



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE
PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES
ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: DAVID AUGUSTO ESPÍN SILVA

DIRECTOR: Dr. ROBERT ALCIDES CAZAR RAMÍREZ

Riobamba – Ecuador

2020

2020, David Augusto Espin Silva

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

Yo, David Augusto Espin Silva, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

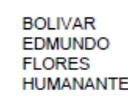
Riobamba, 03 de Septiembre de 2020

**DAVID
AUGUSTO
ESPIN SILVA** Firmado
digitalmente por
DAVID AUGUSTO
ESPIN SILVA
Fecha: 2020.09.29
23:12:44 -05'00'

David Augusto Espin Silva
180462524-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo Proyecto de Investigación “**DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.**”, realizado por el señor: **DAVID AUGUSTO ESPIN SILVA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
<p>Dr. Bolívar Edmundo Flores Humanante, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>	 BOLIVAR EDMUNDO FLORES HUMANANTE	<p>2020-09-03</p>
<p>Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez, MsC. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	 Firmado electrónicamente por: ROBERT ALCIDES CAZAR RAMIREZ	<p>2020-09-03</p>
<p>Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL</p>	 Firmado electrónicamente por: MABEL MARIELA PARADA RIVERA	<p>2020-09-03</p>

DEDICATORIA

A lo largo de triunfos y derrotas; felicidad y pesares en este transcurso de mi vida, he llegado a cumplir uno de los mayores objetivos que desee en mi vida, obtener un cartoncito con mucho valor para mí y quiero dedicarlo a mi madre que fue un pilar fundamental de apoyo, que entre lágrimas de alegría o felicidad siempre me dio un consejo, un aliento impulsándome a cumplir mis sueños, a ser alguien en la vida con aptitudes y actitudes positivas para enfrentar la vida así como con humildad, sinceridad, respeto, perseverancia y esfuerzo; de igual manera a mi hermano que siempre me apoyado a lo largo de mi carrera estudiantil y de vida desde que éramos apenas unos niños, este triunfo va para los dos; este logro también se lo dedico a mi padre que ha estado presente a lo largo de mi carrera y me ha apoyado en varias ocasiones siendo un espejo para mí; y como no a mis amigos y amigas que me han ayudado de alguna manera en varias ocasiones en mi etapa de joven, mi etapa de estudiante, amigos que han perdurado a lo largo de los años, algunos desde niños, y a todas esas personas especiales gracias por el apoyo.

David Augusto Espin Silva.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios que me cuidó a lo largo de mi vida estudiantil, agradezco especialmente a mi madre y hermano por el apoyo brindado en todo aspecto, de igual manera a mi padre por la comprensión en todo este tiempo, a mis amigos, amigas, personitas especiales que de alguna manera me apoyaron. Agradezco a la institución que me abrió sus puertas la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al personal docente de la carrera; y un agradecimiento inmenso al Doctor Robert Cazar que me brindó su acogida como mi Director del Trabajo de Integración Curricular y de igual manera a la Ingeniera Mabel Parada como miembro de mi trabajo que me brindó el tiempo y la comprensión necesaria para llevar a cabo el desarrollo del mismo.

David Augusto Espin Silva.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXO	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN.	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL:	5
1.1	Antecedentes de la investigación	5
1.2	Marco conceptual.	7
<i>1.2.1</i>	<i>Historia del cuero</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2</i>	<i>La piel.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2.1</i>	<i>Piel bovina.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2.2</i>	<i>Piel de novillo.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2.3</i>	<i>Piel de vaca</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2.4</i>	<i>Piel de toro y buey.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2.5</i>	<i>División de la piel.....</i>	<i>8</i>
1.2.3	Química de la piel.....	9
<i>1.2.3.1</i>	<i>Composición de la piel</i>	<i>9</i>
<i>1.2.3.2</i>	<i>El colágeno.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.3.3</i>	<i>Propiedades físicas y químicas del colágeno</i>	<i>10</i>
<i>1.2.3.4</i>	<i>Estructura del colágeno.....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.3.5</i>	<i>Funciones del colágeno.....</i>	<i>12</i>
1.2.4	Propiedades de la piel.....	12
<i>1.2.4.1</i>	<i>Hidrólisis</i>	<i>12</i>
<i>1.2.4.2</i>	<i>Hinchamiento</i>	<i>13</i>
<i>1.2.4.3</i>	<i>Punto isoeléctrico.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.4.4</i>	<i>Desnaturalización.....</i>	<i>17</i>
1.2.5	Procesos de curtiembre.....	18
<i>1.2.5.1</i>	<i>Recepción y conservación de piel.....</i>	<i>21</i>
<i>1.2.5.2</i>	<i>Remojo.....</i>	<i>21</i>

1.2.5.3	<i>Pelambre y calero</i>	22
1.2.5.4	<i>Descarnado</i>	22
1.2.5.5	<i>Dividido</i>	23
1.2.5.6	<i>Desencalado</i>	23
1.2.5.7	<i>Rendido o purga</i>	23
1.2.5.8	<i>Piquel o piquelado</i>	23
1.2.5.9	<i>Tipos de piquel</i>	25
1.2.5.10	<i>Métodos de piquel</i>	25
1.2.5.11	<i>Tipos de ácidos en el piquel</i>	27
1.2.5.12	<i>Agentes que influyen en el piquel</i>	30
1.2.5.13	<i>Controles en la etapa de piquel</i>	31
1.2.5.14	<i>Defectos del piquel</i>	32
1.2.5.15	<i>Curtido o curtición</i>	32
1.2.5.16	<i>Wet Blue</i>	33
1.2.5.17	<i>Escurrido y rebajado</i>	33
1.2.5.18	<i>Neutralizado</i>	33
1.2.5.19	<i>Recurtido</i>	34
1.2.5.20	<i>Engrase</i>	34
1.2.5.21	<i>Tintura o teñido</i>	34
1.2.5.22	<i>Secado, acondicionado y ablandado</i>	34
1.2.5.23	<i>Acabados</i>	34
1.2.6	<i>Cuero</i>	35
1.2.6.1	<i>Tipos de Cuero</i>	35
1.2.7	<i>Ensayos Químicos del cuero</i>	36
1.2.7.1	<i>Humedad de los cueros</i>	36
1.2.7.2	<i>Norma ASTM (American Society Testing and Materials)- ASTM D2868-17</i>	36
1.2.7.3	<i>Normas IUC-10</i>	37
1.2.7.4	<i>Sustancia piel en la industria curtiembre</i>	37
1.2.8	<i>Ensayos Físico Mecánicos</i>	38
1.2.9	<i>Ensayos Sensoriales</i>	38

CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	39
2.1	Especificación de variables	39
2.2	Operacionalidad de variables	41
2.3	Matriz de consistencia	42

2.4	Tipo y diseño de investigación	44
2.4.1	<i>Método Experimental</i>	44
2.5	Unidad de Análisis	44
2.6	Población de Estudio	44
2.7	Tamaño de Muestra.....	44
2.8	Selección de la muestra	49
2.9	Localización del Trabajo de Integración Curricular	49
2.10	Técnicas de recolección de datos	50
2.10.1	<i>Selección y preparación de materia prima</i>.....	50
2.10.2	<i>Etapas de Ribera (Remojo, Pelambre y Calero)</i>.....	51
2.10.3	<i>Etapas de Desencalado y Purga</i>.....	52
2.10.4	<i>Etapas de Piquel</i>.....	53
2.10.5	<i>Curtido</i>	54
2.10.6	<i>Acabados del cuero</i>	54
2.11	Tratamiento y diseño experimental	55
2.12	Análisis Químico	56
2.12.1	<i>Humedad</i>.....	56
2.12.2	<i>Sustancia Piel</i>	57
2.13	Análisis físico.....	60
2.14	Análisis sensorial	61

CAPÍTULO III

3	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	62
3.1	Caracterización de materia prima	62
3.2	Análisis de Etapa de Ribera.....	62
3.3	Análisis Etapa de Desencalado y Purga.....	64
3.4	Análisis de la Etapa de Piquel	65
3.5	Análisis de Curtido y acabados	72
3.6	Análisis Químico	73
3.6.1	<i>Humedad</i>.....	73
3.6.2	<i>Construcción del Diagrama de Hidrólisis</i>.....	78
3.6.2.1	<i>Diagrama de Hidrólisis a partir de la ASTM D2868-17</i>.....	78
3.6.2.2	<i>Diagrama de Hidrólisis a partir de la IUC-10</i>.....	87
3.7	Análisis Estadístico	89
3.8	Análisis físico.....	92
3.9	Análisis subjetivo o sensorial	94

3.10	Análisis de Hipótesis.....	97
3.11	Discusión General de Resultados	98
	CONCLUSIONES.....	100
	RECOMENDACIONES.....	101
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Fuentes bibliográficas citadas en los antecedentes.....	6
Tabla 2-1:	Composición química de la piel	9
Tabla 3-1:	Aminoácidos.....	12
Tabla 4-1:	Orden de iones para el efecto de hinchamiento liotrópico	15
Tabla 5-1:	Sales características en el hinchamiento.....	16
Tabla 1-2:	Hipótesis y especificación de variables	40
Tabla 2-2:	Operacionalización de variables	41
Tabla 3-2:	Matriz de consistencia de aspectos generales.....	42
Tabla 4-2:	Matriz de consistencia de aspectos específicos	42
Tabla 5-2:	Selección de materia prima.....	50
Tabla 6-2:	Proceso de Remojo, pelambre y calero	51
Tabla 7-2:	Proceso de Descarnado, Dividido, Desencalado y Purga.....	52
Tabla 8-2:	Proceso de Piquelado.....	53
Tabla 9-2:	Proceso de Curtido	54
Tabla 10-2:	Proceso de acabados del cuero	54
Tabla 11-2:	Proceso de secado.....	56
Tabla 12-2:	Determinación de sustancia piel por ASTM D-2868	57
Tabla 13-2:	Determinación de sustancia piel por la Norma IUC-10.....	59
Tabla 14-2:	Pruebas físicas	60
Tabla 15-2:	Pruebas subjetivas o sensoriales	61
Tabla 1-3:	Características de la piel a procesar.....	62
Tabla 2-3:	Parámetros de la Etapa de Remojo, Pelambre y Calero	63
Tabla 3-3:	Parámetros de control en la etapa de Desencalado y Purga.....	64
Tabla 4-3:	Parámetros del piquel con la Prueba T (Piquel Estándar)	66
Tabla 5-3:	Parámetros del piquel con la Prueba T1 (Ácido Sulfúrico).....	68
Tabla 6-3:	Parámetros del piquel con la Prueba T2 (Ácido Fórmico)	69
Tabla 7-3:	Parámetros del piquel con la Prueba T3 (Ácido Oxálico).....	71
Tabla 8-3:	Curtido y acabados del cuero	72
Tabla 9-3:	Datos experimentales de secado del Piquel Estándar (Prueba 1)	74
Tabla 10-3:	Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Sulfúrico (T1)	75
Tabla 11-3:	Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Fórmico (T2).....	76
Tabla 12-3:	Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Oxálico (T3)	77
Tabla 13-3:	Humedad de las muestras.	78
Tabla 14-3:	Resultados de Sustancia piel para Piquel Estándar (T)	79

Tabla 15-3:	Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Sulfúrico (T1).....	79
Tabla 16-3:	Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Fórmico (T2)	80
Tabla 17-3:	Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Oxálico (T3).....	80
Tabla 18-3:	Resultados Individuales de Sustancia Piel.....	84
Tabla 19-3:	Resultados obtenidos de Sustancia Piel de los diferentes tratamientos	87
Tabla 20-3:	Sustancia Piel Promedio	88
Tabla 21-3:	Análisis de Varianza de los resultados de Sustancia Piel	90
Tabla 22-3:	Resultados Método Tukey alfa.....	90
Tabla 23-3:	Resultados análisis físico mecánico	92
Tabla 24-3:	Resultado análisis sensorial.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Pieles de ganado vacuno	9
Figura 2-1:	Cruces de cadenas de colágeno.....	11
Figura 3-1:	Estructura de un aminoácido.....	11
Figura 4-1:	Diagrama de flujo de Proceso de Curtiembre	20
Figura 1-2:	Obtención muestras y datos con el tratamiento Piquel Estándar	45
Figura 2-2:	Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Sulfúrico	46
Figura 3-2:	Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Fórmico	47
Figura 4-2:	Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Oxálico	48
Figura 5-2:	Localización geográfica de las instalaciones de Curtiduría “Hidalgo”	49
Figura 6-2:	Localización geográfica de del Lab. Bromatología y Cueros, ESPOCH.....	49
Figura 7-2:	Tratamiento y diseño experimental.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Curva de Piquel Estándar	66
Gráfico 2-3:	Curva de Piquel Estándar	67
Gráfico 3-3:	Curva de Piquel Ácido Sulfúrico.....	68
Gráfico 4-3:	Curva de Piquel Ácido Sulfúrico.....	69
Gráfico 5-3:	Curva de Piquel Ácido Fórmico	70
Gráfico 6-3:	Curva de Piquel Ácido Fórmico	70
Gráfico 7-3:	Curva de Piquel Ácido Oxálico.....	71
Gráfico 8-3:	Curva de Piquel Ácido Oxálico.....	72
Gráfico 9-3:	Curva de Humedad Piquel Estándar.....	74
Gráfico 10-3:	Curva de Humedad Piquel Ác. Sulfúrico	75
Gráfico 11-3:	Curva de Humedad Piquel Ácido Fórmico	76
Gráfico 12-3:	Curva de Humedad Piquel Ácido Oxálico	77
Gráfico 13-3:	Diagrama de Hidrólisis del Piquel Estándar.....	81
Gráfico 14-3:	Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Sulfúrico	82
Gráfico 15-3:	Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Fórmico	82
Gráfico 16-3:	Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Oxálico	83
Gráfico 17-3:	Diagrama de Hidrólisis Promedio de cada tratamiento	84
Gráfico 18-3:	Diagrama General de Hidrólisis ASTM D2868-17	85
Gráfico 19-3:	Diagrama General de Hidrólisis.	88
Gráfico 20-3:	Diagrama Parcial de Hidrólisis de cada prueba IUC-10.....	88
Gráfico 21-3:	Dispersión entre los tratamientos T (Estándar) y T3 (Ác. Oxálico).....	91
Gráfico 22-3:	Análisis de Variancia de Sustancial Piel	91
Gráfico 23-3:	Resultados Pruebas sensoriales	95

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Selección de materia prima y equipos
- ANEXO B:** Etapa de Ribera
- ANEXO C:** Ácidos de Piquel
- ANEXO D:** Controles de Piquel
- ANEXO E:** Etapa de Piquelado
- ANEXO F:** Procesos posteriores al piquelado
- ANEXO G:** Determinación de humedad y preparación de muestra
- ANEXO H:** Determinación Sustancia Piel (Digestión y destilación)
- ANEXO I:** Determinación Sustancia Piel (Valoración)
- ANEXO J:** Análisis Sensorial o Subjetivo
- ANEXO K:** Resultados Pruebas Físicas de cueros
- ANEXO L:** Empresa

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar un Diagrama de Hidrólisis de Piel bovina Serrana Ecuatoriana, mediante la aplicación de diferentes ácidos de manera individual y un estándar en la etapa de piquel del proceso de curtiembre y a través de un análisis químico en este caso de la sustancia piel de cada tratamiento, evaluando las características del cuero. Se realizó el proceso de curtiembre utilizando como materia prima piel de vaca pequeña; se controló en cada etapa los diferentes parámetros como el pH, tiempo, concentraciones, agua y productos químicos y se aplicó cuatro tratamientos en la etapa de piquel siendo estos: ácidos estándar, ácido sulfúrico, ácido fórmico y ácido oxálico obteniendo muestras wet blue en la etapa de curtido para determinar la sustancia piel a partir de la normativa ASTM D2868-17 American Society for Testing and Materials (ASTM) y la normativa de las IUC-10 International Union Chemical Test (IUC), posteriormente se construyó el diagrama de hidrólisis a partir de la sustancia piel y los diferentes tratamientos; se evaluó ciertas características del cuero como tensión, lastimetría, porcentaje de elongación, espesor, blancura, llenura, color y tacto mediante ensayos físicos y sensoriales. Se utilizó un método estadístico de análisis de varianza, obteniendo resultados similares entre el tratamiento con Ácidos estándar y ácido fórmico corroborando entre resultados químicos, físicos y sensoriales. Se concluye que a partir de la construcción de un diagrama de hidrólisis los tratamientos con ácido sulfúrico y ácido fórmico son similares difiriendo estos en sus propiedades de ácido, optando por un uso más cotidiano del piquel ácido fórmico. Se recomienda que para la obtención de este tipo de diagramas se trabaje con otras variables de las diferentes etapas como, la cal, tipo de sal, agentes descalcantes, tipo de teñidos, entre otras y diferentes tipos de pieles.

Palabras clave: < PROCESOS INDUSTRIALES>, < HIDRÓLISIS>, <SUSTANCIA PIEL>, <TIPO DE ACIDO>, <PIQUEL>, <ANÁLISIS FÍSICOS>, <ANÁLISIS SENSORIAL>, <CUERO>



24-08-2020

0251-DBRAI-UPT-2020

SUMMARY

The objective of the research was to develop a Hydrolysis Diagram of Ecuadorian Serrana Bovine Leather, by applying different acids individually and a standard in the pickling stage of the tanning process and through chemical analysis in this case of the substance skin of each treatment, evaluating the characteristics of the leather. The tanning process was carried out using small cowhide as a raw material; The different parameters such as pH, time, concentrations, water, and chemical products were controlled in each stage and four treatments were applied in the pickling stage, these being: standard acids, sulfuric acid, formic acid, and oxalic acid, obtaining wet blue samples in the tanning stage to determine the skin substance from the ASTM D2868-17 American Society for Testing and Materials (ASTM) standard and the IUC-10 International Union Chemical Test (IUC) standard, subsequently, the hydrolysis diagram was constructed at starting from the skin substance and the different treatments; Certain characteristics of the leather such as tension, astrometry, percentage of elongation, thickness, whiteness, fullness, color, and touch were evaluated through physical and sensory tests. A statistical method of analysis of variance was used, obtaining similar results between the treatment with standard acids and formic acid, corroborating between chemical, physical and sensory results. It is concluded that from the construction of a hydrolysis diagram the treatments with sulfuric acid and formic acid are similar, these differing in their acid properties, opting for more daily use of formic acid pickle. It is recommended that to obtain this type of diagrams work with other variables of the different stages such as lime, type of salt, de-scaling agents, type of dyeing, among others, and different types of leather.

Keywords: <INDUSTRIAL PROCESSES>, <HYDROLYSIS>, <SKIN SUBSTANCE>, <TYPE OF ACID>, < PICKLE>, <PHYSICAL ANALYSIS>, <SENSORIAL ANALYSIS>, <LEATHER>

INTRODUCCIÓN.

