microorganismos. El cuero es el resultado de un procesamiento adecuado llamado curtido y así ser utilizado en vestimentas y otros objetos sin que el medio ambiente lo altere, según (Zugno, 2022).

2.2.5.1. Conservación o curado de los cueros

El curado de las pieles sirve para mantener los cueros hasta el momento del curtido. En el mismo momento de la faena del animal comienza el proceso de descomposición debido a factores externos e internos. No siempre el olor descubre una piel en descomposición; las pieles podridas tienen un mal olor, pero las pieles que ya tuvieron un salado inicial pueden no tener mal olor. Existen tres sistemas principales de conservación que son el secado, el salado y el salmuerado (Campos, 2023).

a) Secado:

El secado al aire tiene la ventaja de constituir la forma más sencilla de conservación y es muy útil en zonas de clima tropical seco y zonas rurales de lugares poco desarrollados. Desecado al viento y a la sombra sin ningún tratamiento (Caballero, 2013).

b) Salado:

Se utiliza en climas templados. El cuero fresco es llevado a bodegas donde se lo coloca en una estiba de sal. Los cueros se colocan en una pila. El tiempo de un salado correcto requiere de 21 días de estiba. Los cueros curados correctamente por salado se conservan hasta un año en lugares frescos. Para un correcto proceso de salado se requiere el uso de sal limpia y de buena calidad (Campos, 2023).

c) Salmuerado:

Los cueros descarnados se remojan en salmuera en tachos. en un medio de salmuera saturado y se los considera curados cuando la salmuera los ha impregnado por completo y en caso de salmueras que tengan añadidos de conservantes, se puede repetir el proceso varias veces sin temor a que se produzca daños en la piel (Campos, 2023).

2.2.5.2. Uso del cuero

El cuero se emplea en una amplia gama de productos, la variedad de pieles y de sistemas de procesado producen cueros suaves como telas o duros como suelas de zapato (Zugno, 2022).

La piel de ovino es suave y flexible y proporciona el tipo de cuero apropiado para guantes, casacas o chamarras y otras prendas (Zugno, 2022).

2.2.6. El curtido de pieles

Se conoce como “curtido” o “curtición” al conjunto de operaciones que sirven para la transformación de una piel cruda en un material resistente, flexible, uniforme y apto para fines de uso humano, industrial o técnico. Un aspecto importante al establecer el criterio de curtición es la formación de una combinación irreversible entre la piel y el material curtiente que da lugar a un aumento en la estabilidad hidrotérmica del colágeno, a una disminución de la capacidad de hinchamiento del mismo en agua y a una mayor estabilidad frente a la acción enzimática (Gómez, 2016).

2.2.6.1. El objetivo del curtido

Es evitar que las proteínas de la estructura fibrosa de la piel o cuero se pudran, lo que se lleva a cabo mediante la estabilización de dichas proteínas, con una resistencia a los ataques de bacterias o a las altas temperaturas. Todas las sustancias que producen esta estabilización se les llama curtientes. Su efecto se reconoce cuando el cuero al secarse no se hace duro sino poroso y flexible (Gómez, 2016).

2.2.6.2. Técnicas de curtición para peletería

- La peletería

Se entiende por peletería al tratamiento de pieles que deban ir acabadas con lana o pelo, el proceso requiere especial cuidado para que no incida de una manera negativa sobre ellas, al mismo tiempo deberemos obtener un cuero con las características de suavidad ligereza y elasticidad que exige el artículo acabado

en este sentido se diferencia del resto de la fabricación de curtidos, donde ya en las primeras etapas se someten a la piel a un depilado. El que la piel vaya con su pelo o lana y que no haya sufrido ni pelambre ni calero, diferencia ampliamente los dos tipos de fabricación ya que en la piel de peletería llegara al estado de piquel y curtición con aluminio sin habersele eliminado la epidermis y sin hidrólisis del colágeno, hinchamiento, separación de fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de proteínas hidrosolubles (Adzet, 2005).

2.2.6.3. Materiales curtientes

Materias curtientes son aquellas sustancias que tienen la propiedad que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, las transforman en cueros. Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros una finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante y la facilidad que tengan durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo (Saavedra, 2016).

- Curtientes Vegetales
- Curtientes Minerales
- Sintéticos

Figura 4

Tipos de agentes curtientes



Fuente: (Galego, 2013)

▪ **Curtientes Vegetales:**

El curtido vegetal es tan antiguo como la historia misma del hombre y es el que emplea sustancias curtientes vegetales, llamadas "taninos". El curtido vegetal surgió a partir de la observación que puso en evidencia que si una piel cruda se ponía en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas se manchaba y esas zonas que en principio se creían dañadas, finalmente resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. (Galego, 2013)

A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están repartidos en la naturaleza (más de 400 variedades). Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales. La mayor riqueza en cuanto a sustancias curtientes se

encuentra en la corteza que cubre las ramas; raramente se puede hallar en las hojas siendo una excepción por ejemplo el zumaque. (Galego, 2013)

También la madera es rica en sustancias curtientes sólo en un corto número de árboles; en cambio, hay una serie de frutos que contienen gran cantidad de dichas sustancias. En general el tanino se encuentra localizado en una sola parte, pero en algunos casos se encuentra simultáneamente en varias partes de la planta. Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial, son importantes, naturalmente, sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la Naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes, pues los transportes las encarecen. Además, por supuesto de que el tanino obtenido permita lograr un cuero de buena calidad (Amapola, 2014).

Los curtientes vegetales contienen ácidos tánicos que tienen la propiedad de combinarse con las proteínas y que posiblemente reaccionan con estas durante el curtido de la piel, son de naturaleza amorfa, tienen varios hidroxilos

fenólicos, peso molecular alto, carácter aromático y en la disolución acuosa se comportan como sustancias coloidales (Amancha, 2022).

- **Curtientes Minerales:**

Se emplean en todos los casos las sales de cromo trivalente. Estas se forman por reducción del bicromato de sodio o de potasio, por ejemplo, con glucosa o melazas en solución ácida. Se forman así las hidroxosales que dan lugar a las llamadas "combinaciones aceitosas" polinucleares que son verdaderos altos polímeros (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012)

- **Otros materiales de curtición:**

La curtición con grasas y aceites de pescado por ejemplo para calzas de cuero, es una importante mejora, tiene lugar una impregnación, en este caso los restos grasos se unen químicamente y no pueden ser eliminados mediante el lavado. También se puede curtir solamente con aldehídos, por ejemplo, el formaldehído que permite que se establezca la estructura de la piel y también permite que se obtenga un escurrido profundo, además ejerce protección sobre las fibras ante posibles recalentamientos durante el proceso de oxidación de los aceites (Com Cuernet, 2004).

2.2.6.4. Proceso de la curtición de la piel con curtición vegetal

Este tipo de curtición se define como vegetal porque las sustancias utilizadas en el curtido, los llamados agentes curtientes son taninos, extractos naturales derivados

exclusivamente de fuentes vegetales como el castaño, la madera de quebracho, nueces y vainas de tara, etc. (Tannins, 2021)

Dada la complejidad de la estructura de los taninos vegetales y de las proteínas de la piel, no es fácil comprender el mecanismo de esta forma de curtición. La fijación de los taninos vegetales a las proteínas se debe a una reacción por enlace de hidrógeno. La mayor parte de la curtición vegetal se produce en el lado ácido del punto isoeléctrico del colágeno; es decir: que la proteína tiene una carga positiva. La curtición con materias vegetales suele aumentar la temperatura de contracción hasta 80-85° C en las mismas condiciones experimentales. Dando productos finales con buena apariencia y que puedan ser utilizados en distintos rubros (Chasiqiza, 2014).

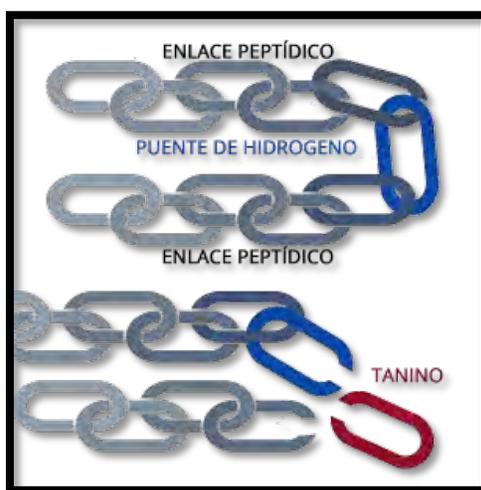
Los taninos de origen vegetal se dividen en dos categorías principales según su estructura química y propiedades: los taninos solubles en agua y los taninos condensados. Estos compuestos tienen la capacidad de interactuar con las proteínas del colágeno, estableciendo enlaces químicos con las moléculas de colágeno presentes en las pieles de animales, lo que resulta en un aumento significativo de la firmeza de la piel. Gracias a este método de curtido vegetal, las pieles adquieren una resistencia superior al calor y se protegen contra la descomposición, mostrando una mayor resistencia frente a microorganismos y bacterias. Durante el proceso de curtido, las pieles se sumergen en contenedores de madera que contienen una solución acuosa saturada de taninos naturales, asegurando así la máxima penetración de estos compuestos. (García, 2015)

Las propiedades de los taninos vegetales, son esenciales en el proceso de curtido de cuero, haciendo que el uso de taninos vegetales sea de gran importancia para la

industria de curtiembres. Estos taninos no solo son accesibles y costeables, sino que también contribuyen a reducir el impacto ambiental y los riesgos para la salud humana. La industria busca sustituir los métodos convencionales que utilizan productos químicos, como las sales de cromo, reconocidos por su capacidad de dañar los ecosistemas y la salud, por alternativas más sostenibles. (Paz et al., 2021)

Figura 5

Proceso de curtición



Fuente: Tannins (2021).

2.2.7. Taninos

Los taninos son sustancias naturales que se encuentran en el mundo vegetal: En la madera, la corteza, rizomas, raíces y frutas. Son parte de la familia de los polifenoles, un término del cual, a lo mejor, conocido. Los polifenoles son sustancias antioxidantes que se encuentran en las frutas, en las verduras y alimentos de origen vegetal, que ayudan a preservar los tejidos y a combatir el envejecimiento celular (Tannins, 2021).

Los taninos están presentes, en concentraciones variables, en todas las plantas, en particular en algunos árboles, como el castaño y el quebracho (puedes conocer más acerca de las principales fuentes vegetales del tanino en la página El Tanino en la naturaleza). Durante miles de años, el tanino se ha utilizado de muchas maneras diferentes: Como agente curtidor, como elemento de fijación en el tinte, incluso como tinta (Tannins, 2021).

2.2.7.1. Principales usos del Tanino

- **Curtido Vegetal**

Es el protagonista del proceso del curtido vegetal, un método reconocible con una tradición centenaria. El tanino es capaz de fijar las proteínas (colágeno) otorgándole a las pieles curtidas características únicas en comparación con otros métodos de curtido. El tanino le da al cuero esos tonos cálidos que tienden a reaparecer en la superficie con el uso (Tannins, 2021).

- **Enología**

El tanino se asocia a menudo con el vino, especialmente el vino tinto. Naturalmente, está presente tanto en las uvas como en la madera de los barriles y confiere al vino ese sabor astringente característico. Además, durante las diferentes etapas de la producción del vino, se agregan extractos tánicos para la clarificación, para la estabilización del color o para la reducción de sulfitos (Tannins, 2021).

- **Alimentación Animal**

Se utiliza para complementar la dieta de los animales de granja como promotores naturales del crecimiento, ayudando a reequilibrar el microbiota intestinal y fortalecer el sistema inmunológico. Esto significa disminuir el uso de antibióticos y otros medicamentos, mejorando la calidad de vida del animal. Un cambio que tiene efectos beneficiosos en toda la cadena alimentaria (Tannins, 2021).

2.2.7.2. Propiedades del tanino

El tanino posee muchas propiedades: Es una sustancia completamente natural, tiene un elevado poder antioxidante y recientes estudios universitarios, confirman su eficacia en la lucha contra las bacterias. Además, su versatilidad permite que pueda ser utilizado con éxito en diferentes áreas. Por ejemplo: En cosmética, en nutrición (tanto humana como animal), en el curtido vegetal y en muchas otras aplicaciones, incluso en la industria siderúrgica. (Tannins, 2021).

Pero los beneficios del tanino son muchos más: alrededor del tanino se mueve una economía sostenible, que respeta el Medio Ambiente y a los que allí vive (Tannins, 2021).

El tanino es bueno tres veces: para el ser humano, para la naturaleza y para el desarrollo de una economía sostenible (Tannins, 2021).

- **Sostenibilidad y respeto por el medio ambiente:**

La extracción del tanino es un proceso ecológico, no implica el uso de productos químicos contaminantes y optimiza los recursos energéticos y el consumo del agua. Las fuentes vegetales provienen de la gestión forestal responsable, sujeta a estrictas regulaciones. Siendo un producto 100% natural, el tanino puede integrarse sin contraindicaciones en diferentes procesos de producción sin riesgo de contaminación (Tannins, 2021).

- **Desarrollo y protección del territorio:**

Desde Europa a América, desde los bosques de castaños italianos a los de Quebracho en Argentina o a las plantaciones de tara en Perú, el tanino es un elemento decisivo en el desarrollo de la economía local, capaz de crear puestos de trabajo incluso en zonas aisladas, que, de otro modo, estarían despobladas. Una razón más para proteger los bosques, evitando la reducción de las zonas boscosas. Además, proteger los árboles significa prevenir la inestabilidad hidrogeológica (Tannins, 2021).

- **Una sustancia súper-natural:**

El tanino es 100% natural. Es gracias a sus cualidades que se ha ganado el apodo de «súper-natural», una definición atribuida a todos los extractos naturales utilizados por siglos en diferentes procesos de producción y que hoy están siendo redescubiertos por parte de la comunidad científica. Pueden encontrar nuevos

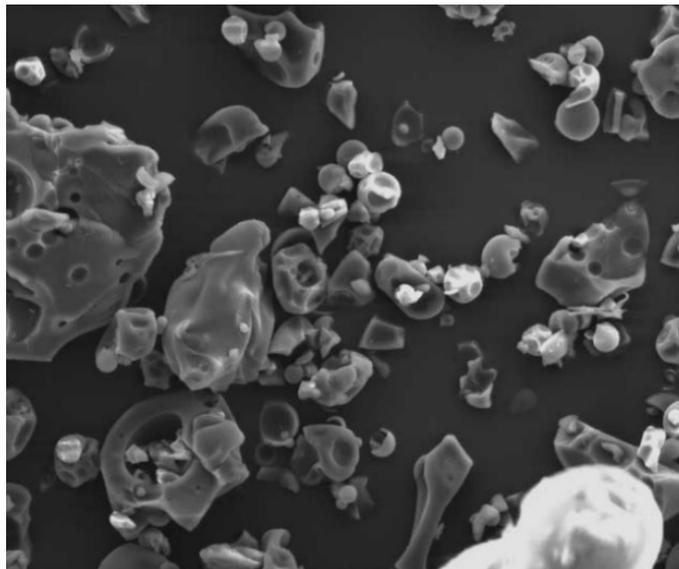
campos de aplicación en el sector industrial, también como una alternativa ecológica a la química sintética (Tannins, 2021).

2.2.7.3. El tanino bajo el microscopio

El Tanino es un extracto vegetal perteneciente a la familia de los polifenoles, sustancias antioxidantes capaces de combatir los radicales libres que causan el envejecimiento de las células. Actualmente las moléculas clasificadas como polifenoles son alrededor de 5 mil y se pueden encontrar en frutas y verduras que comes todos los días (Tannins, 2021).

Figura 6

Tanino al microscopio



Fuente: Tannins (2021).

- **Características del tanino:**

- Un aliado potencial contra las bacterias. Estudios recientes de prestigiosas universidades han demostrado que los taninos que se encuentran en el cuero curtido vegetal son eficaces en la lucha contra las bacterias (Tannins, 2021).
- La capacidad de unirse a las proteínas animales y estabilizarlas. Esto hace imposible la fermentación y como consecuencia impide el proceso de descomposición de la piel, como un producto de desecho de la industria de la carne. El mecanismo por el cual los taninos se unen al colágeno presente en el cuero de los animales, durante el proceso del curtido vegetal, se debe a la formación de enlaces de hidrógeno entre los grupos fenólicos del tanino y los grupos de péptidos de colágeno. Una característica que ha permitido a los taninos de ser utilizados en el proceso de curtición vegetal del cuero (Tannins, 2021).

2.2.8. Molle (*Schinus molle*)

2.2.8.1. Clasificación taxonomica

De acuerdo al sistema de clasificación filogenética de (Sanchez de Lorenzo, 2007), es de la siguiente manera:

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Sapindales

Familia : Anacardiaceae

Género : Schinus

Especie : S.molle L.

2.2.8.2. Origen

Árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos (Rondón, 2021) .

2.2.8.3. Distribución geográfica

Antiguamente el pimiento se encontraba en las cercanías del agua, ocupando extensas zonas del Centro y Sudamérica llegando hasta el Norte de Argentina. Actualmente su distribución se ha extendido por cultivo y asilvestramiento. En Chile crece

desde la Región de Tarapacá en el extremo norte, hasta la Región Metropolitana en la zona central, aunque su rango de distribución se ha extendido más al sur debido a su cultivo. No forma asociaciones puras, encontrándose ejemplares aislados a lo largo de toda su distribución natural (Cipra et al., 2020).

2.2.8.4. Descripción

Árbol de 10-12 m de altura de ancha copa y ramaje colgante, muy ornamental. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas. La corteza exuda resinas muy aromáticas. Hojas paripinnadas, de 25-30 cm de longitud dispuestas en ramillas colgantes en zig-zag. Tienen de 14 a 30 folíolos de forma linear-lanceolada y borde algo dentado, sobre todo los jóvenes, casi sin pecíolo. Inflorescencias muy ramificadas, largas y colgantes, con flores pequeñas de color blanco verdoso. Especie dioica. Florece de abril a julio. Frutos drupáceos, globosos, de color rojo, que permanecen en el árbol bastante tiempo (Cipra et al., 2020).

- **Tronco:** Bastante grueso, a menudo a medida algo tortuoso con los años, con la corteza pardo oscura o grisácea, áspera y escamosa, que con el paso de los años se agrieta y se exfolia en placas larga (Sánchez de Lorenzo, 2007).
- **Hojas:** Alternadas, compuestas, compuestas, pinnadas, con un pecíolo de 2-6 cm de largo, deprimido y ligeramente alado un raquis de 10-24 cm de longitud, glabro o pubérulo, 5-19 pares de folíolos sésiles, alternos, opuestas o subopuestas, de lanceolados a linear – lanceolados a veces algo falcados, de 20-60 x 3-7 mm, con la base redondeada, cuneda u obtusa algo oblicua, el margen entero o ligeramente

aserrado, especialmente en su mitad superior y el apice agudo obtuso o redondeado, algo curvado a menudo con un pequeño acumen o mucrón; son de textura gruesa, glabros de color verde oscuro con el nervio medio visible (Sánchez de Lorenzo, 2007).

- **Inflorescencias:** En panículas terminales y axilares de hasta 20 cm de longitud, con ejes glabros; bracteadas deltoides, glabras de 1 – mm de longitud (Sánchez de Lorenzo, 2007).
- **Flores:** Flores hermafroditas o unisexuales, pequeñas, blanco-amarillentas sobre pedicelos glabros de 1-2 mm de longitud. El cáliz con 5 sépalos redondeados de 1x1,5 mm glabros, ciliados en el margen. Corola con 5 pétalos obovados, obtusos, glabros de 2,5 x 1 mm. Flores masculinas con 10 estambres, 5 de ellos de mayor longitud, con anteras ovadas. Flores femeninas con ovario súpero, sésil, globoso con un disco nectarífero lobulado en la base (Sánchez de Lorenzo, 2007).
- **Fruto:** En drupa globosa de 5-7 mm de diametro, de color rosa o rojo brillante con un endocarpo leñoso y un exocarpo papiráceo, desprendiendo un cierto aroma al estrujarlo (Sánchez de Lorenzo, 2007).
- **Semilla:** Redonda de 3-5 mm de diametro.
- **Fenología:** Florece normalmente hacia los meses de Mayo a Julio y en clima cálidos puede prolongarse este periodo de floración. Fructifica desde mediados de veranos hasta el otoño – invierno, permaneciendo los racimos de fruto en el árbol hasta tiempo (Sánchez de Lorenzo, 2007).

Figura 7

Aspecto general del molle (*Schinus molle*) y detalles de flores y frutos



Fuente: Sánchez (2007)

2.2.8.5. Usos del molle

Se emplean las hojas y la corteza en infusión para el tratamiento de la bronquitis, y en especial para el asma; en malestares reumáticos, hepáticos o estomacales; también se utilizan para regular el ciclo menstrual; las hojas frescas o hervidas se usan como cataplasmas para tratar el reumatismo, la ciática, la hinchazón de las extremidades y para curar heridas (Minsal, 2013).

2.2.8.6. Bondades del molle

En el Perú la resina del molle es empleada como masticatorio. Principalmente en Ayacucho se elabora con el fruto una bebida fermentada, similar a la chicha. Antiguamente, con las hojas se preparaban infusiones con las cuales se hacían baños

para desinflamar piernas de gotosos. En las comunidades campesinas es utilizado el macerado de las hojas para el control de plagas en los cultivos (Ecosaf, 2010).

2.2.8.7. Composición química de molle

El rendimiento promedio de aceite esencial fue para hojas y frutos de *Schinus molle L.* de 0,214 % y 0,113 % respectivamente. La densidad promedio de aceites esenciales para hojas y frutos de *Schinus molle L.* 0,838 y 0,854 gr/cm³ correspondientemente (Ecosaf, 2010).

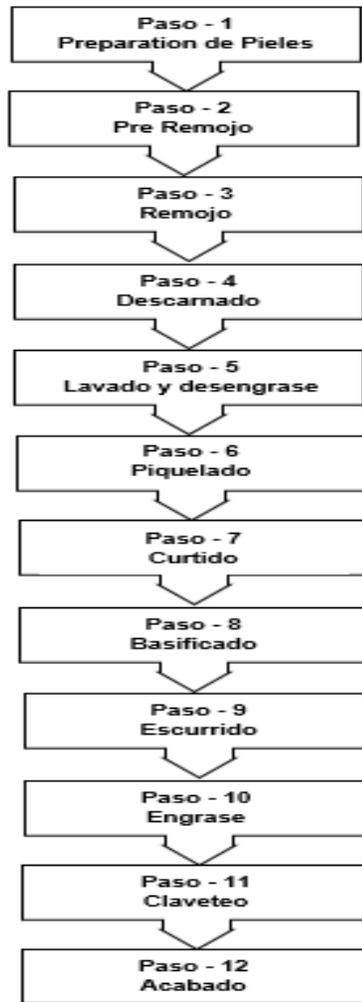
Entre los componentes químicos del aceite esencial de para *Schinus molle L.* en hojas tenemos: Taninos 1,26 %, Alcaloides 0,09 %, Flavonoides 0,21 %, Esteroides 0,08 %, y Terpenos 0,11 %. Mientras que para frutos tuvieron: Taninos 3,12 %, Alcaloides 0,20 %, Flavonoides 0,52 %, Esteroides 0,22 %, y Terpenos 0,38 % (Ecosaf, 2010).

2.2.9. Técnicas de curtición para peletería

La técnica de curtición según el trabajo de investigación realizada por Cervantes (2014) Indica 12 pasos para realizar la curtición como se menciona en el siguiente flujograma:

Figura 8

Proceso de curtido de piel para peletería



Fuente: Vergara (2015)

A. Preparación de pieles

Antes del remojo se sacuden las pieles con una vara de madera para retirar suciedades, luego se recorta apéndices que no serán útiles tales como la cabeza, rabo, parte de las extremidades, luego se pesara para en base a él, realizar los cálculos de insumos a usar. (Cervantes, 2014)

B. Pre remojo

Se considera necesaria esta etapa para restituir el agua y la flexibilidad perdida en su conservación, quitar la suciedad y sangre que no contaminen el agua de remojo. Si las tiene a las pieles por 24 horas a 48 horas y someterlas a un lavado y enjuague correspondiente, además de un descarte previo que ayuda a acelerar el remojo (Cervantes, 2014).

C. Remojo

Esta operación tiene por finalidad hidratar a la piel, devolviéndole la humedad que esta poseía en un inicio, cuando recién fue extraída. Mediante este proceso la piel recupera su flexibilidad y suavidad natural (Cueronet, 2024).

Se prepara el baño siguiente:

- Agua 1000 %
- Tenso activo (detergente) 0,5 %
- Bactericida (formol) 0,5 %
- Sal común 10 %
- Hidróxido de sodio 0,06 %
- Tiempo 48 a 72 horas

Una vez disuelta se colocan las pieles. Consideramos por ejemplo 1kg de pieles el cual requiere de 10 litros de agua, 5 ml de formol, 5 gr de detergente y 100

gr de 43 sal común, escurridas las pieles se introduce en el por el tiempo referido. Ya que el buen remojo conduce a un buen producto final, se debe verificar la calidad de caso contrario volver a remojar (Cervantes, 2014).

D. Descarnado

Con una rancheta o descarnador sobre el caballete quitar la hipodermis, carne y restos de grasa adheridas a la piel (Cervantes, 2014).

E. Lavado y desengrase

Las pieles ya remojadas se lavan en agua, la temperatura está entre 30 - 35 °C., de no tener termómetro, se puede calcular la temperatura con la mano.

- Volumen de agua es de 150%
- Detergente 0,5% o lo necesario para lavar las pieles

Es aquí donde se lavan las pieles frotando hasta eliminar la suciedad.

El desengrase se lleva a cabo con gasolina o kerosene en agua en 150% a 30 - 35 °C de temperatura a unos 30 ml., por litro de agua, en él se lavan y se enjuaga, luego se realiza un segundo lavado repitiendo como en el primer lavado, esta vez para quitar el olor de combustible empleado (Cervantes, 2014).

F. Piquelado

Se lleva a cabo el siguiente baño:

- Agua 1 000%, temperatura ambiente.
- Sal común 50%.
- Ácido fórmico 8% o 4% de ácido de batería.
- Tiempo 24 - 48 horas.

G. Curtido

Para esta etapa se emplea el mismo líquido del piquel se añade 8% de formol, se homogeniza la mezcla y se agrega el curtiente orgánico disuelto, 12- 24 horas antes en agua caliente la necesaria para disolverla. Este preparado se adiciona en fracciones cada 6 horas, agitando de 4 - 5 veces por día. En este baño permanecen las pieles por 24 - 48 horas (Cervantes, 2014).

H. Basificado

Igualmente se lleva a cabo en el mismo baño del curtido, se disuelve de 1 - 2% de bicarbonato de sodio en agua a temperatura ambiente la necesaria para disolverla el cual se añade en 3 fracciones cada 6 horas en este baño permanece las pieles por 24 horas (Cervantes, 2014).