El área curtiembre actualmente es una industria de competencia a nivel de las diferentes empresas existentes, abarcando la investigación como un factor importante para llevar a cabo el desarrollo de las mismas permitiendo un incremento de producción y garantizando los estándares de calidad del cliente. En Ecuador la industria de la piel busca salir adelante mediante la tecnología de equipos y la innovación del cuero, en el año aproximadamente se procesan 900000 reses en los camales, de estas un 40 % están destinadas a la elaboración de cueros, la industria de los cueros arranca su auge a partir de la época de los 70, pasando de ser un sector artesanal a ser un sector industrial; en la década de los 90 surgen la formación de asociaciones de curtidores, resaltando la ANCE (Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador) como principal asociación del país, la región sierra destaca en este tipo de industria, sobresaliendo las provincias de Tungurahua, Azuay y Pichincha; gran parte de la producción de cueros se orienta al mercado interno en la confección de zapatos, artículos de cuero, vestimenta y una parte a la exportación. (Salinas, 2014, p. 21)

La industria del cuero en nuestro país presenta algunos déficits, desde la materia prima hasta el cuero propiamente dicho, la piel del ganado bovino no es el más alto en calidad debido a maltrato de animales, infecciones a la piel, mal faenamiento del animal, generalmente en la costa, razones por las cuales se genera una competencia nacional e internacional entre las empresas que se dedican a este tipo de producción por la cual los curtidores día a día investigan, experimentan y trabajan en cada una de las etapas de la elaboración del cuero para desarrollar un plus que mejore la calidad y cumpla con las expectativas del cliente e integrándose en la competencia de la industria curtiembre. (Hidalgo y Meléndez, 2012, pp. 27-28)

En la región sierra, en la provincia de Tungurahua, se sitúan gran parte de curtiembres del Ecuador, formales e informales, existiendo una competencia en cuanto a la producción y calidad de cueros; competencia que lleva a las curtiembres al desarrollo de nuevas alternativas sostenibles en cuanto a producción, económico y ambiental, contando pocas empresas curtidoras con laboratorios para desarrollar investigaciones de la industria de la piel.

Es por ello que en la actualidad en las diferentes curtiembres se busca alternativas que permitan a la sociedad no solo una industrialización más productiva sino también más novedosa, rentable y sostenible. En la industria de la piel existe la aplicación de cotidianos o comunes productos químicos, la etapa del piquel trabaja con diversos productos químicos, uno de estos son los ácidos, tales como ácidos fuertes y débiles, inclinándose la mayoría de empresas por un piquel clásico,

un uso de formulaciones comunes sin optar por la búsqueda de nuevas alternativas o una experimentación de estos, generándose una incógnita que abarca al aplicar diferentes ácidos, o si se obtendrá una mejor calidad de cueros. La operación del piquel es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición; si la piel no estuviera piquelada, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente adquirirían una elevada basicidad, reaccionando rápidamente con las fibras de colágeno, lo que produciría una sobrecurtición en las capas exteriores, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción de la capa de la flor y una precipitación sobre la flor, generando un cuero de mala calidad. (Melgar, 2000, p.41)

Curtiduría Hidalgo, una empresa de la ciudad de Ambato ubicada en la parroquia Izamba comprometida con el desarrollo investigativo y experimental en el campo de producción de cueros propone una investigación en una de las etapas de este proceso: en la etapa de piquelado, etapa esencial y primordial para preparar la piel para el curtido, mediante la aplicación de diferentes ácidos en el piquel y la determinación de sustancia piel, siendo este un análisis químico poco investigado a nivel del Ecuador, para obtener un diagrama de hidrolisis a partir de este parámetro y finalmente haciendo un análisis de calidad con ensayos físicos y sensoriales, el proceso de producción se llevan en el laboratorio de la empresa; el ensayo químico se realiza en base a la normativa ASTM (American Society for Testing and Materials) y la normativa IUC(International Union Chemical Test) en el laboratorio de Bromatología de la ESPOCH indicando el contenido de sustancia piel que contiene el cuero; mientras los análisis físicos y sensoriales en el laboratorio de Curtiembre de la ESPOCH, para obtener resultados de características que señalen la calidad del cuero pretendiendo desarrollar en esta etapa alternativas sostenibles. De esta manera se busca alternativas e investigación en las diferentes etapas de curtiembre, estudiando las variaciones de las características que pueden presentar en el cuero; esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la empresa con la aplicación de flujogramas establecidos y la aplicación de pruebas físicas, mecánicas y químicas que permiten desarrollar alternativas y un análisis de distintos parámetros del mundo de los cueros.

Planteamiento del problema

Una curtiembre se encarga de transformar la piel animal en cuero para sus distintos usos, trabajando con procesos comunes o cotidianos obteniendo cueros con características propias que mayoritariamente son analizados mediante ensayos físicos y sensoriales, pero poco estudiados mediante análisis químicos para cumplir con las necesidades del cliente. Curtiembre Hidalgo, ubicada en el cantón Ambato propone una investigación en una de las etapas del proceso de curtiembre, el piquel trabajando con diferentes ácidos para llegar a la construcción de un diagrama

de hidrolisis para analizar el contenido de sustancia piel en los cueros. La sustancia piel es una incógnita para los curtidores, pues el variar un producto en alguna etapa del proceso esto a la vez modificara su contenido, este dato ayuda a los curtidores a tener conceptos más profundos en la calidad de cueros trabajando conjuntamente con análisis físicos y sensoriales, buscando una optimización de recursos, procesos, rentabilidad de productos y la conservación o mejorar sus propiedades que presenta el cuero, para dar así una plena satisfacción a todos sus clientes. Es por ello que en la actualidad en las diferentes curtiembres se busca alternativas que permitan a la sociedad no solo una industrialización más productiva sino también más novedosa, puesto que la mayoría curtiembres trabajan con procesos comunes sin hacer énfasis a una investigación.

JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, región sierra específicamente en la provincia de Tungurahua lideran la escala de industrias curtiembres del país; Curtiduría “Hidalgo” es una de estas empresas ubicada en esta provincia, encaminada en el posicionamiento dentro de la región y a la producción de cueros de buena calidad; considerando desarrollar una investigación de análisis químico en una de las etapas de la elaboración del cuero: el piquel, cuenta con un laboratorio propio la empresa que realiza ensayos dentro de este campo vinculándose con la sociedad estudiantil, aprovechando conocimientos y generando un valor agregado como empresa y al desarrollo de la industria curtiembre permitiendo tener un conocimiento más profunda en este campo. El desarrollo de la investigación propone un análisis de las distintas variables en la calidad del cuero, generando valores propios para la búsqueda de nuevas alternativas en la etapa del piquel optimizando tiempo, recursos y economía; el desarrollo de un diagrama de hidrolisis de cueros sirve de interés para el índice de curtición, conservación y para obtener una visión más profunda de cómo reaccionan en determinada etapa los distintos productos en relación de la sustancia piel , enlazándolo a la vez con parámetros de calidad físicos y sensoriales, además de contribuir al mejoramiento de los procesos de cueros para cumplir con requisitos ambientales, políticos y sociales, poniendo a consideración para su posible implementación como alternativa o mejora de concentraciones de producto en el piquel para la elaboración de cueros de calidad.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar un diagrama de hidrolisis de piel bovina serrana ecuatoriana mediante la aplicación de diferentes ácidos en la etapa de piquelado para un estudio de características de producción y calidad del cuero.

Objetivos específicos

- Realizar el proceso de curtición usando los diferentes ácidos o combinaciones de ácidos en la etapa de piquelado.
- Determinar la sustancia piel en cada uno de los tratamientos de piel bovina serrana ecuatoriana con diferentes ácidos.
- Determinar las características de calidad de las muestras de cuero obtenidas mediante la aplicación de diferentes ácidos.
- Determinar cuál de todos los tratamientos trabajados con los diferentes ácidos es el más adecuado para trabajar como alternativa o mejora en la etapa de piquelado.

HIPOTESIS:

Hipótesis General:

- La construcción de un diagrama de hidrolisis agregando diferentes ácidos en la etapa de piquelado con piel bovina serrana ecuatoriana y la aplicación de métodos de análisis químicos, físicos y sensoriales permite estudiar las diferentes características que presenta el cuero en el proceso de curtiembre.

Hipótesis Especificas:

- En el proceso de curtición el uso individual de ácido sulfúrico, ácido fórmico y el ácido oxálico presentan propiedades óptimas para aplicarse en la etapa de piquelado a nivel industrial.
- El ácido que menor sustancia piel se disuelva es el más óptimo y considerado como el mejor resultado obtenido a comparación de las demás para ser aplicado dentro del proceso de curtiembre.
- Las características de las muestras de cuero elaboradas con los diferentes tratamientos presentan características rentables y apropiadas para cumplir con la calidad del cuero.
- En la etapa de piquelado el tratamiento más óptimo y como alternativa o mejora es el tratamiento con ácido fórmico por las propiedades evaluadas.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL:

1.1 Antecedentes de la investigación

El mundo de los cueros tiene su origen en la prehistoria marcándose en diferentes hallazgos arqueológicos que evidencia que el ser humano utilizaba la piel de animales para diversos usos, pasando la piel por diferentes hechos para lo que se conoce hoy en día como cuero, la industria curtiembre arranca a nivel mundial a partir de la revolución industrial, la globalización y crecimiento de industrias generando una demanda para la elaboración de productos de cuero, introduciéndose en áreas como la confección de calzado, vestimenta, automotriz y la tapicería. (Hidalgo y Meléndez, 2012, pp. 21-24)

La industria curtiembre en los últimos años viene abarcando un amplio campo en el desarrollo de la investigación, la industria curtiembre arranca su auge a partir de los 70 pasando de ser un proceso artesanal a un proceso netamente industrial; hoy en día se procesan aproximadamente alrededor de 350000 cueros a nivel nacional al año repartiéndose este al mercado interno con la confección de calzado y vestimenta y por otro lado el resto se exporta. China de los mayores países en elaboración del cuero, sus productos son sintéticos por lo que demandan un menor precio por tanto un mayor consumo mundial, resaltando a este país como un mayor productor, pero existen carencias en cuanto a la calidad de un cuero natural, por esta razón Ecuador trata de mejorar su calidad optimizando recursos e inclinándose por mejorar calidad y tecnología día a día. La producción de cueros es competitiva por lo que cada empresa curtiembre día a día trabaja por nuevas metodologías, nueva tecnología para posicionarse como grandes productores siendo este proceso una innovación constante, mejorar la calidad de cueros e investigar sus variaciones ayuda a su marketing, cumplimiento de expectativas del cliente. (Salinas, 2014, p. 21)

En Ecuador el cuero ha ido obteniendo un desarrollo paulatino, sobre todo en estos últimos 22 años, a través de varios cambios, recalcando uno de estos cambios a la resolución 008-2014 dictada por el gobierno de esos años que menciona que se prohíbe el comercio internacional de pieles con el objetivo de precautelar la producción nacional del cuero curtido y el comercio de productos nacionales elaborados a partir de cuero, hoy en día varias empresas curtidoras realizan exportaciones de sus productos elaborados. (Ludwin, 2017, pp. 3-7)

Este sector presenta un campo de desarrollo de crecimiento pero no ha sido evidenciado netamente a nivel del país, existen factores negativos como el contrabando y la baja productividad que generan déficits en sus ofertas y demandas. (Escalante et al, 2020, pp. 45-57)

Curtiduría “Hidalgo” nace en 1993 por el Ing. Fabián Hidalgo y la sra. Margarita Ruiz, partiendo con cuero para vestimenta y hoy en día también trabaja para la marroquinería, ubicada en Pisque Bajo en la ciudad de Ambato, la empresa está comprometida con la moda con el fin de ofrecer cueros con las últimas tendencias de moda y una variación de hermosos colores para la satisfacción del cliente. Esta curtiembre tiene como visión ser una empresa referente, fuerte y consolidada en el mercado internacional comprometida con sus clientes, talento humano y medio ambiente y como misión entregar a nuestros clientes un cuero de calidad que exceda sus expectativas, generando valor a sus colaboradores y socios (Curtiduría Hidalgo, 2020).

Tabla 1-1: Fuentes bibliográficas citadas en los antecedentes.

Autor (es) y año	Título	Fuente	Código
Hidalgo Gabriela Meléndez Eduardo, (2012)	Diseño de un modelo para medir la productividad para una empresa manufacturera de cueros CASO: “CURTIDURÍA HIDALGO”	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	
Salinas Verónica (2014)	El cuero, producción industrial y artesanal en el Ecuador	Universidad del Azuay	
Gutiérrez Ludwin (2017)	Análisis de la producción y comercialización de cuero curtido en el cantón Guano	Universidad Católica Santiago de Guayaquil	
Escalante , Nelson; Chávez, Howard; Cerón, Jorge	Gestión estratégica y la productividad: estudio diagnóstico en la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador	Uniandes EPISTEME. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación	1390- 9150/
Curtiduría “Hidalgo”	Historia	Curtiduría “Hidalgo”	

Fuente: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

1.2 Marco conceptual.

1.2.1 Historia del cuero

En la prehistoria el ser humano buscaba satisfacer sus necesidades y una de estas necesidades fue mantener su calor corporal, mediante su actividad de subsistencia que era la caza logro descubrir la piel como aislante, al cubrirse con piel de un animal recién cazado dando origen a la industria de la piel. Una de las épocas más remarcadas en la historia del cuero es la del Imperio Romano, donde Roma era el principal productor de cueros y pieles en donde las legiones fueron los clientes mayoritarios de este producto, pero todo esto llego a un colapso al crear mercados en el norte de África descentralizando al Imperio Romano como el principal productor. Otra de las épocas importantes en la historia del cuero es la de España, en donde la ciudad de Córdoba sobresale y se da a conocer por la producción de cueros de alta calidad; en algunos de sus cueros realizaban combinaciones con metales o piedras preciosas. (CueroEcuador, 2013)

A partir de estos momentos la Industria de la piel se ha ido desarrollando a través de procesos tecnológicos y procesos de investigación como procesos químicos, ubicándose como una industria permanente y avanzada, dando hasta la actualidad el mayor uso en vestimenta y calzado y usos secundarios como en el perfeccionamiento de armas de fuego, armaduras ligeras, monturas, mochilas, etc. (Romera, 2020)

1.2.2 La piel

La piel es el pellejo del animal que no es procesado por el proceso de curtido; es la parte fundamental que cada animal presenta abarcando la parte anatómica y fisiológica entre el ambiente externo y los órganos internos de cada ser; la estructura física de la piel se divide en tres partes o protecciones: la epidermis, dermis e hipodermis. (Cabrera, 2017, p. 11)

Según la Real Academia Española (2020), “la piel es el tegumento extendido sobre todo el cuerpo del animal, que en los vertebrados está formado por una capa externa o epidermis y otra interna o dermis.”

1.2.2.1 Piel bovina

El tamaño y la naturaleza de cada animal vacuno es el factor principal para la clasificación de pieles vacunas en pieles de terneras, novillas, vacas, bueyes y toros. El peso es la base para su

comercialización y este valor se indica por medio de cortes en la cabeza, faldas y cadera. (Adzet, 1985, p. 16)

Las pieles bovinas o vacunas en Ecuador se clasifican según la región en piel bovina serrana y piel bovina costeña; la región con mayor potencial en la industria de las pieles es la región sierra, en cada curtiembre o tenería las pieles que llegan son clasificadas en base a varios criterios como color de pelaje, tamaño, edad, cortes, enfermedades, etc.

1.2.2.2 Piel de novillo

El novillo tiene similitud con las terneras o terneros depende de la zona o el país con que califiquen a los machos jóvenes del ganado bovino; la edad de un novillo abarca en un intervalo de 2 a 3 años de edad.

1.2.2.3 Piel de vaca

La piel de vaca corresponde a las hembras del ganado vacuno que ya han tenido mínimo una cría, una característica principal de las pieles de vaca es que en la parte de la cadera o culata presenta fallas en su superficie, para diferenciar a una vaca parida simplemente se ve que presenta ubres si no la presenta quiere decir que ya ha estado en el establo o granja un buen tiempo, pero no ha parido, pero por el tiempo corresponde a una vaca adulta. (Adzet, 1985, p. 17)

1.2.2.4 Piel de toro y buey

Son las pieles del ganado vacuno o bovino ya adultos o maduros, estas presentan una desventaja debido a su edad pueden presentar cortes, verrugas, granos o algún defecto que repercute en flor de la piel, en los bueyes existe la castración si un buey es castrado este presenta una piel que se asemeja a la de una vaca pero más gruesa y presenta más nervios en el lomo; una característica de los toros es que la piel de estos presenta arrugas en el cuello lo cual ayuda fácilmente a reconocer la piel de un toro. (Adzet, 1985, p. 17)

1.2.2.5 División de la piel

La piel vacuna se divide de manera general en cabeza, lomo y culata, esta piel se puede dividir en la mitad por la parte del lomo o espinazo en donde cada división se denomina banda. En la industria curtiembre del Ecuador las pieles que trabajan en su mayoría son de ganado vacuno, estas pieles llegan de camales divididas en bandas que se procesan para la elaboración del cuero.



Figura 1-1: Pieles de ganado vacuno
Realizado por: Espín Silva, David, 2020

1.2.3 *Química de la piel*

1.2.3.1 *Composición de la piel*

La estructura de la piel varía en base a diferentes aspectos como la región de hábitat, zona, edad, sexo, tamaño, también dependen de su capa superior llamada flor y de su capa interna llamada carnaza, entre otros; la estructura de la piel o su composición siempre es diferente, la estructura de una piel de oveja será diferente a la de una vaca, cabra, toro o cualquier otro tipo de piel. Según Josep Morera (2002, p. 47) afirma que “para los curtidores no existen dos pieles que sea idénticas física y estructuralmente”.

Existe una diversidad de componentes que conforman la piel del animal, estos componentes pertenecen al grupo de los proteidos, los cuales son esenciales para la vida animal y vegetal y comprenden una composición química compleja, un análisis indica una constitución general de las pieles estableciendo un intervalo de porcentaje de su composición. (Bennett, 2016, p. 10)

En el caso de pieles vacunas se estima que se compone su estructura en su mayoría de agua y proteínas, como se presenta en la Tabla 1-1.

Tabla 2-1: Composición química de la piel

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Agua	64
Proteínas	33
Grasas	2
Sustancias minerales	0.5
Otros	0.5

Fuente: Química Técnica de Curtición, 2002

Según (Morera, 2002, p. 47), la mayor parte de proteínas que componen la piel vacuna son colágeno que aproximadamente abarca un 94% del total de proteínas, recalando que este colágeno es de Tipo 1 de los 19 existentes en los vertebrados hasta la actualidad, además entre las proteínas que contiene la piel están la queratina, elastina, albuminas y globulinas.

1.2.3.2 El colágeno

El colágeno es un componente que sobresale a nivel de las proteínas que constituyen la materia animal y abarca cerca de un 90 % de estas proteínas; el colágeno es una cadena de aminoácidos α enlazados entre sí mediante uniones amídicas denominadas enlaces peptídicos, brindando a la piel propiedades de elasticidad y regeneración de la piel. (Jordan, 2011, p. 24)

El colágeno forma parte de las proteínas fibrosas y es la principal proteína que se debe conservar durante todo el proceso de curtición hasta los acabados de cuero, otras proteínas como la elastina y queratina van disminuyendo en las diferentes etapas como el remojo y el pelambre de la piel y en el caso de elastina en la etapa de curtido. Esta proteína fibrosa esta compuestas por aminoácidos como la hidroxiprolina que destaca por su mayor porcentaje de composición dentro de las cadenas de colágeno; además de la hidroxiprolina existen aminoácidos como la glicina y prolina.