I. Ecurrido

Las pieles ya curtidas se escurren dejándolas sobre el caballete para que fije el curtido por 6-12 horas, se enjuagan y se escurren (Cervantes, 2014).

J. Engrase

Una vez oreado las pieles se engrasan con:

- Aceite Sulfonado una parte
- Agua caliente 3 partes

Con esta mezcla se unta por el lado carne, se dobla las pieles se apila 24 horas y luego se cuelgan con ganchos en cordeles para orearlas, para luego clavetearlos en taleros de madera, se retira y se ablanda en media luna o imprimir fricción sobre el borde de una silla (Cervantes, 2014).

Si no hay aceite sulfonado se puede usar lo siguiente: una barra de jabón de lavar ropa se divide en tres partes iguales, de esta tomar un tercio y hervirla con agua, luego esperar que entibie, aumentar una yema de huevo y agregarle en un cuarto de petróleo.

K. Claveteado

Luego clavetear las pieles en taleros de madera, se retira y se ablanda en media luna o imprimir fricción sobre el borde de una silla. Consiste en recortar los bordes con

navajilla, terminar el ablandado lijando por el lado de carne con lijar cero uno de metal o madera y acicalar por el lado de pelo con peineta metálica.

L. Acabado

“Consiste en recortar los bordes con navajilla, terminar el ablandado lijando por el lado de carne con lijar cero uno de metal o madera y acicalar por el lado de pelo con peineta metálica” (Cervantes, 2014).

2.2.10. Control de calidad de y rendimiento del cuero

Luego del curtido Se debe controlar la materia prima, los procesos de fabricación, los productos químicos, el producto acabado y afluentes.

2.2.10.1. Examen cualitativo

El examen cualitativo se realiza mediante ensayos para conocer las características de la calidad de la piel, con el fin de ser comparados con los mínimos requeridos. (Amancha & Jaramillo, 2022)

Tabla 1

Patrón de análisis de características sensoriales en pieles

Apariencia general	Remojo	Suavidad superficial	Elasticidad	Flexibilidad	Grado de curtición
Mala	Parcial	Áspera	Inelástica	Rígido	Incompleto
Regular	Total	Regular	Regular	Medio Flexible	Incompleto
Bueno	Total	Suave	Elástica	Flexible	Completo

Fuente: (Guanilo, 2021)

2.2.10.2. Pruebas de laboratorio

Se determina con diferentes pasos químicos y físicos que sufre el cuero luego de su curtición, determinando microscópicamente el filtrado del curtido en las capas de la piel, (Epidermis, dermis e hipodermis), y de acuerdo a esto se indica si el 46 curtido ha sido eficiente o no (Guanilo, 2021).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

El área de estudio se ubica en el departamento de Cusco, provincia Cusco, distrito de San Jerónimo, específicamente en el Laboratorio de Pieles de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

3.1.1. **Ubicación política**

- País : Perú
- Región : Cusco.
- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco.
- Distrito : San Jerónimo.

3.1.2. **Ubicación geográfica**

- Longitud sur : 13°33'24"
- Longitud oeste : 71°52'30"
- Altitud : 3219 msnm.

3.1.3. **Climatología**

El Centro Agronómico K'ayra se distingue por un clima predominantemente templado y frío. La temperatura promedio máxima anual se sitúa en 20,60 °C, mientras

que la media anual general es de 11,4 °C. En cuanto a la humedad relativa, esta alcanza su punto más bajo en agosto con un 63,4 %, y su pico más alto en marzo con un 78,31 %. Las precipitaciones anuales registran un promedio de 668,90 mm, observándose una variación mensual que va desde los 120 mm en julio hasta los 144,22 mm en enero. Los vientos presentan una variabilidad que oscila entre 2,94 m/s en mayo y 4,16 m/s en agosto. Estos datos climatológicos, recopilados por K'ayra en colaboración con la UNSAAC y el SENAMHI, corresponden a un análisis realizado a lo largo de un periodo de 15 años.

3.1.4. Recursos existentes en el área de estudio

De acuerdo con la descripción realizada por la Municipalidad Provincial del Cusco (2023), el área de estudio que es el distrito de San Jerónimo, específicamente el Centro Agronómico de Kayra incluye microcuencas tanto en las zonas bajas y medias, también se aprecian plantaciones de eucalipto, además se puede observar especies nativas como: Chachacomo (*Baccharis sp.*), Roque (*Colletia spinosissima*), Cheche (*Berberis sp.*) y Llaulli (*Barnadesia horrida*), entre otras. Respecto a la fauna existente en la zona se puede apreciar la presencia de patos silvestres, chaiñas, yanavicos, tórtolas, pichinchos, cigüeñuelas, batracios e invertebrados acuáticos. Finalmente se conoce que los pajonales que se ubican en las lomadas de la parte alta de las quebradas se encuentran hierbas que son aprovechadas para el pastoreo y la obtención de paja.

3.2. Duración del trabajo de investigación

El proceso completo y todas las fases de la investigación se llevaron a cabo desde agosto hasta diciembre de 2017. Durante este periodo, se ejecutaron meticulosamente cada uno de los pasos necesarios para alcanzar los objetivos del estudio, asegurando así la integridad y la calidad de los resultados obtenidos.

3.3. Materiales

En la realización de este estudio se emplearon diversos materiales, siendo los siguientes:

3.3.1. Para la obtención de la hoja y fruto de molle (*Schinus molle*)

- Plantación de molle (*Schinus molle*).
- Machete.
- Cuchillo.
- Guantes.
- Tijera jardinera (1 unidad)
- Costalillos (2 unidades).
- Manta para el secado (8 unidades).
- Molino de granos manual.
- Bolsas de plástico (10 unidades).
- Tamizador (1 unidad).

3.3.2. Para proceso de curtición (peletería)

- Pielés frescas de ovino (24 unidades)
- Balanza de 5 kg.
- Cuchillo descarnador.
- Tablero para descarnar.
- Depósito de 60 L. para remojar las pieles (8 unid.).
- Balde de 10 L. (1 unidad).
- Tableros de secado.
- Clavos 1 pulgada (500 g).
- Martillo.
- Alicata.
- Olla (1 unidad), capacidad de 2L.
- Cocina eléctrica.
- Probeta de 100 ml.
- Reloj.
- Cúter.
- Hervidor de agua.
- Tijera.

3.3.3. Reactivos e insumos.

- Agua 1000 L.
- Detergente 3 kg.
- Formol 1 L.

- Agua acidulada 3 L.
- Sal común (sin yodo) 3Kg.
- Harina de hoja de molle, (*Schinus molle*) 3,5 kilos.
- Harina de fruto de molle, (*Schinus molle*) 3 kilos, (taninos de fruto de molle).
- Aceite sulfonado 1L.
- Bicarbonato de sodio 550 g.

Para preparar el engrase:

- Petróleo $\frac{1}{4}$ L
- Yema de huevo, 1 unidad.
- Jabón de lavar de ropa, 1 unidad.

3.4. Metodología de la investigación

3.4.1. Enfoque de la investigación

Mixto: Este método implica la recolección, análisis e integración de investigaciones cuantitativas y cualitativas. Se emplea este enfoque multidisciplinario cuando se busca profundizar en la comprensión de un problema de investigación, ya que la utilización aislada de cada uno de estos métodos no proporcionaría una perspectiva tan completa. (Hernández et al.,2014)

3.4.2. Tipo y nivel de la investigación

Se clasifica como un tipo descriptivo y analítico, la cual se enfoca en detallar y examinar la realidad mediante el estudio de sus variables o componentes. El propósito

es interpretar los datos recabados para formular conclusiones amplias que reflejen las características y dinámicas del tema investigado. (Carrasco, 2008).

- a) **Descriptivo:** Porque describe de manera precisa el procedimiento completo de curtido, destacando que el uso de hojas y frutos del molle como agentes curtientes orgánicos resulta ser excepcionalmente eficaz para el tratamiento de pieles de ovino en diferentes etapas.
- b) **Analítico:** Porque se dedica al estudio detallado de los procedimientos empleados con curtientes orgánicos, con el fin de lograr un proceso de curtido de alta calidad.
- c) **Básica:** Porque contribuye a la aplicación del conocimiento o de estudio realizados con curtientes orgánicos.
- d) **Tecnológica:** Porque se emplea el conocimiento para el desarrollo de nuevas tecnologías

3.4.3. Diseño de la investigación

En la metodología de un diseño experimental, se alteran intencionalmente una o varias variables relacionadas con las causas para observar y cuantificar su impacto en una variable específica de interés. Este enfoque permite a los investigadores establecer relaciones de causa y efecto y comprender mejor la dinámica entre los elementos estudiados. (Hernández et al.,2014)

El estudio se estructuró bajo un diseño experimental, donde se utilizaron 24 pieles de ovinos como variable independiente. Las variables dependientes fueron las hojas y

frutos de molle tratados como agentes curtientes; estos serán sometidos a un proceso de acondicionamiento previo a su análisis y evaluación. El objetivo es establecer cuál de estos elementos naturales ofrece mejores resultados como curtiente y determinar la proporción óptima para su uso.

La investigación se llevó a cabo en un entorno de laboratorio y consistió en diversas fases dentro del proceso de curtido de cuero. Se organizó el material en dos conjuntos principales: uno con 12 pieles tratadas con hojas de molle y otro con 12 pieles tratadas con frutos de molle. Cada conjunto se dividió a su vez en cuatro subgrupos, conteniendo cada uno 3 pieles, y se experimentó con distintas concentraciones de curtientes (10 %, 12 %, 14 % y 16 %) para cada subgrupo. Esta distribución se efectuó durante una fase particular del proceso de curtido. Los agentes curtientes se aplicaron en proporciones variables, basadas en el peso de las pieles, como se detalla en la tabla 2 que se presenta a continuación:

Tabla 2

Indicadores para determinar el nivel óptimo

Niveles	Para hoja de molle	Para fruto de molle
INDICADORES QUE ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES. PARA DETERMINAR EL NIVEL ÓPTIMO	10%	10%
	12%	12%
	14%	14%
	16%	16%

3.4.4. Etapa de la investigación

A. Primera etapa: Colección de pieles e insumo orgánico de hoja y fruto de molle

- **Recolección de pieles:** Las 24 pieles frescas de ovino sin interesar el sexo ni la edad, fueron adquiridas directamente de los criadores de ovinos, en la provincia de Anta, Departamento de Cusco.
- **Recolección de las hojas y fruto de molle:** La hoja de molle se obtuvo en el distrito Oropesa provincia Quispicanchi, Departamento Cusco, directa de la planta de molle, se recolectó en una cantidad 10 Kg de hoja en peso húmedo y en peso seco molidas y tamizadas 3,5 Kg.

Se recolectaron 7 kg de fruto de molle en estado húmedo en el distrito de Oropesa. Posteriormente, estos frutos fueron procesados hasta obtener 3 kg en peso seco, luego de ser molidos y tamizados.

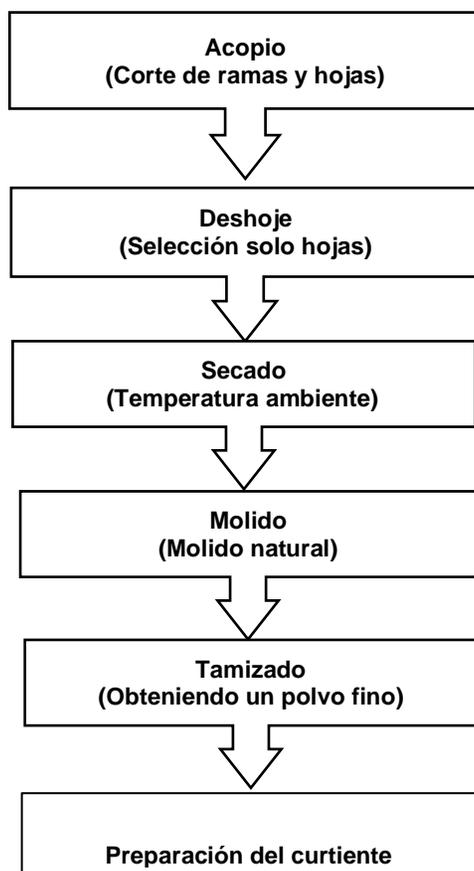
B. Segunda etapa: Preparación del insumo orgánico y de las pieles

- **Preparación de la hoja de molle (*Schinus molle*)**

Las hojas de molle fueron secadas en un ambiente ventilado y con sombra; luego se procedió a moler en un molino de granos hasta alcanzar un polvo fino, obteniéndose 3,5 Kg de polvo de hoja de molle.