Para (Adzet, 1985, p. 28), la estructura de las proteínas tiene dependencia de los enlaces peptídicos y de las características del aminoácido, en la actualidad se sabe que son 20 los aminoácidos existentes para la formación de estructuras como las de las proteínas, dando como resultado una combinación muy ampliada con estos aminoácidos. La forma helicoidal ofrece gran estabilidad a la estructura del colágeno, pero depende de otros factores como los enlaces cruzados que abarcan grupos funcionales como grupos carboxilo COOH, etc. Otro factor que influye en la estabilidad del colágeno es en el proceso de curtido cuando se produce una reacción hidrotérmica al adicionar sulfato básico de cromo III comercialmente conocido como sal de cromo.

1.2.3.3 Propiedades físicas y químicas del colágeno

El colágeno se diferencia de las demás proteínas de la piel por tener en su composición alto contenido de hidroxiprolina, el grado de reactividad es mayor que de la elastina, el colágeno es considerada a nivel químico como un polipéptido, el colágeno inicial o natural presenta una temperatura de contracción de 64-66°C, el punto isoelectrico es levemente más alto que de la neutralidad, reacción ante ácidos y bases, presenta resistencia a agentes oxidantes y reductores, estas consideradas como propiedades químicas y como propiedades físicas el colágeno simplemente es insoluble en agua y se caracteriza por tener escasa resistencia al agua caliente. (Sammarco, 2011, p. 71)

1.2.3.4 Estructura del colágeno

La estructura de colágeno está compuesta por tres cadenas de polipéptidos que llegan a tener forma de una hélice, las cadenas abarcan entre 1000 y 1400 aminoácidos dentro de sus cadenas, sobresaliendo la glicina como aminoácido principal, además se encuentran aminoácidos como la prolina y la hidroxiprolina aportando estos aminoácidos la capacidad de enrollarse entre si las cadenas presentando una apariencia de sogas formando así fibras muy resistentes, estas cadenas pueden medir entre 3000 Angstroms aproximadamente.

En el colágeno existen interacciones de puentes de hidrogeno que se da entre el oxígeno del grupo C=O y el hidrogeno del grupo amida -NH- generando esto más estabilidad en las cadenas de colágeno. (Morera, 2002 pp. 49-50)

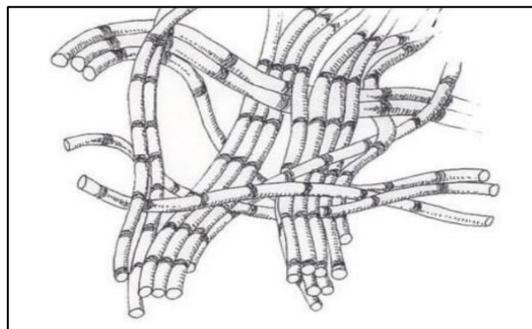


Figura 2-1: Cruces de cadenas de colágeno

Fuente: Paoletti, 2004.

Según (Sammarco, 2011, p. 59), asegura que los péptidos se forman por interacción entre el grupo amino de un aminoácido y el grupo carboxílico de otro; en ellos, el enlace amida -NHCO- a menudo se indica con el nombre enlace peptídico, en las figuras tal se puede observar la estructura de un aminoácido y de una proteína:

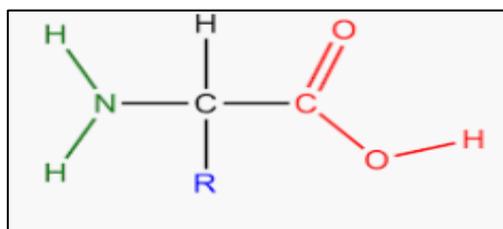


Figura 3-1: Estructura de un aminoácido

Fuente: depa.fquim.unam.mx

La formación de cadenas de aminoácidos en las fibras de colágeno dependerá del tipo de piel del animal, de su edad, raza entre otros factores, dando origen a cadenas laterales de aminoácidos no polares, polares, acidas y básicas. (Morera, 2002, p. 48)

Tabla 3-1: Aminoácidos

AMINOACIDO	ENLACE
Glicina	No Polar
Alanina	No Polar
Valina	No Polar
Leucina	No Polar
Isoleucina	No Polar
Prolina	No Polar
Fenilamina	No Polar
Metionina	No Polar
Serina	Polar
Tronina	Polar
Tirosina	Polar
Hidroxiprolina	Polar
Asparagina	Polar
Glutamina	Polar
Acido aspártico	Ácido
Acido glutaminico	Ácido
Lisina	Básico
Arginina	Básico
Histidina	Básico
Hidroxilisina	Básico

Fuente: Química Técnica de la Curtición, 2002

1.2.3.5 Funciones del colágeno

Una primordial función del colágeno es brindar a los órganos y tejidos una especie de protección o escudo, siendo además una sobresaliente función la estabilidad que ofrece el colágeno y la elasticidad que ofrece como es en el caso de la piel, brindando una firmeza total en la estructura que este forme. (Jordan, 2011 p. 26)

1.2.4 Propiedades de la piel

1.2.4.1 Hidrólisis

Es la reacción química que se produce entre la acción del agua generando una ruptura de moléculas de agua en iones hidroxilo e hidrogeniones, esta reacción también forma uniones distintas con otro tipo de sustancia involucrada alterándola en el proceso, es decir el agua puede reaccionar con otros agentes generando cambios en el sustrato, el producto de esta reacción es cambio de estructura de dicho sustrato. (Gonzales, 2009)

- Hidrolisis del colágeno

La hidrolisis del colágeno puede trabajar con diferentes tipos de hidrolisis pero en la mayoría de veces trabajan con hidrolisis enzimática y básica debido a que no se destruye los aminoácidos en su totalidad, para una hidrolisis básica se trabaja en tres fases en donde a lo largo del proceso se eliminan proteínas distintas a las del colágeno que pueden generar errores en los resultados; se trabaja con hidróxido de sodio que produce un quiebre en las cadenas de colágeno dando origen a péptido o polipéptidos y en si a la hidrolisis propiamente dicha. Los aminoácidos y péptidos son liberados en medio acuoso, al ser una base fuerte podría hidrolizar las moléculas de colágeno a pesar de ser una molécula fuerte y de fibra por esto se recomienda trabajar con bajas temperaturas y concentraciones menores de hidróxido; el colágeno hidrolizado se lo puede precipitar con la adición de ácidos. (Quintero et al., 2017, pp. 109-120)

Según (Jordan, 2011, p. 36), si se trabaja con hidrolisis enzimática se trabaja con enzimas proteolíticas como la proteasa en donde se forma inicialmente un complejo de enzima-sustrato luego se rompen las cadenas formando péptido-enzima y péptidos-hidrogeno que al adicionar agua la enzima se separa quedando libre los péptidos.

El colágeno hidrolizado puede ofrecer diversas utilidades en diferentes industrias como la gelatina, en el proceso de plásticos o polímeros, procesos cosméticos, de madera, en la industria curtiembre y en procesos de agroindustria. En la industria curtiembre trabajan con el colágeno hidrolizado para el engrase y diferentes temas de calidad del cuero.

1.2.4.2 Hinchamiento

El hinchamiento es el proceso en el que se somete a la piel en baños con soluciones de ácidos, bases, sales neutras y algunas sustancias químicas; el hinchamiento de la piel influye en la estructura del colágeno, la naturaleza de la piel y tiene gran influencia en los procesos de curtido de la piel y juega un papel importante en la calidad del cuero. (Gomez, 2016, p. 15)

Para (Sammarco, 2011, pp. 73), asegura que el hinchamiento del colágeno se debe a la absorción de agua de la piel que genera cambios en su volumen, peso y el grosor de la piel, este hinchamiento se da a lo largo de las diferentes etapas del curtido, a medida que aumenta el diámetro de la fibra, sus contornos se vuelven cada vez menos claros hasta que los espacios interfibrilares ya no son visibles. Las fibras, en este punto, aparecen como un sistema homogéneo y translúcido similar al vidrio.

Este fenómeno debe ser controlado en las etapas de remojo, pelambre y calero, desencalado, piquelado y en el curtido; el pH juega un papel muy importante en estas etapas, puesto que puede producirse en la piel hinchamientos desiguales es decir no uniformes, roturas y grietas en la piel, el hinchamiento produce cambios en las fibras colagénicas mas en su grosor de las fibras que la longitud de las mismas. Según (Morera, 2002, pp. 51-52), la piel presente dos tipos de hinchamiento conocidos como hinchamiento liotrópico que se produce en sales neutras y el hinchamiento osmótico que se da en ácidos y bases.

- Hinchamiento osmótico o electroestático.

El efecto de hinchamiento osmótico se produce al sumergir las pieles en baños con ácidos o bases que generalmente su molaridad este comprendida entre 0.1 y 1M y que no exista la presencia de sales neutras en los baños, este fenómeno presenta una piel con carácter elástico, turgente y traslucido. El hinchamiento osmótico es una reacción reversible, es decir retornar la piel a su estado inicial así el tiempo que haya estado hinchado o sumergida la piel sean largos, esto se recupera al lavarla y neutralizar la piel. Otra característica de este tipo de hinchamiento repercute en la ruptura de puentes de hidrogeno, es decir que este hinchamiento al ser una reacción reversible también los puentes de hidrogeno se pueden volver a reconstruir y la piel puede volver a ser estable, el hinchamiento osmótico produce un aumento de grosor en las fibras y un acortamiento de ellas así sea de menor longitud, para evitar este hinchamiento se utiliza sal común, es decir una sal neutra en el baño. La temperatura de contracción se verifica que no sufre cambios en el punto isoeléctrico. (Adzet, 1985, pp. 36-37)

Este tipo de hinchazón trabaja con ácidos y bases fuertes reaccionando con grupos iónicos que presenta el colágeno generalmente COO^- y NH_3^+ , genera una carga eléctrica preponderante sobre el colágeno del mismo signo. En un ambiente ácido, a un pH más bajo que el punto isoeléctrico, en la cadena de polipéptidos prevalecen cargas positivas y en un ambiente básico prevalecen cargas negativas. El agua ocupa un cierto volumen causando hinchazón. En la etapa de desencalado el pH comienza a disminuir en la piel en donde el agua que en etapas anteriores se introdujo en la estructura de la piel es eliminada y por ende la hinchazón disminuye. En esta etapa se recalca dos aspectos en donde si la hinchazón fuera de una reacción acida la hinchazón seria irreversible y la piel se eliminaría o se perdería en su totalidad La hinchazón que se da en un ambiente a pH ácido es más fuerte que la que ocurre en la zona alcalina o básica porque los grupos carboxílicos se sobresalen en un rango de valores de pH muy limitados en los que los grupos amino se cargan simultáneamente, a un pH de 2.5 aproximadamente se la hinchazón máxima en un ambiente acido. El hinchamiento osmótico tiene como aspectos generales el pH de

la solución en la que se sumerge la piel, la concentración de las sales y el grado de reticulación de las fibras. (Sammarco, 2011, pp. 74-78)

- Hinchamiento liotrópico o hidrotrópico

El hinchamiento liotrópico ocurre con la ruptura de puentes de hidrogeno en las cadenas poli péptidas o péptidas del colágeno, generando cambios en el interior del colágeno y bajando la temperatura de contracción mediante la acción de sales neutras o también llamadas sales liotrópicas como el sulfocianuro de potasio KSCN, de manera que esta ruptura permite el ingreso de moléculas de agua produciendo un hinchamiento. Una característica de este tipo de hinchamiento es que la piel se presenta blanca, este hinchamiento en su mayoría es una reacción irreversible que depende de la sustancia a la cual este sometida la piel y relacionado con el tiempo de reacción, además existe una cierta solubilización de la piel que varía directamente con relación al grado de intensidad del fenómeno. (Andino, 2016, pp. 17-18)

Según (Adzet, 1985, pp. 35), asegura que este efecto de hinchamiento se da en altas temperaturas y se aprecia en el punto isoeléctrico el hinchamiento puro en donde sus fibras aumentan su diámetro de espesor, pero sin perder la longitud de sus fibras, es decir una hinchazón que no produce disminución de fibras. Existen las series liotrópicas que miden el nivel de efecto que tienen diversas sales neutras sobre el colágeno.

Estas series presentan un orden en base a sus cationes y aniones más trabajados en esta industria, recalando que el trabajo de los aniones sobresale a comparación con los cationes, en la siguiente tabla se observa el orden de los iones según su efecto de hinchazón iniciando con los de mayor efecto de izquierda a derecha. (Ludwigshfen, 1985)

Tabla 4-1: Orden de iones para el efecto de hinchamiento liotrópico

Cationes	K^+ , Mg^+ , Na^+ , Cs^+ , Li^+ , Ca^{2+}
Aniones	F, Cl, $CH_3 CO^-$, NO_3^- , Br^- , SCN^- , SO_4^{2-}

Fuente: Vademecum para el Técnico en Curtición, 1985

Estas series son conocidas en bibliografía de curtidores como las famosas series de Hofmeister ordenadas de mayor a menor efecto.

Tabla 5-1: Sales características en el hinchamiento

GRUPO	CARACTERISTICA	EJEMPLO
1	Bajan la Tc y producen una hinchazón en el colágeno	Ca ₂ Cl, KSCN
2	Leve efecto sobre la Tc y sobre el hinchazón del colágeno	NaCl
3	Disminuyen la Tc y aumentan el hinchamiento en el colágeno	Na ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄

Fuente: Química Técnica de Tenerife, 1985

Realizado por: Espín Silva, David, 2020

Las sales neutras presentan gran variabilidad y pueden ser clasificadas en tres grupos en base al efecto que presenta cada una sobre la temperatura de encogimiento y el grado de hinchazón que influye en las pieles, como se observa en la Tabla 4-1. (Adzet, 1985, p. 36)

El hinchamiento liotrópico no pierde la longitud de sus fibras, es irreversible y existe pérdida de sustancia piel, si el agente hincharse permanece por mucho tiempo. El cloruro de calcio es el compuesto más común en este tipo de hinchamiento, pues tiene gran capacidad para separar los puentes de hidrogeno, existe gran dificultad para que las proteínas como el colágeno regresen a sus condiciones iniciales y más aún que sus puentes de hidrogeno sean nuevamente construidos. (Sammarco, 2011, pp. 79-80)

1.2.4.3 Punto isoeléctrico

El punto isoeléctrico es el pH o el punto donde se da el equilibrio y su carga global es nula, este equilibrio sucede en el caso del colágeno en los grupos carboxilo y grupos amino, el pH en el punto isoeléctrico de una piel es aproximadamente 7-8. Los grupos de iones amino presentan una disociación cuando el pH disminuye y por el contrario para que exista una disociación en los grupos o iones carboxílicos el pH debe sufrir un aumento. (Leach, 1985, pp. 25-27)

La piel del animal es de carácter anfótero es decir actúa como ácido o base, el pH del baño en que se encuentre la piel será el factor que hará variar a la carga global de la piel, cuando la piel se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxílicos estarán en su estado naturales es decir no ionizable o no disociada y carga neta o total de la piel tiende a ser positiva, mientras cuando la piel se sumerja en baños con basicidad alta los grupos carboxílicos están en su forma ionizable o disociada y la carga total de la piel tiende a ser negativa. El valor intermedio para que la piel esté en equilibrio con el baño y la carga global sea nula se le conoce como punto isoeléctrico, en este equilibrio los grupos de iones se completan entre sí. En este fenómeno el hinchamiento de la piel es mínimo siendo esta una característica de este punto, además presenta una presión

osmótica mínima y una viscosidad baja. En la piel nativa existe una cantidad aproximada de grupos ionizables ácidos y básicos; 84 para los grupos básicos y 76 para los grupos ácidos, existiendo una mayor cantidad de aniones o iones básicos sobre grupos ácidos. Este factor es considerable para señalar que el punto isoeléctrico que varía entre 7 y 8, para eliminar este exceso de iones con cargas positivas se adiciona álcalis para obtener la neutralidad. (Adzet, 1985, pp. 34-36)

Según (Morera, 2002, p. 51), asegura que el valor del punto isoeléctrico aproximado del colágeno en una piel natural es de 7, el punto isoeléctrico del colágeno en una piel encalada es de 5, una piel curtida al cromo o llamada curtición catiónica varía entre 7 y 7.5 y una piel curtida al vegetal o llamada curtición aniónica varía entre 3 y 4 aproximadamente.

1.2.4.4 Desnaturalización

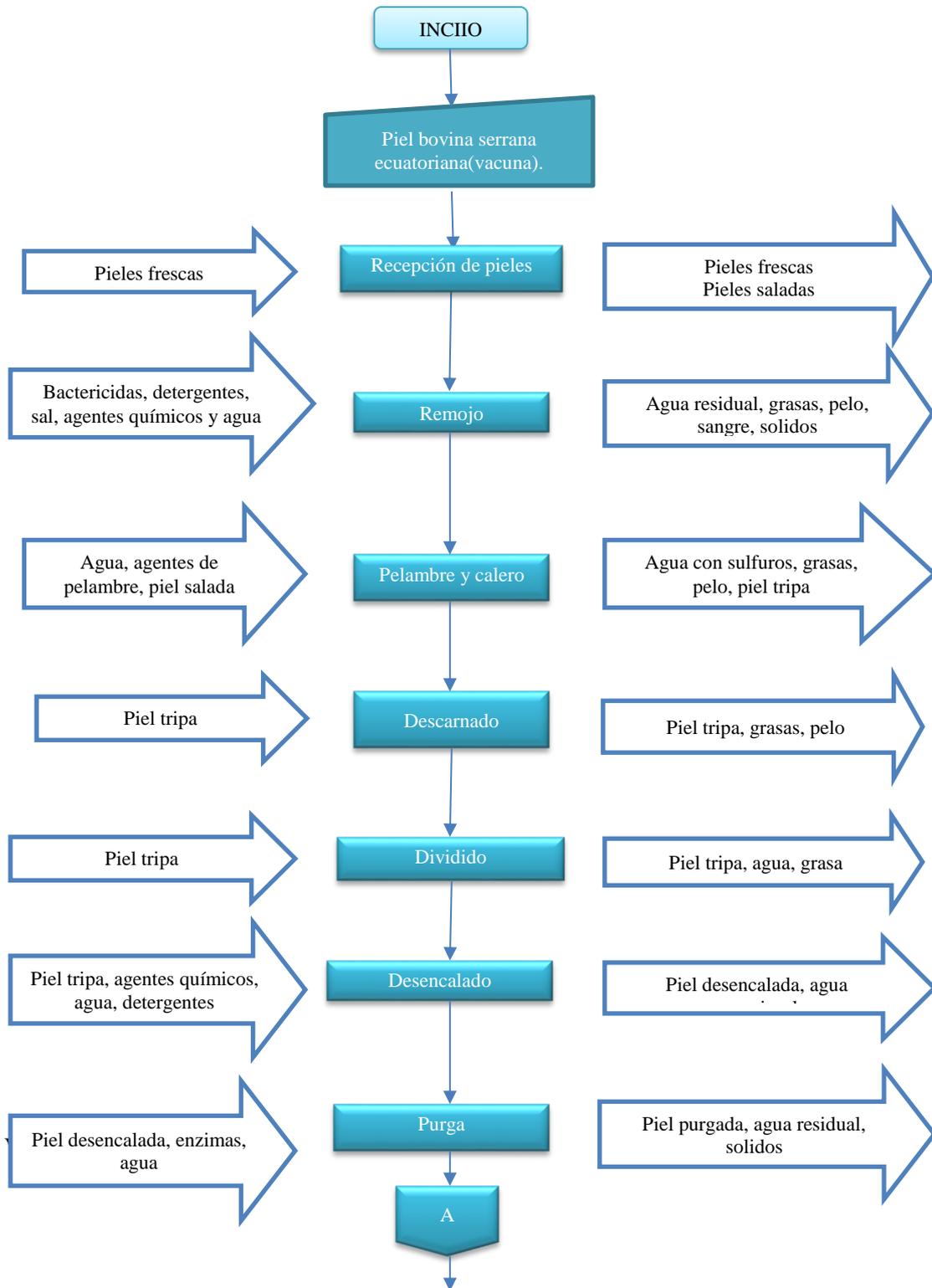
(Morera, 2002, pp. 52-53), señala que la desnaturalización es una pérdida total o parcial de la estructura inicial que presentan las proteínas, esta desnaturalización puede ser química o también térmica, transformando a las fibras de colágeno en cadenas complejas de polipéptidos con carácter flexible. Para evitar este fenómeno, la temperatura de contracción juega un rol importante al ser una manera que mantener la estabilidad en la estructura del colágeno, cuando existe estabilidad estas serán más fuertes ante la presencia de una desnaturalización de especie térmica.