Figura 9

Obtención de harina de hoja de molle (*Schinus molle*)

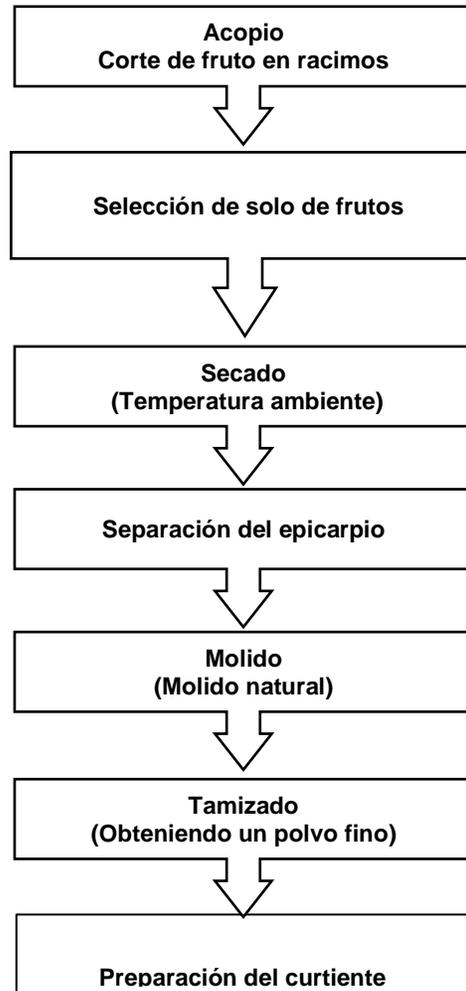


- Preparación de fruto de molle (*Schinus molle*)

Se adquirió fruto de molle que están agrupados en racimo en la planta, después ser secado a temperatura ambiente en un lugar bien ventilado y con sombra; después separar el epicarpio o cascara y quedarnos solo con el mesocarpio y semilla, luego se procedió a moler en un molino de granos hasta alcanzar un polvo fino, obteniéndose 3 Kg de polvo de fruto de molle.

Figura 10

Obtención de harina de fruto de molle (*Schinus molle*)



- **Procesamiento o curtido de las pieles**

a) **Curtición para peletería**

i. **Sacudido y limpieza de pieles**

Inicialmente, se procede a limpiar las pieles agitándolas con un palo de madera para eliminar cualquier residuo. Posteriormente, se eliminan las partes no necesarias,

como la cabeza, la cola y secciones de las extremidades. Después de esto, se pesan las pieles para, en función de su peso, calcular la cantidad de insumos necesarios para el proceso siguiente (Vergara, 2015).

ii. Pesado de las pieles

Las pieles fueron pesadas utilizando una balanza de precisión, para marcar el comienzo del proceso investigativo. Esta etapa inicial es crucial, ya que establece la base para el desarrollo del trabajo subsiguiente (Vergara, 2015).

Tabla 3

Apuntes del pesado de pieles

Unidad	Cantidad	Estado de la piel	Peso (g)
Pieles	12	Húmedo	16270
Pieles	12	Húmedo	15540
TOTAL	24	.....	31810

iii. Pre remojo

A pesar de que las pieles estaban recién obtenidas, se realizó un remojo preliminar con una duración de 12 horas. Este proceso tenía como objetivo eliminar impurezas como la suciedad de la lana y restos de sangre para evitar la contaminación del agua de remojo. Para ello, se colocaron las pieles en ocho recipientes, conteniendo cada uno tres pieles. Se añadió suficiente agua para cubrirlas totalmente, procediendo posteriormente al lavado y enjuague necesario (Vergara, 2015).

iv. Remojo

Se preparó el baño siguiente:

- Agua potable al criterio del investigador (hasta cubrir toda la piel).
- Tenso activo (detergente) 0,5%
- Bactericida (formol) 0,5%
- Sal común sin yodo 10%
- Tiempo 48 – 72 horas

Después de disolver la solución, se procedió a distribuir las pieles, ya escurridas tras el pre-remojo, en ocho recipientes, asignando tres pieles a cada uno, en la siguiente tabla se indican los insumos con sus respectivas cantidades (de acuerdo al peso de las pieles) que usamos para el remojo (Vergara, 2015).

Tabla 4

Proceso del remojo, distribución de insumo

	Cantidad de pieles	Peso de piel (g)	Detergente 0.5% (g)	Formol 0.5% (ml)	sal común 10% (g)
	12	16270	81,35	81,35	1627
	12	15540	77,7	77,7	1554
TOTAL	24	31810	159,05	159,05	3181

v. Descarnado

Después de drenar el agua del remojo, se procedió al proceso de descarne, utilizando una herramienta especializada conocida como rancheta o descarnador, sobre un soporte adecuado. Este paso es crucial para eliminar la hipodermis, los tejidos musculares y cualquier residuo graso que permanezca adherido a la piel. (Vergara, 2015).

vi. Lavado y desengrase

Las pieles previamente humedecidas se enjuagaron en agua a una temperatura de 30 a 35 °C. En ausencia de un termómetro, se puede estimar la temperatura asegurándose de que el agua esté a una temperatura soportable al tacto de la mano (Vergara, 2015).

- Volumen de agua es al criterio del operario.
- Detergente 0,5% o lo necesario para lavar las pieles.

Tabla 5

Proceso de lavado, distribución de insumos

	Cantidades de pieles	Peso de piel en (g)	Cantidad de agua 150% (L)	Detergente 0.5% (g)
	12	16270	24,405	81,35
	12	15540	23,310	77,7
TOTAL	24	31810	47,715	159,05

Es aquí en esta etapa donde las pieles se lavan y se frotan, hasta eliminar todas las impurezas, para que los curtientes tengan una buena fijación y así tener un buen resultado.

El desengrase se realizó utilizando una solución de gasolina o kerosene diluida en agua al 150%, manteniendo una temperatura constante de 30 a 35 °C. Se utilizó una proporción de aproximadamente 30 ml de solvente por cada litro de agua. En esta solución, las pieles se lavaron y enjuagaron cuidadosamente. Posteriormente, se efectuó un segundo lavado siguiendo el mismo procedimiento que en el primero, con el objetivo de eliminar cualquier residuo oloroso del combustible utilizado (Vergara, 2015).

Tabla 6

Proceso de desengrase, distribución de insumos

	Cantidades de pieles	Peso de piel en (g)	Cantidad de agua (L)	Gasolina (ml)
	12	16270	24,405	732,15
	12	15540	23,310	699,30
TOTAL	24	31810	47,715	1431,45

vii. Piquelado

Se llevó a cabo el siguiente baño:

- Agua, temperatura ambiente.
- Sal común 50%.
- Agua acidulada 8% o 4%.
- Tiempo 24 - 48 horas.

Tabla 7

Proceso del piquelado, distribución de insumos

	Cantidades de pieles	Peso de piel en (g)	Sal común 50% (g)	Agua acidulada 4% (ml)
	12	16270	8135	650,80
	12	15540	7770	621,60
TOTAL	24	31810	15905	

C. Tercera etapa: Proceso de curtido orgánico con hoja y fruto de molle (*Schinus molle*)

La fase crucial de esta investigación se centró en la utilización de agentes curtientes naturales, específicamente las hojas y frutos del molle (*Schinus molle*). Se experimentó con cuatro diferentes concentraciones de estos agentes, aplicando porcentajes del 10%, 12%, 14% y 16% para evaluar su eficacia. El objetivo principal fue establecer la proporción más efectiva para el proceso de curtido utilizando tanto las hojas como los frutos del molle (*Schinus molle*).

En la fase descrita, se utiliza la misma solución de piquel, añadiendo el curtiente orgánico en polvo disuelto en medio litro de agua a 48°C. Esta mezcla se incorpora gradualmente a los recipientes con los distintos tratamientos, dividiéndose en tres adiciones cada seis horas. Durante este proceso, se agita la solución al menos una vez al día y se masajean las pieles con el curtiente para asegurar una penetración homogénea. Las pieles se dejan en esta solución durante un periodo de 72 horas. Seguidamente, se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en las hojas y frutos del molle (*Schinus molle*).

Tabla 8

Distribución de los indicadores para el curtido con los taninos de hoja de molle (*Schinus molle*)

N.º de tratamiento	Cantidad de pieles	Peso de pieles (g)	Porcentaje de muestra (%)	Cantidad de harina hoja/molle (g)
H-1	3 pieles	4600	10%	460
H-2	3 pieles	4350	12%	522
H-3	3 pieles	3720	14%	520,8
H-4	3 pieles	3600	16%	576
4 tratamientos	12 pieles	16270	.....	2078,8

Tabla 9

Distribución de los indicadores para el curtido con los taninos de fruto de molle

(*Schinus molle*)

N.º de tratamiento	Cantidad de pieles	Peso de pieles (g)	Porcentaje de muestra %	Cantidad de harina de fruto/molle (g)
F-1	3 pieles	3720	10%	372
F-2	3 pieles	3630	12%	435.6
F-3	3 pieles	3440	14%	481.6
F-4	3 pieles	4750	16%	760
4 tratamientos	12 pieles	15540	.....	2048.8

D. Cuarta etapa: Acabado del trabajo de investigación

Para llevar a cabo la fase conclusiva de esta investigación, ejecutamos una serie de procedimientos esenciales.

a) Basificado

El proceso también incluye la disolución de bicarbonato de sodio, en una concentración del 1 al 2%, en agua a temperatura ambiente. Esta solución se debe agregar al baño de curtido en tres partes iguales, distribuidas cada seis horas. Las pieles deben permanecer en esta solución durante un período total de 24 horas.

Tabla 10Proceso de basificado para hoja de molle (*Schinus molle*)

N.º de tratamiento	Peso de pieles (g)	Bicarbonato de Sodio 2% (g)
H-1	4600	92
H-2	4350	87
H-3	3720	74,4
H-4	3600	72
4 tratamientos	16270	325,4

Tabla 11Proceso de basificado para fruto de molle (*Schinus molle*)

N.º de tratamiento	Peso de pieles (g)	Bicarbonato de Sodio 2% (g)
F-1	3720 g	74,40
F-2	3630 g	72,60
F-3	3440 g	68,80
F-4	4750 g	95,00
4 tratamientos	15540 g	310,8

b) Escurrido

Una vez curtidas, las pieles se drenan y se colocan sobre un caballete, permitiendo que el proceso de curtido se asiente y solidifique durante un periodo de 12 horas.

c) Claveteo

Después de escurrir las pieles adecuadamente, se realizó el proceso de tensarlas y asegurarlas con clavos en los bordes sobre tablones de madera, garantizando así que se mantuvieran estiradas y formaran una superficie lisa y pareja. Durante el periodo de secado, las pieles fijadas se mantuvieron en sombra, en un lugar aireado, hasta que estuvieron completamente secas.

d) Engrase

A lo largo de las etapas de descarte y curtido, las pieles se despojan de sus elementos orgánicos, incluyendo la grasa. Por esta razón, al concluir el proceso de curtido, se reintegra a las pieles una cantidad adecuada de aceites y nutrientes sulfonados. Este paso es crucial para conferir a los cueros la flexibilidad y la fortaleza necesarias para resistir diversas condiciones físicas (Vergara, 2015).

Las pieles se dejaron drenar hasta alcanzar una reducción de humedad del 90%; en cuanto al proceso de engrasado, se preparó aceite sulfonado de la siguiente forma: se ralló un tercio de una barra de jabón para ropa y se hirvió en agua hasta su completa disolución. Una vez tibio el jabón disuelto, se incorporó una yema de huevo y se mezcló hasta homogeneizar. Finalmente, se añadió un cuarto de litro de petróleo y se mezcló nuevamente. Utilizando esta preparación, se impregnó la parte interna de la piel (lado de la carne) con suficiente cantidad para cubrirla completamente, y se dejó secar por completo (Vergara, 2015).

e) Acabado

Después de secar completamente las pieles, concluimos el proceso de suavizado, empleando una lija fina sobre la superficie carnal. Posteriormente, procedimos a pulir la parte pilosa con una peineta de metal. Los bordes fueron cuidadosamente recortados para su evaluación final, marcando así el término de la fase de producción de la peletería.

E. Quinta etapa: Colección y análisis de muestras de curtido con hojas y fruto de molle (*Schinus molle*)

En esta etapa de evaluación, es donde se determina el curtido óptimo, este proceso se realiza mediante un análisis de laboratorio especializado mediante cortes histológicos. A continuación, se detalla el proceso:

a) Colección de muestras: Tras concluir el proceso de trabajo, se procedió a efectuar cortes cuadrados de 10 x 10 cm en el crupón de los 24 cueros tratados con hoja y fruto de molle, resultando en 24 muestras. Estas muestras fueron distribuidas en bolsas de plástico, cada una etiquetada con el porcentaje de curtido correspondiente, a fin de llevar a cabo los análisis pertinentes.

b) Análisis por cortes histológicos: Para determinar la eficacia del proceso de curtido orgánico de pieles, se trasladaron las muestras a un laboratorio especializado en patología. Allí, se sometieron a un análisis las 24 muestras, divididas en dos grupos de 12: uno tratado con hojas y otro con

frutos de molle. Se aplicó el método BX, que incluye el parafinado, para examinar bajo el microscopio la penetración del agente curtiente en los cueros tratados con ambos métodos, utilizando hojas y frutos del árbol *Schinus molle*.

c) Procedimiento de bx: Después de realizar el corte del tejido, el siguiente paso es proceder con su colocación en:

- Alcohol 70° I por 1 hora
- Alcohol 70° II por 1 hora
- Alcohol 70° III por 1 hora
- Alcohol 100° I por 1 hora
- Alcohol 100° II por 1 hora
- Alcohol 100° III por 1 hora
- Alcohol 100° Bx 1 hora
- Xilol I por 1 hora
- Xilol III por 1 hora
- Pasar a la parafinada I por 1 hora
- Pasar a la parafinada II por 1 hora
- Es fundamental ejecutar el taco asignado con su número específico.
- Dejar secar

d) Corte del taco

- Una vez que se ha obtenido el taco, se continúa con el proceso de corte en el micrótomo.

- Adherir la sección de tejido a un portaobjetos utilizando una gota de albúmina para su fijación.
- Sumergir adecuadamente el tejido en agua caliente.

e) Desparafinado de la biopsia

Una vez que se ha obtenido el tejido y colocado sobre la lámina, el siguiente paso consiste en:

- Colocar en desparafinada 1 por 3 minutos
- Desparafina 2 por 3 minutos
- Desparafina 3 por 3 minutos
- Desparafina 4 por 3 minutos
- Desparafina 5 por 3 minutos
- Desparafina 6 por 3 minutos
- Lavar con agua abundante

f) Coloración biopsia

- Colocar la lámina de la biopsia en hematoxilina por 3 minutos
- Lavar con agua abundante
- Colocar a la eosina por 30 segundos a 1 minuto
- Lavar con agua abundante
- Colocar a los frascos de coloración del 1 al 6 por minutos
- Montar con bálsamo de canada
- Realizar la lectura

3.5. Análisis de laboratorio

Después de recolectar las 24 muestras del laboratorio especializado, se procedió a examinar y determinar las dimensiones del filtrado en el proceso de curtido. Esto se llevó a cabo en el Centro Experimental La Raya de la UNSAAC, utilizando el software MOTIC IMAGES PLUS 2.0 ML, con un nivel de ampliación de 10X.

3.5.1. Análisis en el laboratorio del Centro Experimental La Raya – UNSAAC

Se llevó a cabo la observación y captura fotográfica de las placas resultantes del proceso de parafinado. Posteriormente, se procedió a medir las dimensiones presentadas en las imágenes para su inclusión en una ecuación de regla de tres simple, permitiendo así calcular los porcentajes de curtido. Este método evidenció la penetración del agente curtiente en las pieles de ovino, facilitando la evaluación de los resultados alcanzados.

Tabla 12

Resultados del análisis en el laboratorio

	N° de muestra	Longitud en micras	%Curtido
10%	1	147,17	42,85
	2	256,00	58,82
	3	205,89	58,00
	Prom.	53,22	
12%	1	231,73	54,66
	2	223,11	53,74
	3	148,56	53,19
	Prom.	53,86	
14%	1	200,04	60,00
	2	270,28	65,00
	3	237,80	68,74
	Prom.	64,58	
16%	1	193,46	85,00
	2	326,15	83,11
	3	306,49	91,37
	Prom.	86,49	

Tabla 13

Resultado 2 del análisis en el laboratorio

	N° de muestra	Longitud en micras	%Curtido
10%	1	105,45	36,29
	2	113,65	38,77
	3	96,91	29,62
		Prom.	34,89
12%	1	151,08	60
	2	168,05	49,27
	3	212,26	56
		Prom.	55,09
14%	1	179,21	65
	2	192,43	70
	3	172,93	65
		Prom.	66,67
16%	1	283,44	82,53
	2	274,80	80
	3	278,73	80,3
		Prom.	80,94

3.6. Diseño Experimental

En el estudio actual se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un enfoque de modelo fijo. Se establecieron cuatro tratamientos distintos, con porcentajes del 10%, 12%, 14% y 16%, y cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Para el análisis estadístico, se seleccionó la prueba de Duncan, estableciendo un nivel de significancia del 5%. El modelo aditivo lineal que se utilizó se describe a continuación:

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

Donde:

Y_{ij} = Porcentaje de curtido

μ = Media general

α_i = Efecto de los tratamientos 10%, 12%, 14% y 16%

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Ecuación para transformar porcentaje a arcoseno es:

$$\text{Transformación} = \sqrt{Y/100} \rightarrow \text{aplicar } \text{sen}^{-1}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Presentación de resultados

La investigación expone los hallazgos obtenidos tras evaluar y analizar pieles de oveja curtidas utilizando hojas de molle (*Schinus molle*), destacando su concentración de taninos en diversos porcentajes. Se determinó así el porcentaje más adecuado para un curtido óptimo.

4.1.1. Nivel óptimo de curtido con taninos de hojas de molle

Tabla 14

Resultados del curtido de pieles con la hoja de molle

Curtido orgánico	10%	12%	14%	16%
Hoja de molle	- Color verde - Textura suave en forma poco homogénea - Dureza	- Color verde intenso en forma medianamente homogénea - Menor dureza	- Color verde intenso en forma regularmente homogénea - Poco flexible	- Color verde oscuro en forma homogénea - Flexible - Suave al tacto

El proceso de curtido de pieles de oveja destinadas a la peletería, aplicando un 16% de extracto de hoja de molle, resultó en un curtimiento efectivo del 80.94% en la capa hipodérmica. Se logró así un acabado uniforme, con un teñido de calidad, aspecto atractivo y flexibilidad adecuada. La eficacia de este método se debe al incremento de

taninos presentes, proporcional al aumento del porcentaje de harina de hoja de molle utilizada.

En la tabla 15, se observa que el curtido de pieles de ovino con hoja de molle acorde a los porcentajes del experimento muestra que el tercer grupo donde el porcentaje de curtiente es del 16%, presenta una piel de mejor calidad y flexibilidad con un valor de 64.13.

Tabla 15

Resultados de curtición con taninos de hoja de molle a 10% ,12%, 14% y 16%

	10%	12%	14%	16%
1ra	37,0	50,8	53,7	65,3
2da	38,5	44,6	56,8	63,4
3ra	33,0	48,4	53,7	63,7
promedio	36,17	47,93	54,73	64,13
desviación	2,84	3,13	1,79	1,02

Con un nivel de confianza al 95%, acorde al análisis de varianza se afirma que el curtido de piel ovino con hojas de molle es diferente con una concentración del 10%, 12%, 14%, 16% ($p < 0.05$). (Ver tabla 16)

Tabla 16

ANOVA de curtición con taninos de hoja de molle a 10% ,12%, 14% y 16%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1246,76	3	415,59	75,21	< 0,0001
Porcentaje	1246,76	3	415,59	75,21	< 0,0001
Error	44,21	8	5,53		
Total	1290,97	11			

En la tabla 17, se evidencia que las concentraciones presentan diferencias significativas en los pares de grupos, en otras palabras, el uso de la hoja de molle como curtiente orgánico en distintas concentraciones genera pieles con calidad y flexibilidad distinta con un sig $0.0001 < 0.05$; en la concentración al 16% se tiene un valor esperado de 64.13; siendo el promedio mínimo es al 10% con un valor esperado de 36.17. Es así que se puede apreciar que el porcentaje de curtición con taninos de hoja de molle obtuvo un promedio más alto en la concentración al 16%, esto demuestra que a mayor concentración de la hoja de molle mejores resultados se obtienen en la curtición.

Tabla 17

Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de hoja de molle

Porcentaje	Medias	n	E.E.	.	.	.	.
10%	36,17	3	1,36	A			
12%	47,93	3	1,36		B		
14%	54,73	3	1,36			C	
16%	64,13	3	1,36				D

4.1.2. Nivel óptimo de curtido con taninos de fruto de molle

Tabla 18

Resultados del curtido de pieles con fruto de molle

Curtido orgánico	10%	12%	14%	16%
Hoja de molle	- Color beige - Textura suave en forma poco homogénea - dureza	- Color beige intenso en forma medianamente homogénea - Menor dureza	- Color beige intenso en forma regularmente homogénea - Poco flexible	- Color beige oscuro en forma homogénea - Flexible - Suave al tacto

El proceso de curtido de pieles de ovino destinadas a la peletería, mediante la aplicación de un 16% de extracto de fruto de molle, resultó en un curtido efectivo del 86.49% en la capa de la hipodermis. Este método produjo un cuero uniformemente curtido, con un teñido de calidad, aspecto atractivo y una textura flexible. La eficacia de este procedimiento se puede atribuir al incremento en la concentración de taninos, gracias a la mayor proporción de harina de hoja de molle utilizada en la mezcla de curtición.

En la tabla 19, se observa que el curtido de pieles de ovino con fruto de molle según a los porcentajes determinados muestra donde el porcentaje de curtiente es del 16% presenta una piel de mejor calidad y flexibilidad con un valor de 68.6.

Tabla 19

Resultados de curtición con taninos de fruto de molle a 10% ,12%, 14% y 16%

	10%	12%	14%	16%
1ra	40,9	47,7	50,8	67,2
2da	50,1	47,1	53,7	65,7
3ra	49,6	46,8	56,0	72,9
Promedio	46,87	47,2	53,5	68,6
Desviación	5,17	0,46	2,61	3,8

Con un nivel de confianza al 95%, acorde al análisis de varianza se afirma que el curdo de piel de ovino con el fruto de molle es diferente con una concentración del 10%, 12%, 14%, 16% ($p < 0.05$). (Ver tabla 20)

Tabla 20

ANOVA de curtición con taninos de fruto de molle a 10% ,12%, 14% y 16%

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	931,58	3	310,53	25,77	< 0,0001
Porcentaje	931,58	3	310,53	25,77	< 0,0001
Error	96,39	8	12,05		
Total	1027,97	11			

En la tabla 21, se observa que las concentraciones presentan diferencias significativas en los pares de grupos, es decir, el uso del fruto de molle como curtiente orgánico en diferentes concentraciones produce pieles con calidad y flexibilidad distinta con un sig $0.0001 < 0.05$, siendo mejor la concentración al 16% con una media de 68.6.

Tabla 21

Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de frutos de molle

Porcentaje	Medias	n	E.E.	.	.	.	.
10%	46,87	3	2	A			
12%	47,2	3	2	A			
14%	53,5	3	2	A			
16%	68,6	3	2		B		

4.1.3. Comparación entre niveles óptimos de curtido entre hoja y fruto de molle

De acuerdo a la tabla 22, comparación de medias de la prueba t de student, se observa que la concentración en las hojas y fruto del molle muestra que la concentración al 10% tiene diferencia significativa con un sig $0.03 < 0.05$, reflejando que dicha para el fruto es mejor con respecto a usar la hoja de molle; en los otros casos de concentración, no existe diferencia significativa en usar la hoja ni el fruto del molle; no obstante, cabe mencionar que la concentración al 16% en el fruto alcanzó un mayor promedio de curtición a diferencia de la hoja.

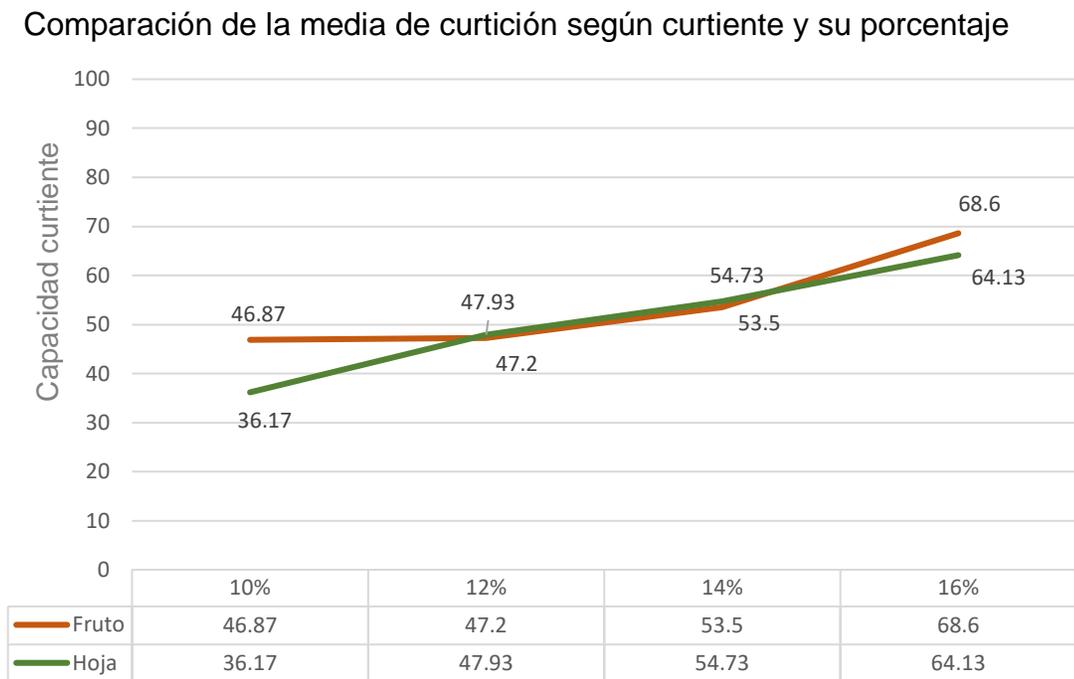
Tabla 22

Comparación entre los dos curtientes hoja y fruto de molle pruebas t- diferencia de medias.

PORCENTAJE DE CURTIDO						
Porcentaje de curtientes	Fruto		Hoja		T	p-valor
	Promedio	desv.	Promedio	desv.		
10%	46,87	5,17	36,17	2,84	3,14	0,03
12%	47,20	0,46	47,93	3,13	-0,40	0,73
14%	53,50	2,61	54,73	1,79	-0,68	0,54
16%	68,60	3,80	64,13	1,02	1,97	0,12

La figura 11, muestra la comparación de la media de curtición de acuerdo al porcentaje de concentración y curtiente, de donde se encontró que el fruto a la concentración del 16% posee una mejor capacidad curtiente y por consiguiente mejor rendimiento en la curtición de cueros de ovino.