Una consecuencia de este fenómeno es la contracción de la longitud de las fibras, aproximadamente estas fibras se comprimen alrededor del 35% de su longitud original, la temperatura de contracción simboliza una medida para mantener estable a la piel. A la temperatura de contracción se le considera o se manipula gradualmente para llegar a tener valores contrastables se aumenta la temperatura del baño, para una piel nativa el Tc tiende por los valores de 60 -75°C aproximadamente y para una piel después de haber pasado por el proceso de pelambre y calero varía entre los 50°C aproximadamente. La ruptura de los enlaces que mantienen unidos y estables a las tres hélices de las fibrillas de colágeno producen una contracción hidrotérmica de la piel, aquí incluso los puentes de hidrogeno llegan a colapsarse, considerándose muy importante a esta temperatura de contracción para mantener la estabilidad a nivel interno del colágeno. (Adzet, 1985, pp. 39-40)

1.2.5 Procesos de curtiembre

La piel nativa es muy frágil y vulnerable, puede llegar a ser materia putrefacta en un tiempo muy corto de manera fácil por el simple hecho de la presencia de microorganismos, para evitar estos problemas, la piel debe ser tratada o procesada desde este momento que inicia un proceso para las pieles y para obtener productos derivados de esta, aplicando técnicas, métodos, formulaciones e investigaciones para el procesamiento de la piel, dando origen a las etapas de la industria curtiembre. Los procesos para la transformar la piel en cuero que involucran este tipo de industrias pueden ser mecánicos, químicos y minoritariamente físicos. (Cuevas, 2017 p. 15)

El proceso de curtiembre conlleva una serie de etapas mecánicas y químicas, siendo la muerte del animal el punto de inicio para estas etapas, este proceso se divide en tres partes principales la etapa de ribera (remojo-descarnado), la etapa de curtido (desencalado-rebajado) y la etapa de acabados (neutralizado-acabados); a continuación, se ilustra detalladamente el proceso de transformación de la piel en cuero.



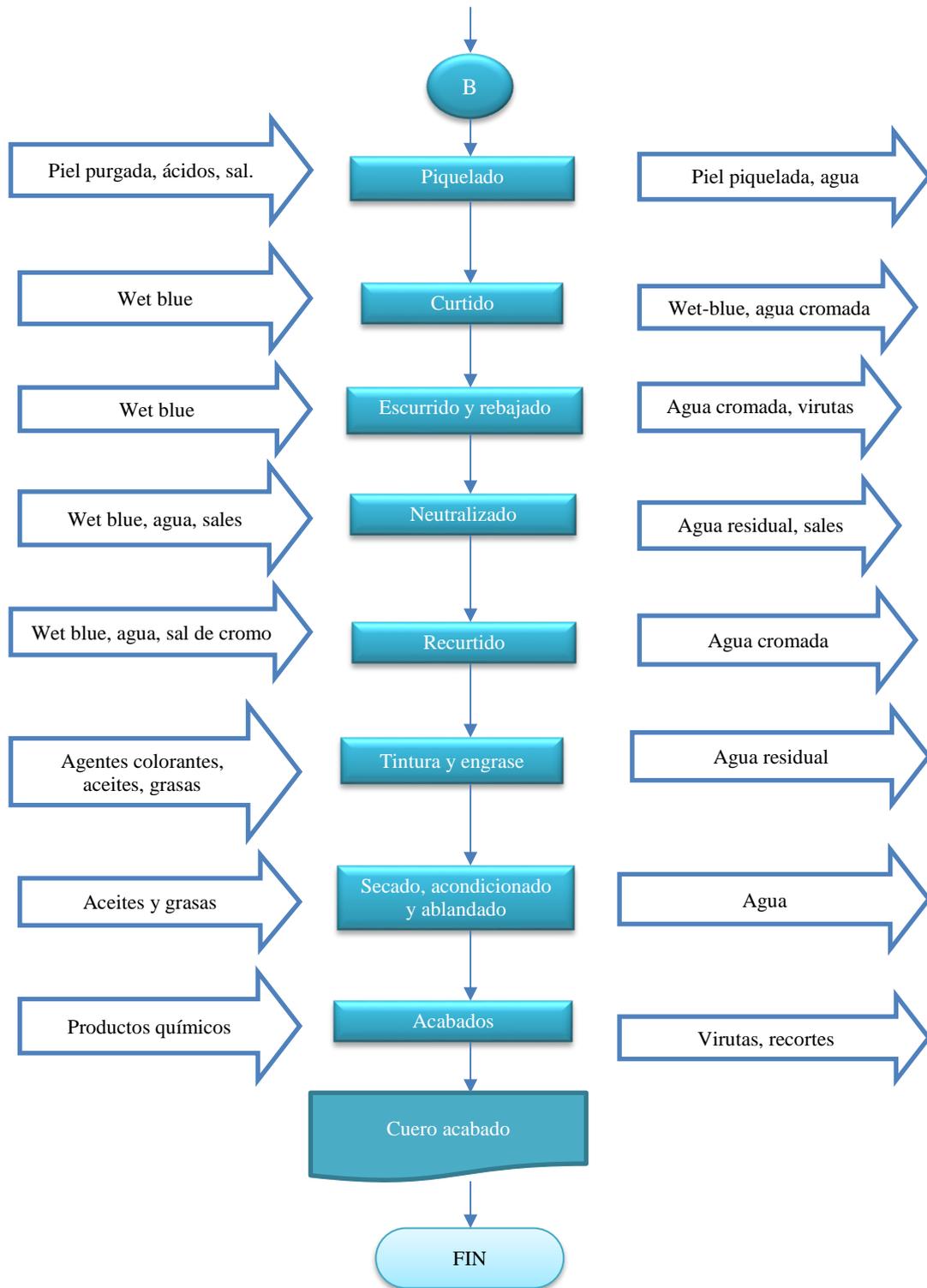


Figura 4-1: Diagrama de flujo de Proceso de Curtiembre

Realizado por: Espín Silva, David, 2020

1.2.5.1 Recepción y conservación de piel

Esta es una operación muy importante para los curtidores, este es el punto de partida y de control para la obtención de cueros de excelente calidad. La recepción de pieles en la curtiembres puede ser variada, esto dependerá de la empresa o institución, la pieles por lo general llegan a manos del curtidor como piel fresca, es decir llevando consigo resto de carne, grasa, rabos, sangre entre otros elementos como suciedad, en algunos casos llegan incluso con estiércol razón por la cual estas pieles pasan por un descarnado previo o un lavado para su posterior conservación; pero a la vez estas pieles pueden llegar como pieles saladas, preparadas o acondicionadas para los posteriores procesos para el curtidor. Las pieles recién receptadas por lo general presentan rabos y a veces filos en descomposición los cuales son recortados para así evitar la putrefacción y el deterioramiento de la piel por la acumulación de bacterias. (Villegas, 2013, p. 25)

Las pieles que llegan frescas tienen un alto contenido de humedad y puede producir un ambiente para la proliferación de bacterias, hongos y presencia incluso de ratas, para evitar estas problemáticas las curtiembres utilizan técnicas de conservación, clasificando las pieles desde su recepción por tamaño, sexo, raza, etc. Estas pieles pasan por una control visual y manual, descartando pieles en mal estado o pieles que presenten alguna alteración. Entre las técnicas más comunes de conservación tenemos la técnica de curado que consiste en sumergir la piel en sal muera adicionando bactericidas y desinfectantes manteniendo a la piel sea y conservada para el momento de su utilización o posterior etapa. (Ministerio de Ambiente, 2012, p. 128)

1.2.5.2 Remojo

El remojo es una de las operaciones de ribera, es la etapa que consume un gran efluente de agua, en esta etapa el objetivo primordial es devolver a la piel las condiciones de una piel fresca, flexibilidad, suavidad, hinchamiento y sobretodo su humedad, además se prepara la piel para la curtación. En esta etapa se eliminan restos de suciedad, microorganismos, sangre, grasa y pelo, el remojo dependerá de la piel conservada es decir si es piel fresca se aplicara simplemente un remojo con pequeñas cantidades de bactericidas y el tiempo de remojo será menor; si las pieles conservadas son secas esto requerirá de un remojo más largo y con más control a lo largo de esta etapa. (Hidalgo, 2004, p. 25-27)

Para (Melgar, 2000, pp. 15-16), el procedimiento del remojo se realiza en ciertos equipos, estos son la pila, el molinete, mezcladores y tambores, la mayoría de curtiembres opta por trabajar con tambores, por el factor económico, la dureza y el tiempo. El proceso dentro del tambor tiene un tiempo aproximadamente en pieles frescas y saladas de 8 a 20 horas en pieles saladas secas de 24 a 30 horas, este equipo ofrece una acción rápida de productos químicos con la piel además de un

fácil ingreso y descarga de la piel, en este proceso se trabaja con un porcentaje de agua aproximado del 200% de agua en relación al peso, una de las desventajas es que la piel no está al fácil alcance de la vista y tacto del curtidor.

1.2.5.3 Pelambre y calero

Es el proceso de eliminación de pelo o lana y la epidermis de la piel, de tal manera aflojar las cadenas de colágeno; esto se consigue el obtener una piel bien hidratada y limpia en la etapa de remojo. Para el pelambre y calero se utilizan productos químicos alcalinos como el hidróxido cálcico o la cal y el sulfuro de sodio que es un factor esencial en esta etapa. Las proteínas solubles y otras sustancias en medio alcalino son eliminadas al igual que grasas y alcoholes que pueden estar presentes en la piel. La adición de cal colabora a un hinchamiento en las moléculas de colágeno provocando un aflojamiento de fibras, el pH es un factor que se controla en esta etapa, el pH del baño y de la piel varía aproximadamente entre 12.5 y 11 respectivamente, estos valores son utilizados por la mayoría de curtidores, en procesos posteriores como el desencalado se ajustará el pH a valores inferiores para los siguientes procesos como la purga o limpia. En las curtiembres un gran porcentaje, aproximadamente el 90% de estas empresas trabaja como productos químicos como la cal o hidróxido cálcico, sulfhidrato de sodio y el sulfuro de sodio, peróxidos, aminas. Los sulfuros realizan un trabajo esencial dentro del pelambre, penetrando en la epidermis y provocando un aflojamiento capilar para el fácil desprendimiento de pelo y eliminación de queratinas. (José, 2020, pp. 3-5)

Un porcentaje alto de curtiembres opta por realizar el pelambre en bombos, con la ayuda del efecto mecánico se elimina el pelo y la epidermis, esto se produce mediante el efecto de rozamiento entre pieles y el golpeteo mecánico que se produce entre las aletas y paredes del bombo, existen diferentes tamaños de bombos que proporcionan diferentes volúmenes de agua y la cantidad de pieles que soporta. (Gomez, 2016, pp. 25-26)

1.2.5.4 Descarnado

La finalidad de esta operación es eliminar restos de carne, grasa y tejido adiposo presente en la piel para eliminar la población bacteriana y de hongos. El procedimiento de esta etapa consiste en atravesar la piel tripa por un equipo que contiene un cilindro con cuchillas helicoidales afiladas y otro cilindro de transporte, la piel se hace atravesar por medio de estos, en esta operación se realizan cortes externos o manuales de las faldas, cabezas o lomos de filos o lentejuelas que sean innecesarios en procesos posteriores, en algunos casos también se dividirá a la piel en bandas, es decir una piel completa por la mitad; una piel es igual a dos bandas. (Rodríguez, 2015, p. 9)

1.2.5.5 Dividido

La piel descarnada pasa de manera transversal por una máquina de cuchillas sin fin para obtener una piel con un espesor más uniforme sobre toda la piel. El tamaño del espesor de la piel varia acorde sea las peticiones y características que solicite el cliente y el tipo de cuero que se va a obtener, se trabajan con espesores de 2.5 mm hasta 1mm. (Altamirano, 2017, p. 8)

1.2.5.6 Desencalado

El desencalado consiste en la eliminación de la cal que está unida por enlaces químicos o absorbida en las fibras capilares, de igual manera bajar el hinchamiento de la piel. La cal puede presentarse superficialmente en la piel, disuelta en el baño o en el agua presente en la estructura del colágeno y cal en forma de jabones cálcicos. La cal es eliminada por lavados con agua y por la adición de sales amoniacaes como el sulfato de amonio o cloruro de amonio, la cal también puede ser eliminada por ácidos débiles y sales acidas como bisulfito de sodio; los agentes químicos utilizados en esta etapa no deben producir hinchamiento en la piel. Otro de los objetivos del desencalado es ajustar el pH aproximadamente neutro entre 7 a 7.5 para el proceso de purga. La deficiente eliminación de problemas de cal puede traer consigo soltura de flor, rompimiento de flor, exceso de basicidad en la etapa de curtido y dureza en la piel; si no se elimina el hinchamiento puede producir cueros frágiles, duros y una sobrecurtición. (Lacerca, 2003, p. 6)

1.2.5.7 Rendido o purga

La finalidad de la purga es eliminar restos de grasa, restos de pelo en la epidermis mediante la aplicación de enzimas, la aplicación de la purga es primordial en la piel; una piel que no ha sido tratada mediante la purga, esta piel será dura y presentara errores en la curtición, si la piel es rendida presentara una flor más fina y un tacto más suave y produce un aflojamiento ligero en las fibras de colágeno, finalmente esta purga proporciona una limpieza total en la piel. Las enzimas utilizadas pueden ser pancreáticas, hongos y bacterianas. El efecto enzimático depende directamente del pH, temperatura, concentración y tiempo. Las enzimas de hongos y pancreáticas trabajan a pH de 7 a 7.5 aproximadamente y las enzimas bacterias a pH de 3 a 3.5 aproximadamente, esta actividad presenta unidades llamadas UE, unidades enzimáticas. (Melgar, 2000, p. 35)

1.2.5.8 Piquel o piquelado

El piquel tiene la función de preparar en su totalidad a la piel para el curtido, este proceso se lleva a cabo en un ambiente acido en la mayoría de casos con la presencia de cloruro de sodio para eliminar el calcio residual unido a los grupos carboxílico de la piel, que no se ha solubilizado en

su totalidad en el desenchalado. En el tratamiento para la piel bovina para obtener calzado, cuero para muebles y vestimenta antes del curtido el pH del baño alcanza valores aproximadamente 2.7 y 3.2, agregando sal en cantidad proporcionadas para llegar a una densidad de 9 o 7 °Be que sirve para evitar el hinchamiento del ácido o destrucción de la piel. Para los curtidores, los ácidos que más utilizan son el ácido sulfúrico, fórmico, oxálico, acético y ácidos di carboxílicos o comerciales. En el curtido al cromo, en la reacción de la piel con la sal de cromo no solamente el control del pH influye si no también el grado de basicidad del curtiente mineral o vegetal. Si, en lugar de una sal de cromo de 33% de basicidad, se utilizara una sal de cromo de baja capacidad de curtido, que sea de baja basicidad, sería posible realizar una recolección a valores de pH más altos. Por lo tanto, el pH al final de esta etapa está en relación con la basicidad de la sal de cromo utilizada al comienzo del curtido. (Sammarco, 2011, p. 171)

El comportamiento del colágeno depende del pH del baño, este puede comportarse como ácido o base al ser una proteína anfótera, si el pH tiene es igual al del punto isoeléctrico, estos se encuentran balanceadas electrostáticamente, es decir neutralizadas por tanto su carga es cero; para eliminar la neutralización se utiliza el piquel, es decir el uso de ácidos para disminuir su pH alterando el equilibrio en el balance. Los iones hidrogeno del ácido H^+ se enlazan con los iones carboxilo COO^- de las cadenas colagénicas, formando $COOH$. Al saturarse los iones carboxílicos quedan libre iones H^+ para reaccionar, todo este restante de iones hidrogeno se encuentra en el baño, para evitar esto se añade la sal neutra, el cloruro de sodio y de esta manera también evitar un hinchamiento ácido. El hinchamiento en esta etapa es importante, si se origina hinchamientos en exceso y cambios drásticos en el pH puede provocar cambios en el interior de la estructura del colágeno. (Alvarez, 2018, p. 26)

Para el proceso de esta etapa se trabaja con una cantidad de volumen de agua entre el 30 y 50 %, esto proporciona una mayor reacción del ácido o cruce más rápido entre la reacción; esta cantidad de volumen genera un ahorro de agua y por tanto a un aporte ecológico, la densidad aproximada de estos baños al agregar la sal data entre 6 y 7 °Be. Si esta densidad tiende a ser más elevada como resultado se tiene pieles planas y vacías. En el piquel los ácidos más comunes son el ácido sulfúrico y el ácido fórmico y el ácido clorhídrico se usa en escasas ocasiones; el ácido láctico, el ácido glicólico y el ácido sulfoftálico actualmente ya no tiene uso. Para evitar descargas de agua con alto contenido de cloruro de sodio se utiliza el ácido naftalinsulfónico, este es un ácido que no causa hinchamiento en el colágeno, pero por su alto costo no ha tenido mucha influencia en este tipo de industria, a excepción cuando ocurren urgencias ecológicas donde hay descargas de aguas residuales con exceso de sal. La cantidad de ácido que se utiliza en esta etapa depende directamente al grado de desenchalado de las pieles, grosor de la piel y sobre todo del pH que se desea llegar al final de esta etapa. (Sammarco, 2011, p. 173)

El ácido se agrega previamente diluido lentamente mientras las pieles se encuentran girando para evitar cambios bruscos en la piel y evitar quemar la piel o destruir la piel; una metodología de esta etapa es agregar primero ácido débil en la mayoría de casos ácido fórmico y posterior a este un ácido fuerte comúnmente el ácido sulfúrico. La temperatura estipulada para este año es 25°C para evitar peligros hidrolíticos en la estructura de la proteína de la piel, por esta razón cuando se procesan grandes cantidades de pieles se debe llegar a un enfriamiento y la rotación de los bombos debe ser lenta para que no haya mucha fricción de la flor y así no sobrepasar esta temperatura. Para el control de la penetración de los ácidos se utiliza un indicador de pH en la piel, la mayoría de empresas y laboratorios trabaja con verde bromocresol, dejando caer pequeñas gotas sobre un trozo de piel, el piquelado estará listo cuando en el corte se observe un color amarillo, en algunos casos en pieles gruesas puede presentar un color verdoso, indicando que la penetración de los ácidos no está completada. El tiempo que dura esta etapa depende directamente del grosor de la piel, en pieles de 30 a 40 kg este proceso puede durar entre 3 a 5 horas. En épocas pasadas al terminar el piquelado estas pieles permanecía por durante toda la noche en estos baños, hoy por hoy, por la competencia y por cuestiones de producción se trabaja en cuanto se llegue al pH requerido es decir al culminar el piquel, para pasar al curtido en el mismo baño. (Sammarco, 2011, pp. 173-175)

1.2.5.9 Tipos de piquel

- Piquel en paleta, en este tipo de pique se trabaja con pieles con pelo, debido a que la acción mecánica no es muy fuerte, una desventaja de este piquel es que el gasto es mayor en cuanto a ácidos, sal y agua. (Melgar, 2000, p. 41)
- Piquel en bombo, este piquel es el más utilizado a nivel de todas las industrias curtiembre, trabajado desde un 30% hasta un 100% de agua en relación con el peso tripa; la cantidad de sal y ácido son menores y el tiempo de proceso es más rápido (Melgar, 2000, p. 41)

1.2.5.10 Métodos de piquel

- Piquel para curtir al cromo

Las sales de cromo básico ($\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$) trabajan con cantidades del 4 al 8%, estos presentan un pH entre 2.8 y 2.9 aproximadamente; lo ideal sería llegar a estos pH en la etapa de piquel, pero a nivel industrial no se trabaja de esta manera: si curtimos al pH mencionado anteriormente, este al ser un pH ácido se obtiene una buena penetración de sal de cromo en la piel pero para fijar la sal de cromo a las fibras sería necesario añadir productos básicos en gran cantidad para llegar a un pH más alto entre 3.5 y 4, pH que son óptimos y apropiados para una penetración y buena fijación de la sal de cromo. En este tipo de piquel los pH estándar que se trabajan son de 3 a 3.5, cuando

se trabaja con pieles blandas se requiere de un pH más bajo para la fijación del cromo en la etapa de curtido, un ejemplo es la curtición de piel de cordero que no hay la necesidad en su totalidad de que estas pieles sean piqueladas, de manera general el objetivo es trabajar con pH que no sobrepase los 4, si es superior la sal de cromo puede precipitar y se requeriría de poca sal y menos necesidad de basificar. (Soler, 2008, pp. 58-59)

- Piquel para conservación

Este tipo de piquel es utilizado para conservar las pieles para posteriormente venderlas, conservándolas en una temperatura por debajo de los 20°C; además este método se utiliza para que la propia empresa o curtidor pueda guardar y conservar su piel después del desencalado y purga. Un aspecto que sobresale en este tipo de piquel es que trabaja con pieles con pelo o lana, generalmente se parte con pieles desencaladas y rendidas con un pH de 7. El tiempo de conservación que ofrece este piquel es de 1 a 2 semanas. (Soler, 2008, pp. 59-60)

- Piquel escaso

Pieles de tamaño pequeño y que son delgadas son características para este tipo de piquel. El tiempo es muy corto, y es una combinación de piquel y curtido, los aspectos de este piquel se basan en que el pH en el exterior sea 4 y en el interior 6.5 aproximadamente, acidificando el baño y la piel superficialmente. Si al final la piel se presenta cerrada significa que el cromo no ha penetrado en su totalidad, siendo esta una desventaja de este piquel. (Soler, 2008, p. 60)

- Piquel no hinchante

El objetivo de este piquel es utilizar sal en menor cantidad posible, utiliza ácidos no hinchantes, entre los que destacan el ácido sulfónico que se obtengan a partir de sulfonas, la característica de estos ácidos es que tienen una leve reacción de curtiente impidiendo la hinchazón. Este tipo de piquel trabaja con polifosfatos que generan pieles con aspectos más compactos, añadiendo menos cloruro de sodio siendo el hinchamiento liotrópico es menor. (Soler, 2008, pp. 60-61)

- Piquel de pieles con problemas de putrefacción

En la etapa del piquel pueden presentarse pieles en mal estado o en putrefacción, estas pieles no están perdidas por completo, se las puede tratar de enmendar en un cierto porcentaje, pero no en su totalidad. El piquel para aplicar más óptimo para este tipo de pieles es el piquel no hinchante debido a que no presenta hinchamiento liotrópico y se puede llenar un poco más la piel, los ácidos más apropiadas en estos casos es el CH_3COOH , HCl , y HCOOH , al ser una característica de estos ácidos que son ácidos liotrópicos. (Soler, 2008, p. 61)

1.2.5.11 Tipos de ácidos en el piquel

Según (Vinuesa, 2004 p. 25), define a un ácido como una sustancia capaz de donar un catión, combinarse con electrones o con un anión y producir una sal cuando se neutraliza con una base y una base es una sustancia capaz de ceder electrones o aniones, combinarse con un catión y neutralizar un ácido formando una sal.

En el instante de definir o elegir ácidos o combinaciones de ácidos para el piquelado se debe considerar varios aspectos: el pH al que se desea en el baño, la fuerza y pureza de estos y la concentración a emplear.

- Ácido sulfúrico

Las primeras cantidades de ácido sulfúrico datan hace 1000 años aproximadamente, este se obtenía a partir de una roca llamada vitriolo verde, esta roca se hervía y sus vapores condensaban dando lugar a un líquido aceitoso que se llamaba aceite de vitriolo, hoy por hoy ácido sulfúrico, una de sus principales propiedades es la capacidad de disolución que este presenta, capaz de disolver otros sustratos que no se disuelven agua, en algunos casos al disolver otra sustancia en ácido sulfúrico esta emana gases. El ácido sulfúrico tiene suma importancia a nivel industrial y en la manufactura de muchas sustancias. (Schaim et al., 1979, p. 30)

Se define como un ácido de carácter diprótico, este ácido al estar en contacto en una disolución presenta una ionización primaria casi en su totalidad, la ionización secundaria es más leve.

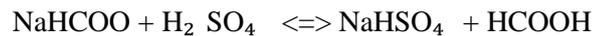
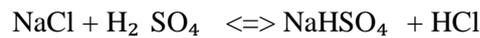


Por esta razón reacciona con metales básicos como ejemplo el aluminio que al reaccionar con ácido sulfúrico genera iones hidrogeno y iones sulfatos y bisulfatos metálicos. El ácido sulfúrico concentrado es utilizado a nivel industria y a nivel de laboratorios en la aplicación de métodos como determinación de proteínas, en donde el ácido sulfúrico actúa como digestor para disolver diferentes sustratos y el ácido sulfúrico caliente es una sustancia con gran poder oxidante de metales preciosos y reacciona con carbono, fosforo y azufre generando dióxido de azufre. (Elvers et al., 1989, p. 56)

EL ácido sulfúrico físicamente se presenta como un líquido aceitoso, sin color y sin olor, presenta alto grado de corrosividad. El ácido sulfúrico en grado comercial es impuro, se comercializa en

soluciones del 10 al 70% que algunos autores lo nominan ácido sulfúrico fumante: el ácido sulfúrico grado concentrado se presenta en proporciones del 95 al 100%, que algunos lo nominan como ácido sulfúrico anhidro.

Dentro de sus propiedades físicas presenta un punto de ebullición elevado aproximadamente de 317°C, esta propiedad hace que deslice de ciertas sales los ácidos que hierven menor temperatura.



Esta propiedad se debe tomar mucho a consideración en el piquel, el tipo de sal influenciará en el ácido que utilicemos pues dará otro ácido que puede presentar otras características no deseadas. (Adzet, 1985, pp. 196-197)

- **Ácido fórmico**

El ácido fórmico es conocido también como ácido metanoico, su fórmula es HCOOH, es un ácido incoloro con olor acre y muy corrosivo, este puede llegar a ocasionar quemaduras en la piel y ulceraciones en la boca, presenta un peso molecular de 46 uma, presenta un número de CAS de 64-18-8 y un pKa de 3.8 a 25°C. Los derivados como los formiatos, el formiato de sodio (HCOONa) se aplica en productos sintéticos como el teñido y estampados en la industria del cuero. (Biancucci, y otros, 2007, p. 42)

El ácido fórmico tiene similitud con el pH al finalizar el piquel, tiene la propiedad de ser un agente reductor, presentando un alto grado de penetración en las fibras de colágeno, dicese que el ácido fórmico actúa como una especie de enmascarante con las sales y un efecto que este produce es el ablandamiento del cuero. En la industria del cuero se lo utiliza cotidianamente en combinación con el ácido sulfúrico puesto que el ácido fórmico es un ácido débil se lo emplea como primer agente de ácidos en el piquel presentando un alto grado de penetración en las fibras, esta técnica es llamada piquel rápido. Si el ácido fórmico se lo añade en segundo orden o mayores a este, el grado de penetración es menor, generando una penetración total más dura, pero como ventajas se obtendrá una mejor finura de flor, y aumentará el efecto enmascarante del ácido metanoico o fórmico. (Adzet, 1985, p. 197)

- Ácido oxálico

El ácido oxálico es un ácido fuerte, su fórmula es HOOC-COOH, presenta leve inestabilidad, debido a que si se somete a calentamiento este se descompone en CO₂ , CO Y H₂ O, el ácido oxálico se cristaliza con dos moléculas de agua, presentándose a temperatura ambiente como un compuesto sólido. Presenta la propiedad de ser un agente reductor, es un ácido liotrópico es decir puede provocar una hinchazón liotrópica, en el piquel se recomienda no trabajar únicamente con este ácido. (Adzet, 1985, p. 198)

Para (Pilamunga, 2017, pp. 25-26), define al ácido oxálico de tipo ácido orgánico fuerte saturado y perteneciente a los ácidos carboxílicos, que difieren de los demás ácidos al poseer un grupo carboxi y se presenta con una cadena normal, también pertenece a los ácidos di carboxílicos alifáticos siendo este el más simple dentro de este tipo de ácidos. El ácido carboxilo se presenta en su forma comercial en su estado deshidratado, de este se derivan los oxalatos. El ácido es conocido también como ácido etanodioico, este ácido tiene una acción fuerte 3000 más en comparación con el ácido acético.

Diversas plantas como la remolacha, la acedera y plantas pertenecientes a la familia Oxalis contienen al ácido oxálico en su forma natural como oxalato de calcio o en algunos casos de potasio. De manera industrial se lo puede obtener a partir de la oxidación de carbohidratos como el almidón; además mediante el calentamiento de formiato de potasio y a partir de metanoato de sodio. El ácido oxálico se presenta en estado cristalino, incoloro y amargo; es soluble en agua y medianamente en solventes orgánicos; este ácido al permanecer en solución acuosa desprende dos cationes hidrogeno por molécula, presenta un grado de ionización de 60%, presenta una toxicidad venenosa elevada y reacciona de manera violenta con ciertos agentes oxidantes fuertes. (Pilamunga, 2017, p. 30)

La aplicación de este ácido es muy variada desde productos de limpieza, textiles, tintura, madera y blanqueadores hasta gravimetría y en medios náuticos. Cabe recalcar que este ácido es muy utilizado en la industria de las pieles, las curtiembres, trabaja en la etapa de piquelado, puede ser aplicado individualmente o en conjunto con otros ácidos, la función del ácido es alcanzar un pH óptimo y preparar la piel para el posterior proceso para la curtición. (Zachara, 2020)

Otros ácidos utilizados en el piquel:

- Ácido clorhídrico
- Ácido fosfórico

- Ácido acético
 - Ácido sulfoftálico
 - Ácido láctico
- Sales empleadas en el piquel

El objetivo principal del empleo de sales es bloquear que se produzca una hinchazón o hinchamiento ácido del colágeno o la piel, a la vez producir una deshidratación de las fibras de colágeno. Generalmente la cantidad de sal es del 5% como mínimo en base a su peso y al volumen de agua que la piel entrega al piquelado. En el piquel se trabajan con sales como la sal común o cloruro de sodio, sulfato de sodio, cloruro amónico, sulfato amónico, formiato de sodio, formiato de calcio y polifosfatos. (Adzet, 1985, pp. 191-196)

1.2.5.12 Agentes que influyen en el piquel

- Nivel de desencalado

Depende de la efectividad que haya tenido el desencalado, mientras más efectivo es el desencalado llevara menor tiempo el piquelado, una buena efectividad de desencalado permite una acción más rápida de los ácidos del piquelado con las fibras de colágeno. (Morera, 2002, p. 107)

- Grosor de la piel

La penetración del ácido del piquel es directamente proporcional al grosor de la piel, mientras más gruesa o ancha sea la piel el grado de penetración del ácido será más difícil y llevara más tiempo; dependiendo del grosor de la piel se escoge un tipo de ácido y una mayor o menor acción mecánica. (Morera, 2002, p. 107)

- Cantidad de sales

La cantidad de sal se basa netamente en los grados Baume (°Be), es recomendable trabajar en el baño con valores de 6 y 7 °Be, si se trabaja con densidades menores se obtendrá pieles delgadas y más sensibles al tacto. (Morera, 2002, p. 108)

- Cantidad y tipo de ácido

Una característica importante del ácido es la disolución de sustancia piel que produce; los ácidos más utilizados son el ácido fórmico y sulfúrico en combinación o individualmente, dependiendo

del tipo de cuero. La cantidad de ácido depende directamente de factores como el tipo de piel, grosor de la piel, grado de descalcado y tipo de curtición, de manera general es recomendable trabajar con un intervalo de 1 a 1,5% de cantidad en relación con el peso piel tripa. La adición del ácido se lo diluye y se va colocando en diferentes escalas para poder controlar el pH y controlar ciertos errores que se puedan producir en la piel durante esta etapa. (Adzet, 1985, p. 199)

(Morera, 2002, p. 108), en sus estudios relata la disolución de sustancia piel con ácido sulfúrico a temperatura ambiente; el consumo de sustancia piel va aumentando hasta una concentración del 3% aproximadamente en donde existe un mayor consumo de sustancia piel alrededor del 80% y punto donde se da produce una cierta estabilización.

- Nivel de temperatura

Las reacciones que se producen en esta etapa son de tipo exotérmica, la sustancia piel es un factor importante en relación a la temperatura, si la temperatura es superior a los 25 °C, existirá un mayor consumo de sustancia piel. (Morera, 2002, p. 108)

- Tiempo

El objetivo en la etapa del piquel es llegar a una neutralización o equilibrio entre la acides del baño y de la piel, para obtener un curtido correcto; generalmente el tiempo de piquel a nivel industrial varia de 3 a 6 horas, el tiempo varía en función de la acción mecánica, del tipo de piel y temperatura. (Morera, 2002, p. 109)

- Acción mecánica

La acción mecánica es un factor importante, este depende de la cantidad de pieles a curtir, es un factor que debe ser controlado gradualmente porque puede tener defectos de aumento de temperatura por el choque y golpeteo de pieles y consumo de sustancia piel. (Morera, 2002, p. 109)

1.2.5.13 Controles en la etapa de piquel

- Concentración de sales

El control se realiza en intervalos de 15 minutos de haber adicionado la sal, este control se realiza en base a grados Baume mediante un densímetro, si la densidad del baño es inferior a los 5.5 °Be se debe adicionar más sal, siempre y cuando la medición de la densidad haya sido correcta y en el tiempo transcurrido, posteriormente se realiza otra vez el mismo control después de 15 minutos. (Melgar, 2000, p. 43)

- Control de pH

El control de pH se realiza transcurrida dos horas, se mide el pH del baño que aproximadamente debe estar entre 2.5 y 3 y el pH de la piel se realiza mediante indicadores como bromocresol; en este control se observa el grado de penetración del ácido en la piel mediante un corte. (Melgar, 2000, p. 43)

1.2.5.14 Defectos del piquel

- Cuando el baño del piquel presenta mayor acidez.

Puede traer consecuencias como un cuero mal curtido al sumergirlo en agua hirviendo presentara un alto grado de encogimiento y puede presentarse una putrefacción acida, es decir se presentan residuos de ácido quemando esto las fibras y presentando menor resistencia el cuero. (Melgar, 2000, p. 44)

- Cuando el baño del piquel presenta menor acidez.

Una fijación del curtiente en la flor es una consecuencia esto llevara a un mayor tiempo para el curtido y la flor presentara un aspecto muy frágil. (Melgar, 2000, p. 44)

- Cuando la sal no presenta una concentración correcta.

El tiempo de piquel será más largo y un defecto que se puede presentar es un hinchamiento de la piel, en el curtido los agentes curtientes penetraran de manera irregular de igual manera que el cromo. (Melgar, 2000, p. 44)

1.2.5.15 Curtido o curtición

El curtido es la etapa de transformación netamente de piel en un material resistente flexible y con apariencia uniforme llamado cuero; es un proceso químico en el que la estructura o fibras de colágeno cambio a un estado de estabilización mediante reacciones entre los grupos iónicos del colágeno y los componentes de los agentes curtientes y es un proceso físico por la difusión de los agentes curtientes entre la piel. Los agentes curtientes son agentes minerales, vegetales sintéticos, comúnmente el curtido se da con sales minerales como la sal cromo que es la más utilizada por las curtiembres. (Jordan, 2011, p. 10)

- Curtido mineral.

Para la obtención de cueros con características de flexibilidad, finura y suavidad se trabaja con este tipo de curtido, el agente curtiente mineral son el sulfato básico de cromo III llamado sales de cromo o sal de cromo comercial, esta sal comercia contiene aproximadamente alrededor de un 25% de Cr_2O_3 y va acompañada de sulfato de sodio, este curtido da origen al famoso wet blue o cuero azul. Desde décadas anteriores las curtiembres han trabajado con cromo como curtiente común. (Procter, 1903, p. 201)

- Curtido vegetal.