Figura 11



De acuerdo a la comparación de tratamientos según la concentración de taninos en la hoja y fruto de molle, se evidencia que existen diferencias significativas ($\text{sig } 0.0001 < 0.05$), también existe diferencia significativa para el tratamiento con un $\text{sig } 0.02 < 0.05$ y para la comparación de concentración versus tratamiento existe diferencia altamente significativa con un $\text{sig } 0.01 < 0.05$, es decir, que se tiene diferencia entre el uso

de las diferentes concentraciones para los curtientes observados en la investigación. (Ver tabla 23)

Tabla 23

ANOVA de curtición con taninos de frutos y hojas de molle a 10% ,12%, 14% y 16%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2243,68	7	320,53	36,48	< 0,0001
Porcentaje	65,34	1	65,34	7,44	0,0149
Tratamiento	2038,93	3	679,64	77,35	<0,0001
Porcentaje*Tratamiento	139,41	3	46,47	5,29	0,01002
Error	140,59	16	8,79		
Total	2384,28	23			

La comparación de tratamientos según el porcentaje de concentración de taninos en hoja y fruto de molle, se aprecia que el fruto tiene una óptima curtición con una media de 54.04. (Ver tabla 24)

Tabla 24

Comparación prueba Duncan de porcentaje de curtición con taninos de frutos y hojas de molle

Tratamiento	Medias	n	E.E.	.	.	.	.
Hoja	50,74	12	0,86	A			
Fruto	54,04	12	0,86		B		

La tabla 25 muestra las diferencias entre el uso de la planta de molle con los porcentajes de las diferentes concentraciones, donde se observa que la concentración del 14% y 16% son mejores con unos valores esperados del 54.12 y 66.37, respectivamente.

Tabla 25

Comparación prueba Duncan de nivel de concentración de taninos en fruto y hojas de molle

Porcentaje	Medias	n	E.E.	.	.	.	.
10%	41,52	6	1,21	A			
12%	47,57	6	1,21		B		
14%	54,12	6	1,21			C	
16%	66,37	6	1,21				D

En la tabla 26 se muestra que, se realizó las diferencias entre los porcentajes de concentración del uso de hojas y frutos, en donde se observa que las concentraciones más adecuadas fueron de la hoja y fruto al 16% con unos valores esperados de 64.13 y 68.60

Tabla 26

Comparación prueba Duncan de nivel de concentración de taninos versus parte de la planta

Tratamiento	Porcentaje	Medias	n	E.E.	.	.	.	.
Hoja	10%	36,17	3	1,71	A			
Fruto	10%	46,87	3	1,71		B		
Fruto	12%	47,20	3	1,71		B		
Hoja	12%	47,93	3	1,71		B		
Fruto	14%	53,50	3	1,71			C	
Hoja	14%	54,73	3	1,71			C	
Hoja	16%	64,13	3	1,71				D
Fruto	16%	68,60	3	1,71				D

4.2. Presentación de discusiones

Los resultados del estudio muestran que para una concentración de 16% de tanino, tanto para la hoja de molle y para el fruto, se obtiene un curtido eficiente a diferencia de otras concentraciones; en tanto, estos resultados tienen diferencias a los reportados por Torres (2019) que usó un curtiente en base a *Caelsapinia spinosa* (tara) y cuyo valor óptimo se encuentra dentro de un rango de 12 a 14% ya que para dichos valores se obtienen características físicas óptimas y respecto a las características sensoriales no se observan diferencias para ambos taninos respecto a la aplicación de tara, a excepción de la dosis añadida, pues en la presente investigación se observa que para la aplicación de 16% de tanino de fruto de molle da como resultado un cuero flexible y suave al tacto y para la aplicación de la hoja de molle sucede lo mismo, para el resultante de aplicación de curtiente de tara se obtiene un cuero suave y fino además de resistente; en síntesis se puede observar que la diferencia principal para ambas pieles radica en la dosificación de curtiente, pero se debe tener en cuenta las condiciones de trabajo, la alimentación del animal y la raza de este pues son factores que pueden influenciar en los resultados; por su parte Gomez (2016), que realizó la aplicación de los métodos wet-blue (cromo) y wet-white (glutaraldehído) reporta resultados favorables respecto a las características físicas de la piel, como la resistencia y la flexibilidad en la aplicación del glutaraldehído que es claramente superior y se rescata que en algunos aspectos, la aplicación de métodos de curtido que usan tecnologías amigables con el medio ambiente y minimizan daños sin dejar de lado la calidad del cuero obtenido son mejores.

Se observan también analogías respecto a lo obtenido por Cervantes (2014), dado que el autor registró que una concentración al 16% para el tallo de pino fue eficaz porque produce cueros bien curtidos y de adecuadas características, mientras que a una concentración del 14% de uva se obtuvo un mejor teñido y acabado, demostrando un efecto similar independiente en algunas características respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación para la aplicación de taninos de hojas y frutos de molle al 16% y además se observa que Guamachín (2019) reporta un valor diferente de la dosis de curtiente en base a tara, pues es menor al reportado por otro autor mencionado líneas atrás, todo debido a la adición de glutaraldehído en pequeñas proporciones que logra también un buen producto respecto a los valores de resistencia, lastometría y tensión; además logra buenos resultados respecto a las propiedades sensoriales que adquiere el producto pues no se altera la calidad de este respecto a los parámetros de llenura, blandura y curvatura; sin embargo se debe tener en cuenta las relaciones entre dichas propiedades, la adición de curtientes y glutaraldehído.

Por otra parte Ccanahuire (2016), con los resultados que reporta, refuerza lo mencionado anteriormente para el efecto de las diferentes concentraciones añadidas de los curtientes vegetales pues muestra diferencias entre las dosis de quebracho y café tostado usados para la curtición del cuero, pues los resultados favorables se logran con una adición de café del 18 al 20% y quebracho al 8% respecto a los resultados del cuero, que tiene características similares a los mencionados anteriormente y lo mismo sucede en la aplicación de mimosa (*Acacia australiana*) reportada por Rabasco (2017), que menciona que una adición del 6% en combinación con sulfato de aluminio logra

resultados efectivos; si bien los resultados se diferencian principalmente en las dosificaciones de curtiente vegetal, se rescata la efectividad de estos respecto a los tradicionales que usan cromo y son dañinos para el ambiente; pero si se requiere realizar una elección entre los curtientes mencionados se acudir principalmente a la riqueza de las plantas en las zonas donde se realiza el curtido de pieles, pues se ha visto que a lo largo de los años, en diferentes lugares se aprovechan diferentes tipos de plantas a las que se tiene disposición logrando buenos resultados como en el caso del molle.

CONCLUSIONES

La conclusión derivada de este estudio investigativo se presenta a continuación:

- La concentración de hojas y frutos al 16% para el fruto del molle tuvo mejor rendimiento al momento de curtir las pieles de ovino para la obtención de peletería, siendo el valor promedio de 66,37 de curtición.
- El nivel óptimo en el uso de fruto del molle dio como resultado la concentración al 16% en la curtición de pieles de ovino con un promedio de curtición de 68,60; pues se obtuvo un teñido de color verde oscuro de manera homogénea, flexible y suave al tacto.
- El curtido con taninos de la hoja de molle al 16% de concentración es la mejor para la curtición para la obtención de peletería con un valor promedio de 64,13; dado que el color de teñido fue beige oscuro de forma uniforme, flexible y de buenas características para el proceso de curtición.
- La concentración más óptima fue al 16% ya sea para la hoja como también para el fruto, con lo que se puede concluir que el porcentaje óptimo para la curtición es el del 16% obteniendo los mejores resultados, pues en ambas concentraciones se observa una flexibilidad y uniformidad de curtición.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de curtido de pieles para peletería usando hojas de molle (*Schinus molle*) con concentraciones altas, considerando el peso de las pieles de ovino, para determinar si se consigue un curtido y teñido en la totalidad de las pieles a trabajar.
- Se recomienda realizar estudios de curtido de pieles para peletería usando fruto de Molle (*Schinus molle*) con concentraciones altas, considerando el peso de las pieles de ovino, para determinar si se consigue un curtido y teñido en la totalidad de las pieles a trabajar.
- Se recomienda realizar estudios de curtido de pieles para peletería usando hojas o fruto de molle (*Schinus molle*) y añadido de glutaraldehído, para determinar las variaciones de dicha combinación en el proceso de curtido y teñido en las pieles a trabajar.
- Se recomienda realizar un estudio de canales de comercialización de curtido orgánico a nivel de la región, para determinar la viabilidad económica del uso de hojas o frutos de molle (*Schinus molle*) para la industria de la curtición de cueros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Iglesias, Z., & Alvarez. (1977). *Obtención de extractos tánico a partir de Tara (Caesalpinia spinosa)*. Tesis de ingeniera química de la Universidad Nacional de , Cusco – Perú.
- Adzet, J. (2005). *Química técnica de tenería*. España: Romanya-Valls.
- Allcahuaman, A. (2015). *Efecto de los Curtientes de la Tara (Caesalpinia spinosa) Queñua (polylepis incana) y ph Sobre las Propiedades Físicas del Cuero Curtido de Ovino (Ovis aries)*. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA) Pág.X-46., Andahuaylas -Perú.
- Allen, R. (1954). *Tratado completo de fabricación de cueros y pieles*. Bacelona: Sintes Barcelona.
- Amancha, P., & Jaramillo, E. (2022). Obtención de pieles curtidas con taninos. Cuaderno(176), 101-109. doi:<https://doi.org/10.18682/cdc.vi176.8613>
- Amapola, R. (9 de Marzo de 2014). *curtido de pieles*. Obtenido de <http://curtido-de-pieles.blogspot.com/>
- Azabache Azpilcueta, B. (2018). *Repositorioslatinoamericanos.uchile.cl*. Obtenido de <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2349184>
- Basf. (2011). *Pocket book for the leather technologist* (4ta ed.). Alemania: Ludwigshafen.
- Burreli, G. (1981). *Gran Larouse Universal*. España: Editorial Plaza Jones S.A.
- Buxadé, C. (1996). *Producción Ovina en Zootecnia bases de producción animal Tomo VIII*. Madrid-España: Mundi Prensa.pág.34 - 46 .
- Caballero, C. (2013). *Historia de los curtidos de pieles* . ECU.
- Caguana, Y. (2011). *Curtición de pieles de cuy para peletería media utilizando tres niveles de tanino vegetal quebracho ATS*. Tesis de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. pág. 05-73-74., Riobamba- Ecuador.

- Campos, J. (2023). *Enciclopedia* . Química Internacional .
- Carrasco, S. (2008). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos .
- Castaños, E. (04 de Julio de 2015). *Cienciadelux*. Obtenido de <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/2015/07/04/las-proteinas-fibrosas/>
- Ccanahuire Mendoza, L. M. (2016). *Curtición de pieles de ovino empleando productos no tradicionales café (Coffea arábica)*. tesis de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco- Perú.
- Cerri, L. (2017). *Evaluación del uso de tanino vegetal en el proceso de curtido de pieles de oveja*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Química., Brasil.
- Cervantes Urday , C. (2014). *Curtición orgánica de pieles de ovino empleando pino (Pinus radiata) y fermento de uva (Vitis vinífera)*. Tesis de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. pág. 15-120-121, Cusco- Perú.
- Chasiqiza, C. (2014). *Comparación de la curtición con extracto de poli fenoles Vegetales de caesalpínia spinosa, con una curtición mineral Con sulfato de cromo para pieles caprinas*. Tesis de pregrado, Facultad de ciencias pecuarias Universidad de Chimborazo, Chimborazo.
- Cipra, J., Montoya, Á., Adriano, J., Colán, X. d., & Móstiga, M. (2020). Anatomía de la madera de Schinus molle L. con tumoraciones en zonas urbanas . *Revista de investigación de agroproducción sustentable* , 2.
- Com Cueronet. (2004 de Marzo de 2004). *Cueronet.com*. Obtenido de <https://cueronet.com/>
- Costa, R. (2006). *Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia. Artículos técnicos*. Argentina. Pág.2:24-29.
- Covening, A. (2009). *Tanning Chemistry The Sciencie of Leather (Vol. 1)*. Reino Unido: Real Sociedad de Química.

- Cueronet. (2017). *Cueronet.com*. Recuperado el 16 de Octubre de 2021, de <http://www.Cueronet.com>
- Cueronet. (11 de Marzo de 2024). *Biblioteca.org.ar*. Obtenido de <https://biblioteca.org.ar/libros/cueros/lapiel.htm>
- Cuya, O., & Lombardi, I. (1978). *nfluencia del tamaño de la semilla en la germinación y crecimiento de plántulas de Schinus molle L*. Perú : Revista Forestal del Perú .
- Doria, G. (2005). *Características tecnológicas de la napa de piel de alpaca (Lama pacos)*. Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima, Perú.pág.60-92.
- Ecosaf. (s.f.). <http://www.ecosaf.org>. Obtenido de http://www.ecosaf.org/mollesnejta/Bondades%20del%20Molle_2010.pdf
- Esparza, E., & Gamboa, N. (2001). Contaminación debida a la industria curtiembre. *Revista de Química*, 15(1), 41-63. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4756>
- Fabrizi, M., Goncalves de Rezende, M., Dadousis, C., Biffani, S., Negrini, P., & Bozzi, R. (2019). *Population structure and genetic diversity of Italian beef breads as tool for planning conservation and selection strategies* . Animals .
- FAO. (2015). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. B.D & D. Piling.
- Frankel, A. (1984). *"Tecnología del cuero"*. Buenos Aires-Argentina. : Editorial Albatos.
- Galego, G. (2013). *Curtición un arte milenario con técnicas actuales*. Andahuaylas: Asociación Argentina de los Químicos y técnicos de la industria del cuero.
- García, M. (2015). Evaluación de tres diferentes fuentes de taninos vegetales en la curtiembre de piel de tilapia (*Oreochromis aureus*). Guatemala : Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Garro, M. L. (2012). *Depilado enzimático conservador del pelo: Injuria química y mecánica de la epidermis para incrementar los procesos difusivos*. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. pág 4.