Estos agentes curtientes vegetales se basan en derivados a partir de tara, quebrancho, mimosa, etc, este tipo de curtido se aplica para obtener cueros duros o características de cuero de calzado. (Jordan, 2011, p. 11)

- Curtido sintético

Este tipo de cuero es llamado wet white o cuero blanco, trabaja con aldehídos, fenoles y polifenoles, este proceso no utiliza sustancias nocivas para la salud, es un tipo de cuero que puede ser rebajado sin menor problema. (Gomez, 2016, p. 34)

1.2.5.16 Wet Blue

Es el producto que da como resultado de la transformación de la piel en cuero propiamente dicho, se conoce también como piel curtida o cuero azul, el wet blue pierde peligro a la descomposición. (Jordan, 2011, p. 11)

1.2.5.17 Escurrido y rebajado

El escurrido contiene agua del curtido, que son eliminadas mediante maquinas con rodillos y en el rebajado se obtienen virutas de wet blue o wet white, este se obtiene al pasar al cuero por maquinas que contienen navajas o cuchillas; estas son etapas mecánicas que confieren al cuero un grosor adecuado para los posteriores procesos. (Rodriguez, 2015, p. 31)

1.2.5.18 Neutralizado

Es el proceso de separar los restantes acido sin reaccionar presentes en el cuero, este proceso se realiza mediante la aplicación de bases o álcalis hasta obtener un estado neutro, una característica de este proceso se da en la medición del pH de la superficie del cuero que data entre 5 y 5,5 y en el interior un pH de 4.5 aproximadamente l terminar la neutralización. (Ludwigshafen, 1985, pp. 69-70)

1.2.5.19 Recurtido

Es el proceso para dar propiedades completas al cuero curtido, se basa en la aplicación de productos químicos y agentes curtientes, este proceso se aplica a cueros que no hayan tenido una buena curtiición o cueros que no se realicen con un curtido único. (Bacardit, 2004, p. 48)

1.2.5.20 Engrase

Cuando se realiza al cuero un proceso de secado el cuero presenta un aspecto firme y duro por la deshidratación de las fibras de la piel, para evitar este fenómeno se aplica grasas solubles para dar un cuero con apariencia suave y uniforme al tacto, la función de este tipo de grasas es crear una distancia entre las fibras y mantenerlas lubricadas para evitar el rompimiento de fibras. (Libreiros, 2003, p. 54)

1.2.5.21 Tintura o teñido

El objetivo principal de esta etapa es otorgar al cuero una cierta coloración dándole acabados para mejorar su apariencia y elevar su costo, dentro de este proceso se encuentran varias etapas para el teñido, estos pueden ser naturales o sintéticos. (Cueronet, 2020)

1.2.5.22 Secado, acondicionado y ablandado

El secado tiene como objetivo disminuir el contenido de humedad de los cueros, se realiza mediante maquinas al vacío o maquinas llamadas toglings; el acondicionado se trata de un proceso de rehumectación entre un 30% en los cueros y el proceso de ablandado se basa en otorgar una cierta suavidad, se aplica en cueros con humedad mediante el estacamiento y zarandas. (Cueronet, 2020)

1.2.5.23 Acabados

Son los procesos de terminado para dar una mejor presentación y cosmética al cuero dependiendo del tipo de cuero que solicite el cliente, el objetivo principal de un acabado es perfeccionar las propiedades cualitativas o sensoriales del cuero, dando un mejor aspecto estético; algunos de los acabados que se pueden mencionar como la protección a la humedad, limpieza, suavidad, brillo, apariencia, tacto además de mejorar ciertas propiedades del cuero como la resistencia al rasgado, la adherencia de partículas, impedimento de penetración de agua, corrección de flor, flexión, entre otras; estas características se las da con diferentes equipos dependiendo del tipo de cuero que solicite el cliente o el producto que se vaya a elaborar con dicho cuero. (Alvarez, 2018, p. 31)

1.2.6 Cuero

Es el proceso de transformación de la piel de los animales en un material con propiedades físicas y sensoriales mediante la aplicación de procesos de curtición, integrando diversidad de colores, apariencia, estética y propiedades como suavidad, resistencia, flexión, impermeabilidad, elasticidad, durabilidad entre otras; creando un material que no se deteriore en corto tiempo y ofreciendo como materia para diversas utilidades como prendas de vestir, industria automovilísticas, mueblería, y superficies de cuero. (Cabrera, 2017, p. 13)

1.2.6.1 Tipos de Cuero

- Cuero con pelo.

Son procesos de curtido que conservan el pelo, este tipo de cueros se encuentra comúnmente en pieles ovinas y de conejo. (Andocilla, 2012, p. 45)

- Cerdo.

Es procedente de animales porcinos, se conoce a este cuero como pecarí; una característica de este tipo de cuero es que el cuero acabado presenta poros bastante visibles. (Andocilla, 2012, p. 45)

- Palmilla.

Son pieles procesadas por curtido vegetal con un grosos de 1 a 2 cm aproximadamente, este tipo de cuero se emplea en la industria del calzado. (Andocilla, 2012, p. 44)

- Suela.

Proviene de pieles vacunas sin aplicar el proceso de divido, se caracteriza por ser cuero muy duro, pesada, lisa y resistente, puede ser por curtido vegetal o mineral. (Goyonoche, 2018, p. 35)

- Napa.

Es piel bovina con proceso de división o piel caprina y ovina sin división, estas pieles son procesadas por curtido al cromo o en combinación, se caracteriza por ser un cuero fino, liso, suave y elástico, una característica esencial es la apariencia del lado carne del cuero que presenta un aspecto de terciopelo. (Goyonoche, 2018, p. 34)

- Serraje.

Es el lado carne u opuesto a la flor del cuero, este cuero se obtiene mediante máquinas de dividido, es rígida y de tacto grueso. (Andocilla, 2012, p. 42)

- Gamuza.

Se trabaja con pieles ovinas y caprinas, la flor es separada mediante el proceso de rebajado o raspado, esta piel se procesa con un curtido combinado con aceite de pescado o animales marinos, sus características son el color amarillo cremo y blanquecino que presenta y afelpado por los dos lados. (Andocilla, 2012, p. 41)

- Badana.

Se procesa pieles ovinas mediante curtido al vegetal se emplea un tanino vegetal llamado zumaque, este cuero es suave, fino y liso. (Andocilla, 2012, p. 40)

- Pergamino.

Se denomina así a la piel sin curtir, se trabaja con pieles de ovejas, terneros, cabras y en algunos casos de asno, se emplea cal y agua tibia para eliminar el pelo, se aplica desengrase, se raspa y se seca, presenta colores amarillentos y tostados. (Goyonoche, 2018, p. 32)

1.2.7 Ensayos Químicos del cuero

1.2.7.1 Humedad de los cueros

Es un parámetro de control de calidad dentro de las industrias curtiembres, este parámetro o factor debe ser controlado en algunas etapas del proceso de cueros, para que la calidad pueda ser optima y cumplir las expectativas del cliente. La humedad es la pérdida de peso de una muestra al ser sometido a un secado en este caso según la norma IUC-5, hasta 100 °C hasta mantener un peso constante (Villegas, 2013, p. 68)

1.2.7.2 Norma ASTM (American Society Testing and Materials) - ASTM D2868-17

Es la metodología que abarca el porcentaje de nitrógeno en todo tipo de cueros, wet blue y wet white. Este contenido de nitrógeno o fibra proteica se usa para determinar el contenido de fibra proteica o de sustancia piel en todo tipo de cueros, wet blue y wet white. La metodología para encontrar estas variables es mediante la técnica del método Kjeldahl (ASTM, 2020)

1.2.7.3 Normas IUC-10

Las normas IUC (Internacional Union Chemical Test), son normas de ensayo químico para muestras de todo tipo de cuero; estas organizaciones están conformadas por integrantes de Institutos de Cueros, confeccionadores de calzado e integrantes de productos químicos y curtidos; estudian, investigan y eligen el método, el ensayo adecuado y lo evalúan con resultados obtenidos en diferentes laboratorios y manifiestan normas a borrador para su aprobación por el Consejo de Delegados en el Congreso Bienal de la Unión. (Cueronet, 2020)

Es la norma o método para análisis químico de todo tipo de cueros o pieles para determinar el contenido de nitrógeno en la piel o cuero; el porcentaje de nitrógeno ayuda a calcular el contenido de sustancia piel existente en los diferentes tipos de cuero, esta norma se aplica mediante el método Kjeldahl. (AQEIC, 2020)

1.2.7.4 Sustancia piel en la industria curtiembre

Para la determinación de contenido de nitrógeno y sustancia piel en muestra de piel o cuero se emplea el método Kjeldahl, la muestra se digiere con ácido sulfúrico concentrado y en presencia de catalizadores que transforma el nitrógeno contenido en pieles en sales de amonio, la segunda etapa consiste en llegar a una solución alcalina y se destila el amoniaco, recogiendo en una solución de ácido bórico, finalmente titulando con ácidos como ácido sulfúrico o ácido clorhídrico. En la década de los 60, se implementó catalizadores específicos para esta metodología siendo estas, mezclas de sulfato de cobre, sulfato de potasio o selenio y sulfato de potasio, procesando estos catalizadores en forma sólida como polvos o tabletas, proporcionando una aplicación más óptima de este método. La seguridad juega un papel importante dentro de este método, la temperatura en la primera etapa trabaja alrededor de los 340 °C hasta los 400°C; en la etapa de destilación se aplica hidróxidos como el hidróxido de sodio que es una base fuerte, este álcali es un agente de corrosión del vidrio, razón por la cual se lavan los matraces a fondo inmediatamente después de su uso. (Leafe, 1999, p. 262)

La sustancia piel es la cantidad de nitrógeno que presentan los cueros o pieles, este resultado multiplicado por un factor 5.62. Este factor es un valor obtenido luego de realizar varios ensayos en pieles de animales, este factor no puede ser del todo constante, el tipo de piel, la raza, la región, el sexo, el grosor de la piel son factores que pueden variar este factor. A consecuencia de estos factores se estima una variación del $\pm 3\%$ sobre este factor, generando un intervalo entre 5.44 y 5.80. (ASTM, 2020)

(Procter, 1885, p. 108), menciona que no existe una metodología directa para obtener el valor de sustancia piel en los cueros, sin embargo, los analistas de cueros emplean secar una muestra de cuero, pulverizarlo y se determina el contenido de nitrógeno; calculando la sustancia piel multiplicado por un factor, dícese que la piel secada a 110°C contenía 51.43% de nitrógeno.

Al trabajar con una muestra de cuero o piel dada, este puede contener sustancias nitrogenadas diferentes a las que se encuentran en la sustancia piel, estos pueden ser resinas, colorantes, entre otros, que pueden contener en su composición nitrógeno. Este método es específico y suficientemente preciso para determinar el contenido de nitrógeno y sustancia piel, pero depende de su uso la generación de errores que se puede presentar. (ASTM, 2020)

1.2.8 Ensayos Físico Mecánicos

Para garantizar la calidad de los cueros se aplican diferentes pruebas físicas que se realizan mediante equipos, personas capacitadas o instituciones autorizadas, y por estudiantes dentro de un laboratorio apropiado; estos métodos son precisos, adaptables y reproducibles caracterizando de manera cuantitativa diferentes parámetros físicos de calidad que se controla en los cueros. Se aplican a cueros semi-acabados y acabados cuyo objetivo es cuantificar propiedades del cuero como resistencia al desgarro, resistencia al agua, flexión, resistencia, resistencia a la luz, ensayo de espesor, temperatura de contracción, solidez de color, impermeabilidad, tracción, temperatura de encogimiento, ruptura de flor, tensión y porcentaje de elongación. (Gomez, 2016, pp. 47-49)

1.2.9 Ensayos Sensoriales

Estas pruebas se realizan mediante sentidos comunes de las personas como el tacto, el olor y la visualización hacia el cuero, evaluando la calidad del cuero en corto tiempo, estas mediciones no se pueden cuantificar ni tampoco ser medido por maquinas o equipos que reemplacen los sentidos comunes, en este caso la maquina será una persona con experiencia y conocimiento en esta temática. Los principales controles que se realizan a los cueros esta la soltura de flor, el tacto, lisura, cobertura, resistencia al frote, adherencia, quiebre al acabado, brillo, gotas de agua, llenura, redondez, blandura, finura , plenitud, solidez a la luz y la uniformidad de las pieles o cueros. (Cueronet, 2020)

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Especificación de variables

Variables Dependiente.:

- Proceso de Curtición. - Tiempo, Grados Brumé, pH piel y baño, Temperatura, Cantidad de productos y Peso.
- Piquel. - Concentración del ácido, Tiempo, pH piel y baño.
- Análisis Químico (Humedad y Determinación de Sustancia Piel). - Humedad, Sustancia Piel y Contenido de Nitrógeno.
- Análisis Físicos y sensoriales. - Tensión, Porcentaje de elongación, espesor y lastometría

Variables Independientes:

- Proceso de Curtición. - Tipo de piel, Acabados, Equipo, Tipo de productos y Concentración de productos.
- Piquel. - Temperatura, Equipo y Tipo de ácido.
- Análisis Químico (Humedad y Determinación de Sustancia Piel). - Indicadores, Reactivos, Temperatura y Peso.
- Análisis Físicos y sensoriales.- Equipo, Tipo de cuero, peso y color.

Tabla 1-2: Hipótesis y especificación de variables

Hipótesis General	Hipótesis específicas	Proceso	Variables Dependientes	Variables Independientes
La construcción de un diagrama de hidrolisis agregando diferentes ácidos en la etapa de piquelado con piel bovina serrana ecuatoriana y la aplicación de métodos de análisis químicos, físicos y sensoriales se puede estudiar las diferentes características que presenta el cuero elaborado.	En el proceso de curtición el uso individual de ácido sulfúrico, ácido fórmico y el ácido oxálico presentan propiedades óptimas para aplicarse en la etapa de piquelado y permitiendo determinar un diagrama de hidrolisis.	Proceso de Curtición	Tiempo Grados Brumé pH piel y baño Temperatura Cantidad de productos Peso	Tipo de piel Acabados Equipo Tipo de productos Concentración de productos
	El ácido que menor sustancia piel se disuelva es el más óptimo y considerado como el mejor resultado obtenido a comparación de las demás para ser aplicado dentro del proceso de curtiembre.	Análisis Químico: Humedad Determinación de Sustancia Piel	Humedad Contenido de Nitrógeno	Indicadores Reactivos Temperatura Peso
	Las características de las muestras de cuero elaboradas con los diferentes tratamientos presentan características rentables y apropiadas para cumplir con la calidad del cuero.	Análisis Físicos y sensoriales	Tensión Porcentaje de elongación Espesor Lastometría Tacto, blandura, llenura	Equipo Tipo de cuero Peso Color
	En la etapa de piquelado el tratamiento más óptimo y como alternativa o mejora es el tratamiento con ácido fórmico por las propiedades evaluadas.	Piquel	Concentración del ácido Tiempo pH piel y baño	Temperatura Equipo Tipo de ácido

Fuente: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.2 Operacionalidad de variables

Tabla 2-2: Operacionalización de variables

Categoría	Concepto	Proceso	Variables	Unidad	Indicadores
Determinación de un diagrama de hidrólisis de piel bovina serrana ecuatoriana con diferentes ácidos en la etapa de piquelado.	Diagrama de hidrolisis obtenido a partir de piel bovina serrana ecuatoriana de sustancia piel y diferentes ácidos que permite analizar la propiedad de contenido de piel al aplicar un producto químico provocando cambios en su estructura.	Etapa de ribera	pH piel y baño Grados Baume Temperatura Cantidad de agua Peso	- °Be °C Litros kg	Nivel de acides Densidad del baño Grados Celsius Volumen peso
		Etapa de Piquel	Tipo de acido pH piel y baño Temperatura Concentración de acido	- - °C %	Tipo de acido Nivel de acides Grados Celsius Cantidad
		Análisis Químico: humedad Sustancia piel	Sustancial Piel Contenido de nitrógeno Temperatura Humedad Peso	% % °C % g	Porcentaje de piel Proteína Grados Celsius Cantidad de agua Peso de la muestra
		Evaluación y características del cuero (métodos físicos y sensoriales)	Tensión Porcentaje de elongación Lastometría Espesor Color, Tacto, Llanura y blandura	N/cm2 % - mm Puntos	Tracción del cuero Elasticidad Penetración Calidad sensorial del cuero

Fuente: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.3 Matriz de consistencia

Tabla 3-2: Matriz de consistencia de aspectos generales

ASPECTOS GENERALES		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS
¿Cómo se puede construir una diagrama de hidrolisis de piel bovina serrana ecuatoriana para analizar sus características del cuero en el proceso de curtiembre?	Determinar un diagrama de hidrolisis de piel bovina serrana ecuatoriana mediante la aplicación de diferentes ácidos o combinaciones de ácidos en la etapa de piquelado para el estudio de características del cuero.	La construcción de un diagrama de hidrolisis agregando diferentes ácidos en la etapa de piquelado con piel bovina serrana ecuatoriana y la aplicación de métodos de análisis químicos, físicos, y sensoriales se puede analizar las diferentes características que presenta el cuero en el proceso de curtiembre.

Fuente: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

Tabla 4-2: Matriz de consistencia de aspectos específicos

ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	TÉCNICAS
¿Se puede realizar el proceso de curtido aplicando diferentes ácidos en la etapa de piquel?	Realizar el proceso de curtiembre usando los diferentes ácidos o combinaciones de ácidos en la etapa de piquelado.	En el proceso de curtiembre el uso individual de ácido sulfúrico, ácido fórmico y el ácido oxálico presentan propiedades óptimas para aplicarse en la etapa de piquelado a nivel industrial.	pH piel y baño Grados Baume Temperatura Cantidad de agua Peso Tipo de acido	Proceso de Curtición

			Temperatura Concentración de ácido	
¿Se puede determinar la sustancia piel de una piel bovina serrana ecuatoriana?	Determinar la sustancia piel en cada uno de los ensayos de piel bovina serrana ecuatoriana en la etapa de piquelado.	El ácido que menor sustancia piel se disuelva es el más óptimo y considerado como el mejor resultado obtenido a comparación de las demás para ser aplicado dentro del proceso de curtiembre.	Sustancia piel Contenido de nitrógeno Humedad	Normas ASTM D2868-17 Normas IUC 10
¿Se puede caracterizar las propiedades de un cuero obtenido con diferentes ácidos?	Determinar las propiedades y/o características de las muestras de cuero obtenidas mediante la aplicación de diferentes ácidos.	Las características de las muestras de cuero elaboradas con estos ácidos presentan características similares o mejores ante las características de una muestra elaborada de manera cotidiana o común.	Espesor, lastometría, tensión, porcentaje de elongación. Color, tacto, llenura y blandura	Pruebas Físicas / Normas IUP-INEN Pruebas subjetivas o sensoriales
¿Se puede determinar cuál es el tratamiento más óptimo como alternativa para la etapa de piquelado?	Determinar cuál de todos los tratamientos trabajados con los diferentes ácidos o combinaciones de ácidos es el más adecuado para trabajar como alternativa en la etapa de piquelado	En la etapa de piquelado el tratamiento más óptimo y como alternativa es el tratamiento con ácido fórmico por las propiedades evaluadas.	Características del cuero Concentración del ácido Tipo del ácido	Análisis químico Análisis físico Análisis sensorial

Fuente: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.4 Tipo y diseño de investigación

2.4.1 Método Experimental

La materia prima para esta experimentación fue piel bovina serrana ecuatoriana, específicamente de vaca pequeña, se realizó ensayos con los procesos de curtido llegando la etapa de piquel, en donde se aplicó diferentes ácidos, hasta obtener muestras de cuero con diferentes ácidos, posteriormente se realizaron análisis de sustancia piel para la construcción de un diagrama de hidrolisis de piel bovina serrana ecuatoriana, finalmente se realizaron pruebas sensoriales y pruebas físicas, mediante estos ensayos se realizó un estudio de las características de calidad que presenta el cuero, con el propósito de dar una posible alternativa o estudio profundo al problema planteado.