- Gavilanes, R. (2011). *Estudio de un pelambre reductor-oxidante*. Universidad Politécnica de Cataluña Escuela de Ingeniería de Igualada, España. pág. 12-20, .
- Giussina, H. (1963). *La piel*. Lima – Perú: Odi.
- Gobierno de Chile, m. d. (2013). Mht medicamentos herbarios tradicionales. *Listado de medicamentos herbarios tradicionales* , 30-31.
- Gómez, S. (2016). *Características Tecnológicas del Cuero Napa de Ovino Adulto*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Tesis Ing. Zootecnista., Lima, Perú. pág. 79 - 91.
- Greenpeace. (Agosto de 2011). Obtenido de Greenpeace.org:
<http://www.greenpeace.org>
- Greenpeace. (Agosto de 2011). *Greenpeace.org*. Obtenido de
<http://www.greenpeace.org>
- Grozza, G. (1990). *Curtición de cueros y pieles manual práctico del curtidor* (4ta ed.). Barcelona España: Sintés ,S.A. pág. 8-10.
- Grozza, G. (1990). *Curtición de cueros y pieles (Vol. 4) manual práctico del curtidor* (4ta ed.). Barcelona España: Sintés ,S.A. pág. 8-10.
- Guamachín, A. (2019). *Curtición de piel ovina con la utilización de varios niveles de Tara (8%,9%,10%) y un porcentaje fijo de glutaraldehido (4%) para la obtención de cuero para vestimenta*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador .
- Guanilo, C. (2021). *Producción de piel animal: Estándares de calidad* . ACVENISPROH.
- Guerrero, M. (2014). *Sostenibilidad de pequeñas y medianas curtiembres en Villapinzón*. Bogotá: Congreso Internacional de Logística y Supply Chain Management. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/268521025_SOSTENIBILIDAD_DE_PEQUENAS_Y_MEDIANAS_CURTIEMBRES_DE_VILLAPINZON_Area_tematica_Productividad_y_Competitividad

- Gusti Cuero. (11 de Marzo de 2024). *Enciclopedia del cuero* . Obtenido de <https://www.gusti-cuero.es/lexikon/encalado/#:~:text=El%20encalado%20tiene%20lugar%20antes,absorci%C3%B3n%20de%20los%20agentes%20curtientes.>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. México: McGraw Hill Education.
- Hidalgo, L. (2004). *Texto básico de Curtición de pieles (1ra ed.)*. Riobamba, Ecuador : Edit. ESPOCH. Pág. 10, 56, 69, 72, 76, 79, 81, 86, 89.
- Huamaní, G. (2014). *La industria de la curtiembre y su incidencia en el medio ambiente de la ciudad de Lima-2012*. Lima: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/1613>
- INEI. (2012). *IV Censo nacional. Dirección Técnica de Censos y Encuesta*. Recuperado el 16 de Set de 2021, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <https://www.inei.gob.pe/>
- Krmpotic, C., Barbeito, C., Andrés, P., & Torres, V. (2022). *Introducción a la Histología Veterinaria* . Universidad Nacional de la Plata (EDULP).
- Leather Naturally. (11 de Marzo de 2024). *Leather Naturally.org*. Obtenido de <https://www.leathernaturally.org/>
- Lucero Huillca, K. (2015). *Determinar el nivel óptimo de nogal (Juglans regia) en la curtición de pieles de caprino (Capra aegagrus hircus), para la obtención de peletería* . Tesis de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco- Perú
- Ludwigshafen, B. (1985). *Cuero al cromo para empeinee - ABC de la curtición*. Alemania.
- Melgar, D. (1992). *Fundamentos Científicos Para la Obtención de Badanas, Cabretillas*. Puno, Peru.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y*

tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador. Gobierno Nacional de Ecuador.

Minsal. (s.f.). *www.minsal.cl*. Obtenido de <https://www.minsal.cl/portal/url/item/>

Morera, J. (2000). *Química Técnica de curtición*. Editorial ESAI.

Municipalidad Provincial del Cusco. (2023). Sub Componente de Diversidad Biológica . *Plan de desarrollo urbano*, 166-175.

Ordoñez, D., & Benítez, N. (2019). Remoción de Cromo Trivalente en aguas residuales de curtiembres mediante un proceso biótico - abiótico basado en el uso de *Yarrowia lipolytica* y *Candida fluvialitis* . *Contam. Ambie.* 35, 945.

Padilla, F. (2006). *“Crianza de ovinos en costa y sierra”*. Lima – Perú: Editorial Macro.

Paz, H., Agudelo, A., Plata, D., Pacheco, M., Salazar, A., & Murillo, C. (2021). Extracto de taninos del fruto piñon de oreja (*Enterolobium cyclocarpun*) como curtiende para la piel de conejo común (*Oryctolagus cuniculus*). *Biotecnología en el sector agrario y agroindustrial*, 19(1), 180–190. doi:[https://doi.org/10.18684/bsaa\(19\)180-190](https://doi.org/10.18684/bsaa(19)180-190)

Rabasco, E. (2017). *Curtición de pieles ovinas utilizando tres niveles de mimosa en combinación con 6% de sulfato de aluminio*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador .

Rodríguez, A. (1985). *Que es el cuero. Curso sobre curtido al cromo* . México: CIATEG.

Rondón, R. (2021). *Schinus molle L. como fitorremediador en la bioacumulación de plomo* . UCN.

Ruiz de Castilla, M. (1994). *“Camelicultura: alpacas y llamas del sur del Perú*. Cuzco, Perú.206 pág.

Salvador, R., Bacardit, A., Font, J., & Olle, L. (2013). Comparación de las características de pieles vacunas curtidas con extracto de semilla de uva, versus otros extractos vegetales convencionales. España.

Sanchez de Lorenzo Cáceres, J. (2007). *Árboles ornamentales*. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de <http://www.arbolesornamentales.com/Schinusmolle.htm>

- Santa Cruz, M. (1984). *Pieles de auquénidos en la industria del*. Tesis de grado de pre grado UNMSM, Lima Perú.
- Siguencia, P. (2018). *Curtición de pieles ovinas con la utilización de un tanino catiónico Castanea sativa y tres niveles de Cromo (3%, 4% y 5%)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , Ribamba , Ecuador . Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10396/1/27T0400.pdf>
- Tannins. (12 de Mayo de 2021). www.tannins.org. Obtenido de <https://www.tannins.org/es/que-es-el-cuero-curtido-al-vegetal/>
- Taquire, Z. (2013). *Aplicación de glutaraldehído como agente curtiente en pieles de ovino del Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ciencias Naturales , Escuela Profesional de Química, Lima Perú.
- Torres, J. (2019). *Curtición de pieles de ovino pelibuey con diferentes niveles de caelsapinia spinosa (tara)* . Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13371/1/17T01598.pdf>
- Trejo, w. (1993). *Tecnología del cuero II*. Lima-Perú: POCA-UNALM.
- Valenzuela, M. (2021). *Determinación del nivel óptimo de taninos de las hojas de té (Camelia sinensis) en la curtición de pieles de ovinos para la obtención de badanas* . Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Perú.
- Vallejo. (1944). *Curtición de cueros*. Buenos aires Argentina: Editorial Buenos aires.
- Vergara. (2015). *"Apuntes de laboratorio de tecnología de pieles"*. De La Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, K'ayra San Jeronimo-Cusco.
- Villegas V., L. (2000). *Metodología de la Investigación Pedagógica*. (2da ed.). Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Yarihuamán, A. Z. (2010). *Determinación del contenido tánico de la corteza de cinco arboles forestales de la amazonia peruana*. studio forestal de la Facultad de Ciencias Forestales – CEDINFOR. Pág. 01, 08, 09., Selva Amazónica – Perú.

Zambrano, M. (2015). Recuperación de técnicas ancestrales de curtido artesanal por método vegetal . *INTI SALTA*.

Zarate, & Mormontoy. (1979). *Planta industrial del cuero en la ciudad del Cusco*. Tesis de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco - Perú.

Zarate, A. (1993). *Tecnología de la conservación y curtido de pieles. En manual de producción de alpacas y tecnología de sus productos. Proyecto TTA*. pàg. 142.

Zugno, L. (2022). *Proceso moderno de cuero vacuno* . Leather Naturally.

Narváez, L. (1993). *Tecnología de la conservación y curtido de pieles*. Madrid: Ciatec S.A.

ANEXOS

Anexo 1

Registro fotográfico del procedimiento de la investigación

A. Recolección de las pieles de ovino



Fotografía 1. *Traslado de las pieles de ovino al Laboratorio de Pieles de la Facultad de Agronomía y Zootecnia*



Fotografía 2. *Colección de hoja de molle (Schinus molle)*



Fotografía 3. Colección de fruto de molle (*Schinus molle*)

B. De la preparación de hoja y fruto de molle



Fotografía 4. Secado de hoja de molle para el proceso de molido



Fotografía 5. Secado de fruto de molle para el proceso de molido



Fotografía 6. Resultado de la hoja de molle molido (Izquierda); Resultado de Fruto de molle molido (derecha)

C. De la preparación de las pieles

- Pesado de pieles



Fotografía 7. El respectivo pesado de nuestras pieles de ovino, que será un factor inicial determinante en nuestra investigación

- Pre - remojo



Fotografía 8. El pre remojo, para limpiar y lavar las impurezas

- Remojo



Fotografía 9. Los materiales para el remojo respectivo



Fotografía 10. Iniciando el proceso de medición y colocando las pieles para el remojo respectivo de nuestras pieles

- Descarnado



Fotografía 11. Materiales e inicio del proceso del descarnado con la finalidad de eliminar la hipodermis de las pieles

- Lavado y desengrase



Fotografía 12. Medición de los insumos (detergente y gasolina)



Fotografía 13. Inicio del lavado de nuestras pieles



Fotografía 14. Luego del lavado, Inicio del desengrase



Fotografía 15. Desengrasado respectivo y su posterior enjuague



Fotografía 16. Materiales para iniciar el proceso de piquelado y Distribución del piquel en todos los tratamientos

- Curtido con hoja de molle



Fotografía 17. Medición la hoja molida de molle para realizar el curtido



Fotografía 18. Distribución del insumo de la hoja de molle



Fotografía 19. Pieles en proceso de curtición con hoja molle



- Curtido con fruto de molle



Fotografía 20 . Muestras distribuidas en sus respectivos tachos tanto hoja como fruto



Fotografía 21. Pieles en proceso de curtición con fruto molle

- **Basificado**



Fotografía 22. Materiales para el basificado respectivo



Fotografía 23. Medición y distribución e inicio del proceso de basificado

- **Ecurrido**



Fotografía 24. Ecurrido de las pieles curtidas con hoja y fruto de molle

- Claveteo y engrase



Fotografía 25. Materiales y claveteo de los cueros curtidos, en tablas de apoyo



Fotografía 26. Cueros clavados, listos para su oreo y secado



Fotografía 27. Materiales para la elaboración del aceite de engrase (petróleo, Yema de huevo, jabón de ropa rayado)



Fotografía 28. Engrasado de los cueros curtidos



Fotografía 29. Cueros curtidos engrasados

- Acabado



Fotografía 30. Cueros oreados luego del engrase y separado respectivo, de cueros curtidos con hoja y fruto de molle

Anexo 2

Análisis de las muestras

1. Colección de muestras curtidas con hoja y fruto de molle



Fotografía 31. Cortes en parte del grupon de los cueros de hoja y fruto de molle

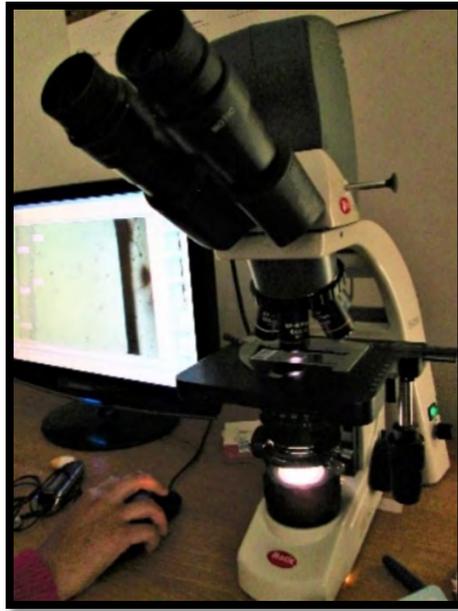
2. Análisis por corte histológico de las muestras de curtido de hoja y fruto de molle



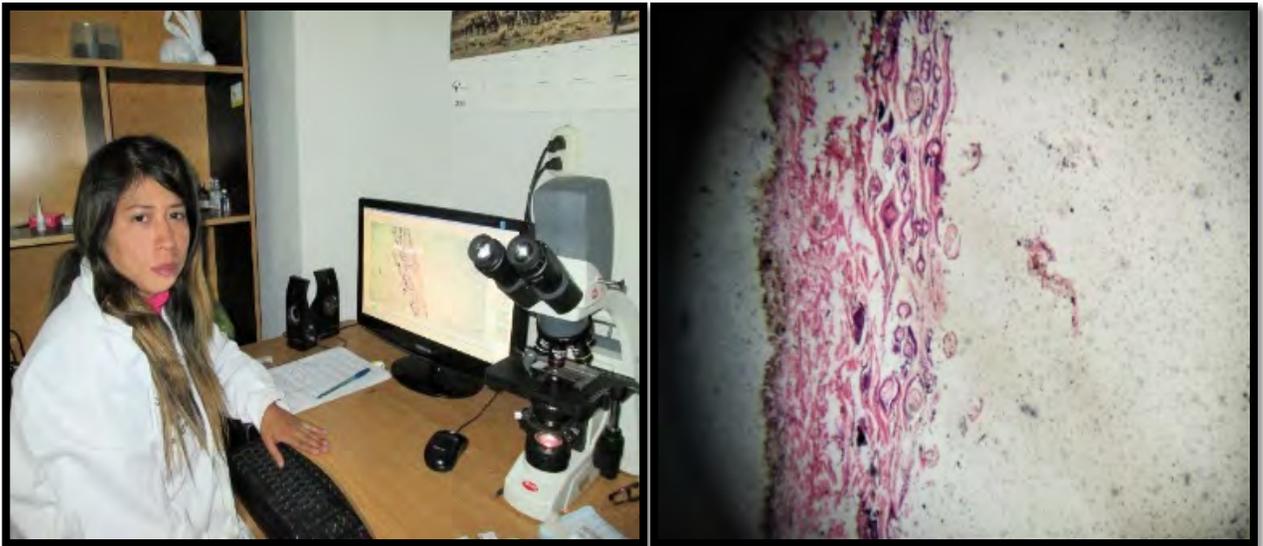
Fotografía 32. Muestras de hoja de molle