2.5 Unidad de Análisis

La unidad de análisis para el estudio de esta experimentación son las pieles bovina serrana ecuatoriana, específicamente de vaca pequeña, obteniendo datos y resultados para la construcción de un diagrama de hidrolisis y el análisis de características del cuero.

2.6 Población de Estudio

La población que se consideró para la propuesta de investigación abarco pieles que se comercializan desde los camales de la ciudad de Ambato hacia Curtiduría “Hidalgo”, pieles que son procesadas dentro de esta empresa para la obtención de cueros y pieles para conservación. De manera más específica la población de estudio fue con bandas de piel de vaca pequeña serrana ecuatoriana.

2.7 Tamaño de Muestra

Las muestras que se trabajó en la investigación fueron una banda por cada tratamiento, con un total de 4 bandas que pesaron aproximadamente entre 4 Kg y 7Kg cada banda.

MUESTRA PIQUEL ESTÁNDAR

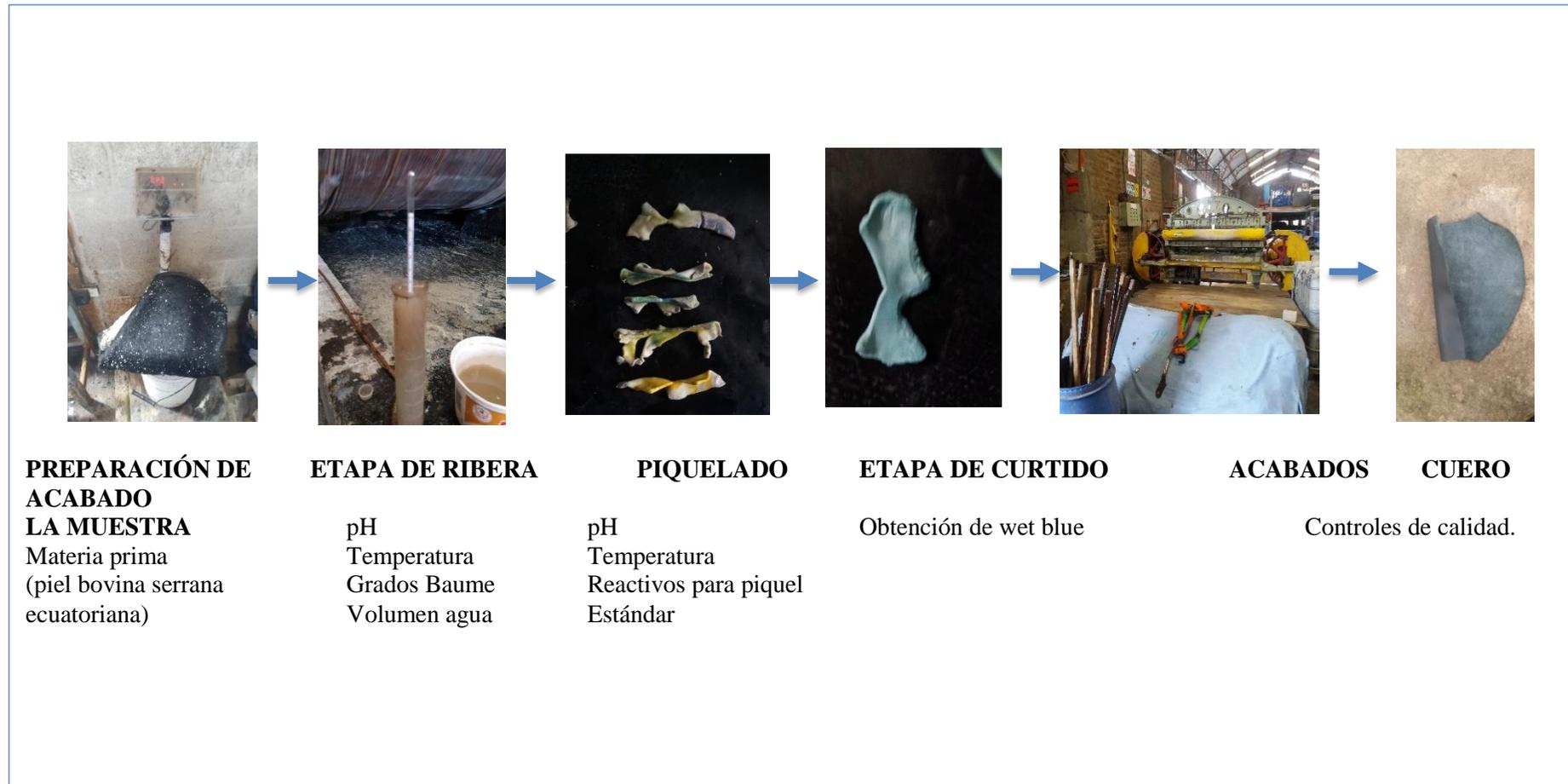


Figura 1-2: Obtención muestras y datos con el tratamiento Piquel Estándar

Realizado por: David Espín, ESPOCH 2020

MUESTRAS PIQUEL CON ÁCIDO SULFÚRICO



Figura 2-2: Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Sulfúrico

Realizado por: David Espín, ESPOCH 202

MUESTRAS PIQUEL CON ACIDO FÓRMICO



Figura 3-2: Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Fórmico

Realizado por: David Espín, ESPOCH 2020

MUESTRAS PIQUEL CON ÁCIDO OXÁLICO



Figura 4-2: Obtención de muestras y datos con el tratamiento Piquel Ác. Oxálico

Realizado por: David Espín, ESPOCH 2020

2.8 Selección de la muestra

Para la selección de materia prima se escogió piel tipo vaca pequeñas para el proceso de curtición; para el análisis químico se escogió un muestreo aleatorio de cabeza, lomo y culata de muestras de cuero wet blue y para el análisis físico y sensorial muestras de cuero teñido.

2.9 Localización del Trabajo de Integración Curricular

El Trabajo de Integración Curricular se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Curtiduría “Hidalgo” ubicada en la parroquia Izamba en la ciudad de Ambato diagonal a la panamericana Indoamérica vía Quito con coordenadas 28°-78’35’’ y en las instalaciones del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la ciudad de Riobamba con coordenadas de 78°40’20’’ Panamericana Sur Km 1 ½ a una altura de 2815msnm.



Figura 5-2: Localización geográfica de las instalaciones de Curtiduría “Hidalgo”

Fuente: Google Maps, 2020



Figura 6-2: Localización geográfica de del Lab. Bromatología y Cueros, ESPOCH

Realizado por: David Espín, ESPOCH 2020

2.10 Técnicas de recolección de datos

En los siguientes puntos se va a describir cada una de las etapas para la obtención de datos para la construcción de un diagrama de hidrolisis a partir de piel bovina serrana ecuatoriana y los respectivos ensayos y pruebas para el estudio de características del cuero utilizando un muestreo aleatorio de las distintas partes del cuero.

2.10.1 Selección y preparación de materia prima

Tabla 5-2: Selección de materia prima

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Es la elección del tipo de piel que se va realizar el proceso de curtido	<ul style="list-style-type: none"> Piel bovina serrana ecuatoriana salada de vaca pequeña 	Bandas de piel por cada tipo de ácido (4 pieles)	<ul style="list-style-type: none"> Tomar distintas bandas de vaca pequeña evitando que se desprenda la sal Pesar cada banda Colocar en el bombo respectivo colocando el volumen de agua acorde al peso, generalmente en curtiembres se trabaja al 500% Volumen de agua 	$V\%H_2O = \frac{500\%H_2O \times \text{Peso bandas}}{100\%H_2O}$ <p>Donde:</p> <p>V%= Volumen de agua 500% H₂O= Volumen estándar de agua Peso bandas= Peso de bandas en Kg que equivale a Litros</p>

Fuente: Guía de producción del laboratorio de la empresa Curtiduría "Hidalgo"

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.10.2 Etapa de Ribera (Remojo, Pelambre y Calero)

Tabla 6-2: Proceso de Remojo, pelambre y calero

Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
Consiste en obtener un hinchamiento de la piel, ablandamiento de la piel, eliminar el pelo, grasas y otros agentes.	Gramos o mililitros de: <ul style="list-style-type: none"> • Agua • Carbonato de sodio • Sulfuro de sodio • Sal • Bactericida • Hidróxido de sodio • Tensoactivo • Hidróxido de calcio (cal) • Fenolftaleína • Piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombo • Densímetro • pHmetro • Termómetro • Balanza 	<p>Remojo</p> <ul style="list-style-type: none"> • El volumen de agua debe tener una temperatura de 30°C • Colocar 0.5% de Na₂ CO₃ por 40 minutos • Adicionar 0.4% de Na₂ S y 0.4% de bactericida por 40 minutos y medir los grados Baume (°Be). • Agregar 0.3% de NaOH y Tensoactivo por 6 horas. • Agregar sal hasta obtener 5 °Be • Dejar encendido el equipo en automático durante toda la noche. <p>Pelambre y Calero</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escurrir el agua anterior y añadir 100% de agua • Añadir 1.5% de cal y 1% Na₂ S hasta que el filo de la flor y la carnaza se torne rosada y se pele por completo la piel midiéndolo con fenolftaleína • Medir pH de la piel y del baño • Añadir 1.5% de cal y 1.5% de Na₂ S en etapas de 1 hora • Automático durante toda la noche, al día siguiente se debe observar un mayor hinchamiento y piel lisa. 	$CR = \frac{\%R \times Pb}{100\%}$ <p>Donde:</p> <p>CR = Cantidad de reactivo(g)</p> <p>%R = Porcentaje del reactivo</p> <p>Pb = Peso de las bandas (g o ml)</p>

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.10.3 Etapa de Descalado y Purga

Tabla 7-2: Proceso de Descarnado, Dividido, Descalado y Purga

Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
Consiste en preparar la piel para el piquel	Gramos o mililitros de: <ul style="list-style-type: none"> • Agua • Sulfato de amonio • Bisulfito de sodio • Activol DAN • Purga enzimática • Piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombo • Descarnadora • pHmetro • Termómetro • Balanza • Rebajadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la piel en la descarnadora • Colocar la piel en la rebajadora <p>Descalado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 120% de agua a 20°C y 0.6%(NH₄)₂ SO₄ por 30 minutos, luego escurrir • Añadir 100% agua a 30°C, 2% (NH₄)₂ SO₄ y 1% NaHSO₃ por 50 min y medir el pH piel y baño. • Añadir % Activol DAN hasta obtener un pH de 7 a 7.5 <p>Purga</p> <ul style="list-style-type: none"> • Añadir la purga enzimática por 40 min y luego realizar dos lavados de 20 min cada uno con 200 % de agua. 	$CR = \frac{\%R \times Pb}{100\%}$ <p>Donde:</p> <p>CR = Cantidad de reactivo(g)</p> <p>%R = Porcentaje del reactivo</p> <p>Pb = Peso de las bandas (g o ml)</p>

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.10.4 Etapa de Piquel

Tabla 8-2: Proceso de Piquelado

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
Piquel estándar	Consiste en preparar la piel para el curtido obteniendo un pH aproximado de 3 a 3.5.	<ul style="list-style-type: none"> Ácidos cotidianos Agua Sal 	<ul style="list-style-type: none"> Bombo PH metro Indicador universal Balanza 	<ul style="list-style-type: none"> Agregar 50% de agua fría o al ambiente. Añadir los ácidos cotidianos y 6% de sal en las dosis respectivas midiendo el pH del baño el pH de la piel con el indicador universal hasta obtener un pH de 3 a 3.5 	$CR = \frac{\%R \times Pb}{100\%}$ <p>Donde:</p> <p>CR = Cantidad de reactivo(g)</p> <p>%R = Porcentaje del reactivo</p> <p>Pb = Peso de las bandas (g o ml)</p>
Piquel Ácido Sulfúrico		<ul style="list-style-type: none"> Ácido Sulfúrico Agua Sal 		<ul style="list-style-type: none"> Agregar 50% de agua fría o al ambiente. Añadir el porcentaje del ácido y 6% de sal en función del peso de las bandas midiendo el pH de la piel con el indicador universal observando una piel blanquecina y lisa hasta obtener un pH de 3 a 3.5, la cantidad o porcentaje de ácido del piquel y el tiempo dependerá hasta obtener el pH requerido para el curtido. 	
Piquel Ácido Fórmico		<ul style="list-style-type: none"> Ácido Fórmico Agua Sal 			
Piquel Ácido Oxálico		<ul style="list-style-type: none"> Ácido Oxálico Agua Sal 			

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.10.5 Curtido

Tabla 9-2: Proceso de Curtido

Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
Consiste en transformar la piel en cuero obteniendo wet blue o cuero azul.	Gramos o mililitros de: <ul style="list-style-type: none"> • Agua • Sal de cromo • Fungicida • Bicarbonato de sodio • Piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombo • pHmetro • Balanza 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir 4% de sal de cromo durante una hora • Colocar 0.3% de fungicida durante 20 minutos • Añadir 4% de sal de cromo durante una hora • Medir el grado de penetración de la sal de cromo en la piel mediante cortes de distintas partes de la banda. • Añadir 1.5% NaHCO₃ • Dejar automático durante toda la noche el equipo, al día siguiente escurrir el wet blue y rebajar. • Obtención de muestras wet blue para el análisis químico 	$CR = \frac{\%R \times Pb}{100\%}$ <p>Donde:</p> <p>CR = Cantidad de reactivo(g) %R = Porcentaje del reactivo Pb = Peso de las bandas (g o ml)</p>

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.10.6 Acabados del cuero

Tabla 10-2: Proceso de acabados del cuero

Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
Consiste en proporcionar características estéticas y de conservación al cuero wet blue.	<ul style="list-style-type: none"> • Independientemente de cada etapa y del tipo de cuero que se desea obtener. • Cuero 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombo • Zaranda 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el proceso de neutralización • Realizar el proceso de tintura y engrase • Secado al ambiente. • Muestras de cuero para análisis físico y sensorial 	<ul style="list-style-type: none"> • Independientemente de la etapa

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.11 Tratamiento y diseño experimental

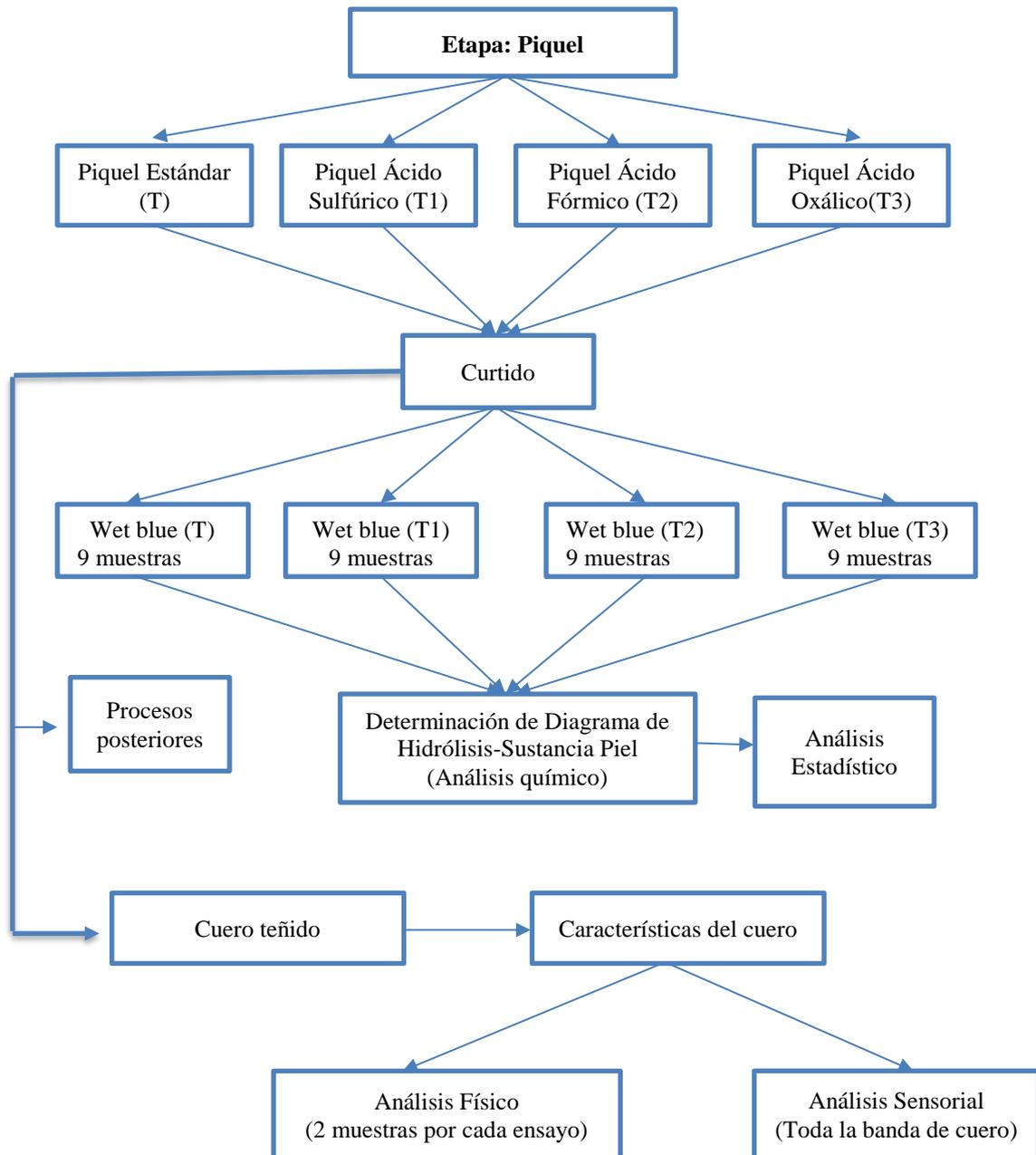


Figura 7-2: Tratamiento y diseño experimental

Realizado por: David Espín, ESPOCH 2020

2.12 Análisis Químico

2.12.1 Humedad

Tabla 11-2: Proceso de secado

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
IUC-2	Toma de muestras.- La norma determina la muestra de pieles enteras o medias pieles, cuellos, crupones, faldas.	<ul style="list-style-type: none"> Wet blue 	<ul style="list-style-type: none"> Flexómetro Cuchilla 	<ul style="list-style-type: none"> Se procede a la toma de muestras por cada zona: cabeza, lomo y culata. 	-----
IUC-5	Determinación del contenido en agua o de humedad del cuero	<ul style="list-style-type: none"> Muestras wet blue 	<ul style="list-style-type: none"> Secador de bandejas Cajas de aluminio Balanza 	<ul style="list-style-type: none"> Pesar las muestras en cajas de aluminio y colocar en el secador a 120°C. Sacar de la estufa y colocar en un desecador a temperatura ambiente Pesar nuevamente Realizar el mismo procedimiento hasta obtener un peso constante 	$P = \frac{G - G1}{G} \times 100\%$ <p>Donde: P = Porcentaje de humedad G = Masa de la muestra antes del secado (gramos) G1 = Masa de la muestra después del secado (gramos)</p>
IUC-3	Desfibrado del material objeto de ensayo, consiste en desmenuzar la muestra con troquel o cuchillas hasta obtener una muestra homogénea.	<ul style="list-style-type: none"> Muestra Wet blue 	<ul style="list-style-type: none"> Molino de cuchillas Tamiz de placas metálicas Cuchillas 	<ul style="list-style-type: none"> Moler los trozos de cuero en el molino Pasar por el tamiz las muestras obtenidas 	-----