Fotografía 33. Muestras de fruto de molle



Fotografía 34. MOTIC IMAGES PLUS 2.0. ML y un aumento de 10X

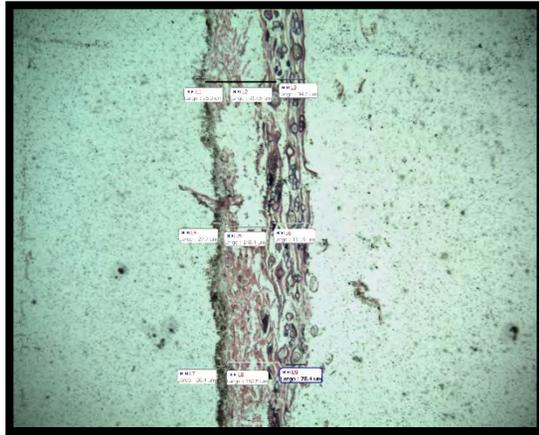


Fotografía 35. En el laboratorio del Centro Experimental La Raya - UNSAAC. Donde realizamos las medidas y la toma de imágenes de los cueros curtidos tanto con hoja y fruto de molle.

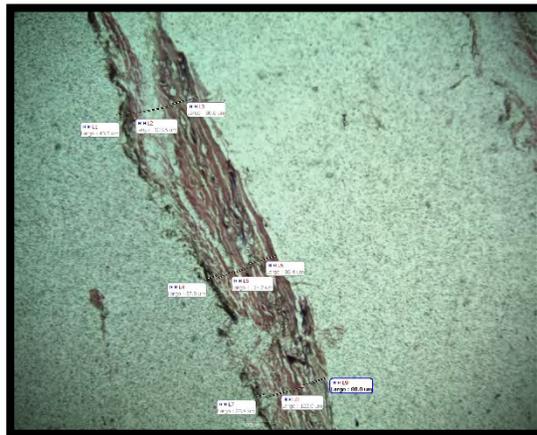
Anexo 3

Análisis de los resultados

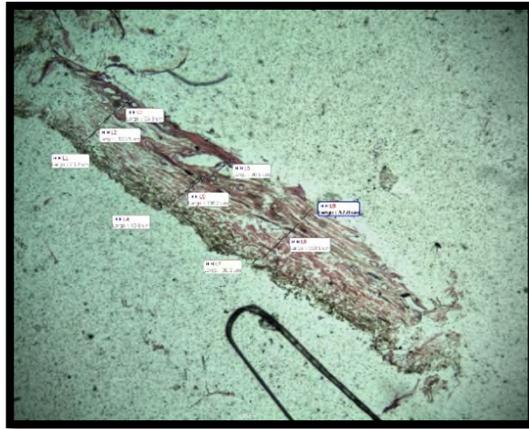
1. Muestras más representativas de hoja de molle



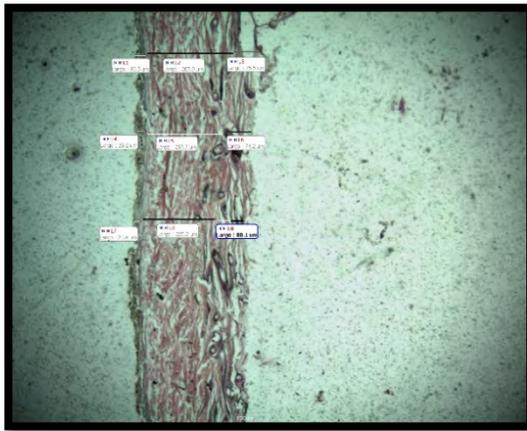
Fotografía 36. Cuero curtido con hoja de molle al 10%



Fotografía 37. Cuero curtido con hoja de molle al 12%

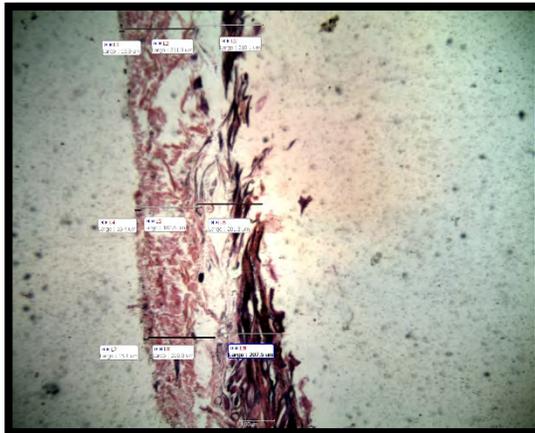


Fotografía 38. Cuero curtido con hoja de molle al 14%

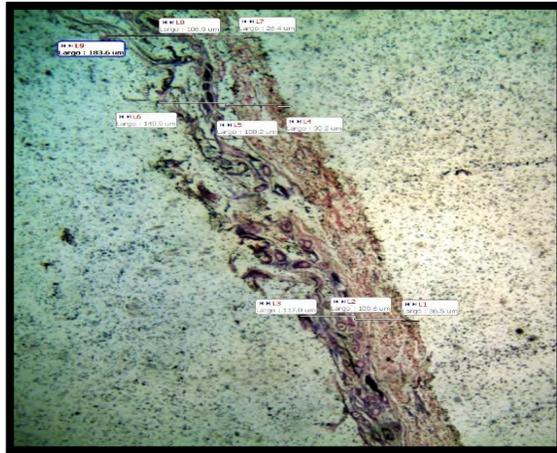


Fotografía 39. Cuero curtido con hoja de molle al 16%

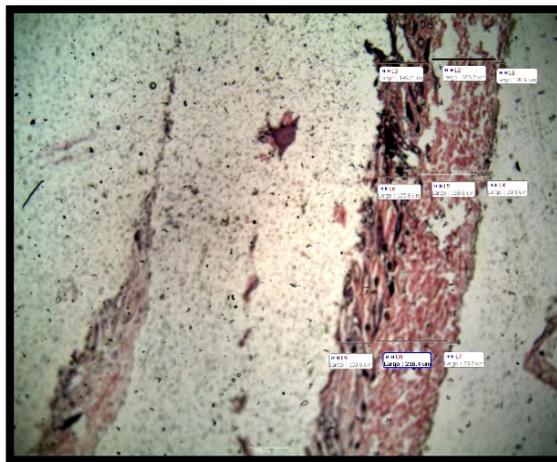
2. Muestras más representativas de fruto de molle



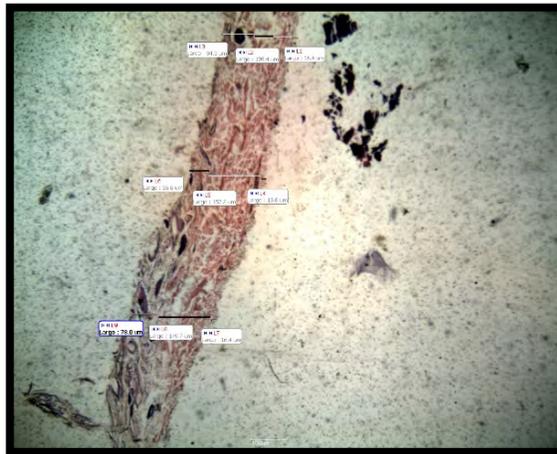
Fotografía 40. Cuero curtido con fruto de molle al 10%



Fotografía 41. Cuero curtido con fruto de molle al 12%



Fotografía 42. Cuero curtido con fruto de molle al 14%



Fotografía 43. Cuero curtido con fruto de molle al 16%

Anexo 4

Análisis químico de la muestra de hoja y fruto del molle (*Schinus molle*)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS
N00575-17-LAQ

SOLICITANTE: SARA LIZET SARMIENTO SARMIENTO
MUESTRA : 1.- FRUTO DE MOLLE
 2.- HOJAS DE MOLLE
FECHA : 0/12/09/2017
RESULTADO DE ANALISIS:

	1	2
Proteína %	14.26	7.16
Grasa %	17.80	6.92
Taninos %	4.73	3.60

*
Cusco, 20 de Setiembre 2017


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
LABORATORIO DE QUÍMICA
Cusco
M. Antonieta Herrera Acuña
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

UNSAAC

Anexo 5

Base de datos

Tratamiento	Porcentaje	%-CURTIDO	arcSen(%-CURTIDO)
Fruto	10%	42,85%	40,9
Fruto	10%	58,82%	50,1
Fruto	10%	58,00%	49,6
Fruto	12%	54,66%	47,7
Fruto	12%	53,74%	47,1
Fruto	12%	53,19%	46,8
Fruto	14%	60,00%	50,8
Fruto	14%	65,00%	53,7
Fruto	14%	68,74%	56,0
Fruto	16%	85,00%	67,2
Fruto	16%	83,11%	65,7
Fruto	16%	91,37%	72,9
Hoja	10%	36,29%	37,0
Hoja	10%	38,77%	38,5
Hoja	10%	29,62%	33,0
Hoja	12%	60,00%	50,8
Hoja	12%	49,27%	44,6
Hoja	12%	56,00%	48,4
Hoja	14%	65,00%	53,7
Hoja	14%	70,00%	56,8
Hoja	14%	65,00%	53,7
Hoja	16%	82,53%	65,3
Hoja	16%	80,00%	63,4
Hoja	16%	80,30%	63,7

Anexo 6

Procesamiento de datos mediante la prueba de Duncan y Análisis de Varianza

Medidas resumen

Columna1	Columna2	Variable	Media	D.E.
fruta	10%	ARCO SENO	46.87	5.17
fruta	12%	ARCO SENO	47.20	0.46
fruta	14%	ARCO SENO	53.50	2.61
fruta	16%	ARCO SENO	68.60	3.80
hoja	10%	ARCO SENO	36.17	2.84
hoja	12%	ARCO SENO	47.93	3.13
hoja	14%	ARCO SENO	54.73	1.79
hoja	16%	ARCO SENO	64.13	1.02

Análisis de la varianza

Columna1	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
fruta	ARCO SENO	12	0.91	0.87	6.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	931.58	3	310.53	25.77	0.0002
Columna2	931.58	3	310.53	25.77	0.0002
Error	96.39	8	12.05		
Total	1027.97	11			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 12.0483 gl: 8

Columna2 Medias n E.E.

10%	46.87	3	2.00	A
12%	47.20	3	2.00	A
14%	53.50	3	2.00	A
16%	68.60	3	2.00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Columna1	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
hoja	ARCO SENO	12	0.97	0.95	4.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1246.76	3	415.59	75.21	<0.0001
Columna2	1246.76	3	415.59	75.21	<0.0001
Error	44.21	8	5.53		
Total	1290.97	11			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.5258 gl: 8

Columna2 Medias n E.E.

10%	36.17	3	1.36	A
12%	47.93	3	1.36	B

14%	54.73	3	1.36	C
16%	64.13	3	1.36	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba T para muestras Independientes

Columna2	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
10%	Columnal	ARCO SENO	{fruta}	{hoja}	3	3	46.87	36.17	10.70	1.24	20.16	0.4639	3.14	0.0349	Bilateral
12%	Columnal	ARCO SENO	{fruta}	{hoja}	3	3	47.20	47.93	-0.73	-8.58	7.12	0.0421	-0.40	0.7266	Bilateral
14%	Columnal	ARCO SENO	{fruta}	{hoja}	3	3	53.50	54.73	-1.23	-6.30	3.83	0.6411	-0.68	0.5363	Bilateral
16%	Columnal	ARCO SENO	{fruta}	{hoja}	3	3	68.60	64.13	4.47	-1.84	10.77	0.1349	1.97	0.1206	Bilateral

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ARCO SENO	24	0.94	0.92	5.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2243.69	7	320.53	36.48	<0.0001
Columnal	65.34	1	65.34	7.44	0.0149
Columna2	2038.94	3	679.65	77.35	<0.0001
Columnal*Columna2	139.41	3	46.47	5.29	0.0100
Error	140.59	16	8.79		
Total	2384.28	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 8.7871 gl: 16

Columnal Medias n E.E.

hoja	50.74	12	0.86	A
fruta	54.04	12	0.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 8.7871 gl: 16

Columna2 Medias n E.E.

10%	41.52	6	1.21	A
12%	47.57	6	1.21	B
14%	54.12	6	1.21	C
16%	66.37	6	1.21	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 8.7871 gl: 16

Columnal Columna2 Medias n E.E.

hoja	10%	36.17	3	1.71	A
fruta	10%	46.87	3	1.71	B
fruta	12%	47.20	3	1.71	B
hoja	12%	47.93	3	1.71	B
fruta	14%	53.50	3	1.71	C
hoja	14%	54.73	3	1.71	C
hoja	16%	64.13	3	1.71	D
fruta	16%	68.60	3	1.71	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)