Fuente: Ensayos Químicos para cueros IUC, 2020

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.12.2 Sustancia Piel

Tabla 12-2: Determinación de sustancia piel por ASTM D-2868

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
<ul style="list-style-type: none"> ASTM-D2868 	Determinación del contenido de nitrógeno y sustancia piel	<ul style="list-style-type: none"> Muestras wet blue H₂ SO₄ (0.3N) H₂ SO₄ (0.5N) NaOH (0.5N) H₃ BO₃ Indicador mixto Azúcar común (sacarosa) H₂ SO₄ gr o sp 1.84 NaOH (0.1N) Catalizador Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> Macro Kjeldahl Balanza analítica 	<p>Digestión- transfiera la muestra a un matraz Kjeldahl, teniendo cuidado de que todo el polvo se agite en el bulbo principal del matraz. Agregue 10 +/- 0.5 g de la mezcla de digestión del catalizador, algunas cuentas de vidrio u otros agentes anti golpes y 25 ml de H₂SO₄. Mezcle el contenido girando suavemente hasta que el polvo humedezca todo el polvo. mantenga esta ebullición durante 1.5 h. Enfriar y diluir con 250 a 300 ml de agua.</p> <p>Destilación (solución de ácido bórico) Mida 125 mL de la solución H₃BO₃ con un cilindro graduado y transferir a un matraz receptor Erlenmeyer de 500 ml. Coloque el matraz receptor debajo del tubo de salida del condensador de modo que el extremo del tubo se sumerja debajo de la superficie de la solución de H₃BO₃. Vierta cuidadosamente una cantidad de la solución concentrada de NAOH, suficiente para hacer que el contenido del matraz sea fuertemente alcalino, lentamente por el costado del matraz de digestión para que el cáustico se deposite en el fondo y no se mezcle con el ácido. La</p>	$B = \frac{Vb * Nb}{Na}$ <p>Donde:</p> <p>B = Blanco estándar (ml) Vb = ml de NaOH requeridos para el blanco Nb = Normalidad del NaOH Na = Normalidad del H₂ SO₄</p> $\%N = \left[\frac{\{(A \pm B) * N * 0,014\}}{W} \right] * 100$ <p>Donde:</p> <p>%N = Porcentaje de Nitrógeno A = ml de H₂ SO₄ requeridos para la titulación. B = Blanco estándar (ml) N = Normalidad del H₂ SO₄ 0.5N W = Gramos de muestra (1g)</p>

				<p>cantidad de solución concentrada de NaOH requerida es de aproximadamente 95 ml. Conecte el matraz Kjeldahl a la trampa de inmediato y asegúrese de que el tapón de goma esté firmemente en su lugar. Agite suavemente el contenido para mezclar las dos capas y luego caliente lo suficiente como para hervir la solución en el matraz. Continúe calentando hasta que se hayan destilado 150 a 200 ml y se haya recogido en la solución receptora H3BO3. Desconecte el matraz y la trampa antes de apagar el calor para evitar aspirar la solución del receptor nuevamente dentro del matraz. Desconecte el tubo de salida del condensador y enjuáguelo en el receptor. Diluya el contenido del receptor a aproximadamente 350 ml.</p> <p>Valoración (solución de ácido sulfúrico)- Valorar el contenido del receptor del destilado en blanco inmediatamente con NaOH 0,5 N (6.12) hasta un punto final azul-verde. Registre el volumen de titulante para el blanco. Titula los matraces receptores para las muestras al mismo punto final. Registre el volumen de titulante para cada muestra.</p>	$\%Sp = 5,62 * \%N$ <p>Donde:</p> <p>% Sp = Porcentaje de sustancia piel</p> <p>5.62 = Factor para pieles vacunas</p> <p>%N = Porcentaje de nitrógeno</p>
--	--	--	--	---	---

Fuente: Normas ASTM, 2020

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

Tabla 13-2: Determinación de sustancia piel por la Norma IUC-10

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
<ul style="list-style-type: none"> IUC-10 	Esta norma establece el método para determinar la cantidad de nitrógeno y de sustancia piel existente en los cueros.	<ul style="list-style-type: none"> Muestras wet blue H₂ SO₄ gr o sp 1.84 (96%) Catalizador adecuado Hidróxido de sodio al 35% H₂ SO₄ (0.5N) Indicador Ácido bórico al 4% 	<ul style="list-style-type: none"> Macro Kjeldahl Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> Si se trata de cuero al cromo, pesar solamente 2 g. Adicionar 30 cm³ de ácido sulfúrico concentrado y 5 g de catalizador Calentar a pequeña llama, luego a llama más intensa, hasta que la disolución quede clara. Enfriar y diluir el mineralizado con unos 50 cm³ de agua destilada, enfriar y trasvasar al matraz de destilación. Lavar por dos veces el matraz Kjeldahl, con unos 20 cm³ cada vez. Diluir el contenido del matraz de destilación con otros 80 cm³ de agua destilada, adicionar unas gotas de fenolftaleína y alcalinizar con unos 70 cm³ de hidróxido sódico al 35%. Destilar el amoniaco en corriente de vapor y recoger en un matraz colector que contenga 100 cm³ de disolución de ácido bórico al 4% provista ya de indicador, introducir el refrigerante en la disolución de ácido bórico. El amoniaco destilado hace virar el indicador. Destilar hasta obtener unos 150 cm³ a 200 cm³ de destilado. Valorar el amoniaco con ácido sulfúrico o clorhídrico 0,5 N hasta pH de 4 a 6. Si emplearnos como indicador una disolución de ácido bórico al 4%, valorar hasta su viraje- 	$N = 0.7 \frac{V}{G}$ <p>Donde: N = Contenido de nitrógeno (%) V = Volumen consumido en la valoración (ml) G = Masa inicial del cuero (g)</p> $P = 5,62 * N$ <p>Donde: P = Porcentaje de sustancia piel 5.62 = Factor para pieles vacunas N = Porcentaje de nitrógeno</p>

Fuente: Ensayos Químicos para cueros IUC, 2020

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.13 Análisis físico

Tabla 14-2: Pruebas físicas

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
<ul style="list-style-type: none"> IUP 6/ INEN1061 	Determinación de resistencia a la tensión o tracción de cueros	<ul style="list-style-type: none"> Muestras de cuero 	<ul style="list-style-type: none"> Tensiómetro 	Este ensayo es aplicable a cualquier clase de cuero. Se miden los cambios que experimentan la capa de flor y el acabado en la tensión a través del tensiómetro.	$S = \frac{F}{he}$ <p>S= Resistencia a la tracción (N/cm²) F= Carga en el momento de la rotura de la probeta (N) h= Ancho promedio de la probeta(cm) e= espesor de la probeta (cm)</p>
<ul style="list-style-type: none"> IUP-6/ INEN 1061 	Determina el porcentaje de elongación	<ul style="list-style-type: none"> Muestras de cuero 	<ul style="list-style-type: none"> Elastómero 	Se utiliza para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos	$Sc = \frac{Lc - Lo}{Lo} \times 100$ <p>Sc=Alargamiento bajo la carga preestablecida (%) Lc= Longitud de la probeta bajo la carga preestablecida (mm) Lo= Longitud inicial de la probeta (mm)</p>
<ul style="list-style-type: none"> IUP-9/ INEN 555 	Lastometría	<ul style="list-style-type: none"> Muestras de cuero 	<ul style="list-style-type: none"> Lastómetro 	Este método únicamente es aplicable a cueros pesados. Se verifica si el cuero se quiebra al doblarlo (con la cara flor hacia el exterior) alrededor de un mandril.	$lastometria = 15.848x^3 - 229.24x^4 + 1313.4x^2 - 3724.8x^2 + 5229.5x - 2901.5$ <p>X es igual a la presión en bares o BAR</p>

Fuente: Ensayos Físicos para cueros IUP, 2020

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

2.14 Análisis sensorial

Tabla 15-2: Pruebas subjetivas o sensoriales

Análisis	Principio	Reactivos	Equipos	Procedimiento y manejo de equipos	Fórmula para cálculos
• Tacto	Determina la sensibilidad al tacto del cuero.	• Muestras de cuero teñidas	• -----	Se desliza suavemente la mano sobre el área superficial del cuero, identificando al inspector de calidad qué sensación le produce.	Suave y sensible al tacto= calificación alta Sensación brusca o áspera=Calificación baja
• Blandura	Determina la blandura suavidad o caída de los cueros	• Muestras de cuero teñidas	• -----	Un inspector de calidad toma entre la yema de sus dedos el cuero y realiza varios deslizamientos y torsiones por toda la superficie tanto en el lomo, culata como en la cabeza determinando la suavidad y caída del cuero.	Valor 1= menor caída más dureza Valor 5= mayor caída menor dureza Valor= 2-4 resultados con menor blandura
• Llenura	Determina visualmente la llanura de los cueros	• Muestras de cuero teñidas	• -----	Determinada por un inspector de calidad que califica visualmente la superficie total del cuero determinando partes llenas en zonas específicas. Observando que partes se encuentran con llenura uniforme y que partes presentan llenura heterogénea.	Se califica mediante puntos 1-5: 5= Excelente 4= Muy buena 3= Buena 2= Baja 1= Mala
• Color	Determina el color que presentan los cueros	• Muestras de cuero teñidas	•	Se determina mediante el órgano sensorial de la vista, calificado que color tiene, el color es independiente del proceso, dependerá del cliente.	Independiente / Órgano visual

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Caracterización de materia prima

Tabla 1-3: Características de la piel a procesar.

PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA	
Tipo	Vacuno
Sexo	Hembra
Tamaño	Pequeña
Aspecto	Piel medianamente dura, pelaje de dos colores, piel con superficie sana, sin daños a la piel.
Peso	Cada banda pesó aproximadamente de 5 a 8 kg.

Fuente: Guía de producción en laboratorio de la empresa Curtiduría “Hidalgo”

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

Para llevar a cabo la investigación se trabajó con bandas de piel bovina serrana ecuatoriana; en este caso de vaca pequeña, todas las muestras son de este tipo para que no exista una mayor generación de errores en los resultados debido a que cada tipo de piel presenta características diferentes y usos, al realizar investigaciones en pieles, según Adzet (1985), menciona que hasta el momento no se han encontrado dos pieles que presenten similar composición o características cualitativas o cuantitativas.

La piel de vaca pequeña es un punto de referencia para otro tipo de pieles, se escogió este tipo de piel como modelo para la investigación porque representa en su mayoría la materia prima en las curtiembres de la región sierra del Ecuador, además de presentar una edad temprana del animal, escogiendo pieles a conveniencia tratando de que sean de igual tamaño y con similitud de su aspecto superficial; para partir con el proceso se escogieron pieles saladas en diferentes etapas de tiempo pero correctamente conservadas, óptimas para procesarlas.

3.2 Análisis de Etapa de Ribera

A continuación, se detallarán en la Tabla 2-3 los parámetros que se controlaron durante la etapa de remojo, pelambre y calero, para esta experimentación se eligió tres tratamientos más el tratamiento estándar que servirá de comparación y análisis a la vez, estos tratamientos son el piquel con ácido sulfúrico, fórmico, el ácido di carboxílico oxálico y el piquel estándar, las etapas del proceso serán las mismas para cada tratamiento.

Tabla 2-3: Parámetros de la Etapa de Remojo, Pelambre y Calero

Ensayo	Peso (Kg)	Grados Baumé (°Be)	Sal (%)	pH piel Remojo	pH baño Remojo	pH piel (Pelambre)	pH baño (Pelambre)	Hinchamiento (mm)	Temperatura (°C)
Prueba T	6.60	4.9	15.00	10.50	10.00	13.50	14.00	6.00 – 15.00	28.00
Prueba T1	7.20	5.00	16.50	10.50	10.50	13.00	14.00	7.00 – 13.00	25.00
Prueba T2	6.00	5.10	17.00	10.00	11.00	13.00	13.00	6.00 - 15.00	25.00
Prueba T3	6.50	4.80	14.50	10.50	11.00	13.00	14.00	6.00- 12.00	25.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

En la Tabla 2-3 la etapa de Ribera, se recalca que cada tratamiento se trabajó con una banda de piel, siendo una banda igual a la mitad de una piel entera. Los grados Baumé es un punto muy importante dentro de estos procesos, esta variable indica el grado de salinidad que presentan las pieles, razón por la cual a se salan antes su conservación, una piel no salada llevara más tiempo alcanzar el estándar Baumé que es de 5 aproximadamente; para los cuatro tratamientos las pieles presentaron °Be de 1 a 1.2 al inicio del proceso, para llegar a 5 °Be se fue añadiendo sal muera en intervalos de tiempo de 30 minutos en adelante. Se especifica que la Prueba T es el Piquel Estándar, la Prueba T1 Piquel Ácido Sulfúrico, la Prueba T2 el Piquel Ácido Fórmico y la Prueba T3 el tratamiento del piquel con el ácido oxálico.

El peso para todos los ensayos tubo una cierta similitud para que presenten más semejanzas en ciertas características superficiales generando resultados más valederos. La cantidad de sal que se utilizó para cada prueba fue diferente; en la Prueba T y la Prueba T2 obtuvimos valor de 18 y 17 % de sal en relación al peso, esto se debe a que estas pieles probablemente fueron pieles que apenas tuvieron una semana de salado que llevo a un consumo mayor de sal para llegar a los 5 °Be aproximadamente, en las pruebas T1 y T3 observamos valores entre 14 y 16 %, valores comunes de la etapa de remojo a nivel industrial, a estas diferencias los consideraremos errores aleatorios pero que no influenciaran en etapas posteriores.

En cuanto al pH de Remojo como de Pelambre y Calero de piel y de baño no es un parámetro muy importante en estas etapas debido que el objetivo es preparar la piel mediante los °Be, los resultados de pH en las etapas mencionadas no presentan diferencias significativas.

El hinchamiento es un factor muy importante en esta etapa, este parámetro cumple la función de preparar la piel con un mayor hinchamiento posible en su grosor, un ablandamiento en su piel y un pelambre total; en la Prueba T y T2 observamos que el hinchamiento es mayor, esto se debe al tiempo en que llegó a los °Be requeridos ayudo a un hinchamiento, se evidencia que existió una mayor acción mecánica entre pieles; si las condiciones del equipo son decadentes y se trabajan con pocas pieles el hinchamiento será deficiente, para los ensayos se trabajó con un equipo apropiado a escala de laboratorio, descartando la deficiencia del equipo, otro error aleatorio en esta etapa fue el número de pieles pues el equipo tiene capacidad de 10 pieles pero se trabajó con una banda por la mitad, disminuyendo la acción mecánica entre ellas, obteniendo los valores de hinchamiento reflejados en la Tabla 2-3, es posible que en otros ensayos se obtenga hinchamientos mayores o menores debido a las condiciones mencionadas, sobre todo la acción mecánica.

La temperatura para estas etapas fue constante, variable que se controló mediante del tablero digital del equipo, la fricción y golpes de la piel puede elevar la temperatura y generar cambios dentro de la estructura de la piel.

3.3 Análisis Etapa de Desencalado y Purga

Tabla 3-3: Parámetros de control en la etapa de Desencalado y Purga

Ensayo	Peso (kg)	pH piel Inicial (Desencalado)	pH piel Final (desencalado)	pH piel inicial (Purga)	pH baño (Purga)	Hinchamiento Final (mm)	Temperatura (°C)
Prueba T	5.30	13.50	7.50	7.50	7.50	6.00	25-28.00
Prueba T1	6.40	13.00	7.50	7.50	7.50	5.00	25-28.00
Prueba T2	6.60	13.00	7.00	7.00	7.00	6.00	25-28.00
Prueba T3	7.60	13.00	7.00	7.00	7.00	6.00	25-28.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

Para iniciar con la etapa de desencalado y purga, a la piel se hace pasar previamente por un proceso de rebajado y dividido eliminando grasas, pelo u otros agentes ajenos a la piel; el peso variara a comparación del peso inicial del proceso de curtiembre. En el desencalado y purga el objetivo es preparar la piel para el Piquel con un pH entre 7 y 7.5 aproximadamente siendo este igual al punto isoeléctrico en la piel, es decir existiendo un equilibrio entre el medio externo y el

medio interno, al final de estos procesos, si el pH es menor a los valores mencionados la piel tendera a una piel acida y disminuirá el hinchamiento, provocando cambios en la estructura o llegando a destruir la piel lo cual desfavorecerá en la etapa de Piquel y causa la destrucción de la piel. El pH al final de estos procesos oscila entre 7 y 7.5 como se esperó, al ser cada banda diferente se reflejan valores diferentes de pH en la Tabla 3-3 pero se encuentran dentro del rango establecido, el pH de la piel es fundamental para la siguiente etapa porque se trabaja con un volumen y temperatura diferente de agua. La Temperatura en estas etapas es un parámetro de control, debido al aumento de temperatura puede generar cambios en la estructura de la piel, se menciona un aumento por la reacción que ocurre entre pieles al momento de fricción o golpeteo, este parámetro se controló mediante el tablero digital del equipo. El hinchamiento es un factor que debe ser sobre todo observado, si existe un hinchamiento en una banda diferente de las demás refleja que esa piel no fue inspeccionada en el momento de caracterizarla presentando cambios en su interior; si la piel al final de esta etapa presenta un hinchamiento bajo refleja que la piel presento cambios drásticos en su estructura, en esta etapa se menciona que pueden surgir un hinchamiento acido. En los tratamientos T, T1, T2 y T3 observamos valores de hinchamiento entre 5 y 7 mm, valores que oscilan dentro de este rango. Cabe recalcar que estas formulaciones de proceso fueron proporcionadas por parte de la empresa, se puede encontrar en otros textos o recetarios valores más altos o menores a los establecidos en esta investigación.

3.4 Análisis de la Etapa de Piquel

La etapa de Piquel es muy importante dentro del proceso del curtido, cumple la función de preparar a la piel con un pH optimo y una piel con condiciones adecuadas para la reacción con los productos curtientes; en el piquel se trabaja a temperatura ambiente lo cual no será necesario tabular para su análisis, para cada prueba se utilizó una banda de piel dividida en la mitad; a continuación, se reflejan los resultados del Piquel para cada tratamiento.

Tabla 4-3: Parámetros del piquel con la Prueba T (Piquel Estándar)

Cantidad de ácido (%)	pH piel	Tiempo(min)
0.00	7.50	0.00
0.25	6.50	15.00
0.50	5.50	15.00
0.25	5.00	15.00
0.50	4.60	15.00
0.20	4.40	15.00
0.20	4.10	15.00
0.20	3.50	15.00
0.20	3.20	15.00
0.20	3.00	15.00
Total =2.50		Total = 135.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

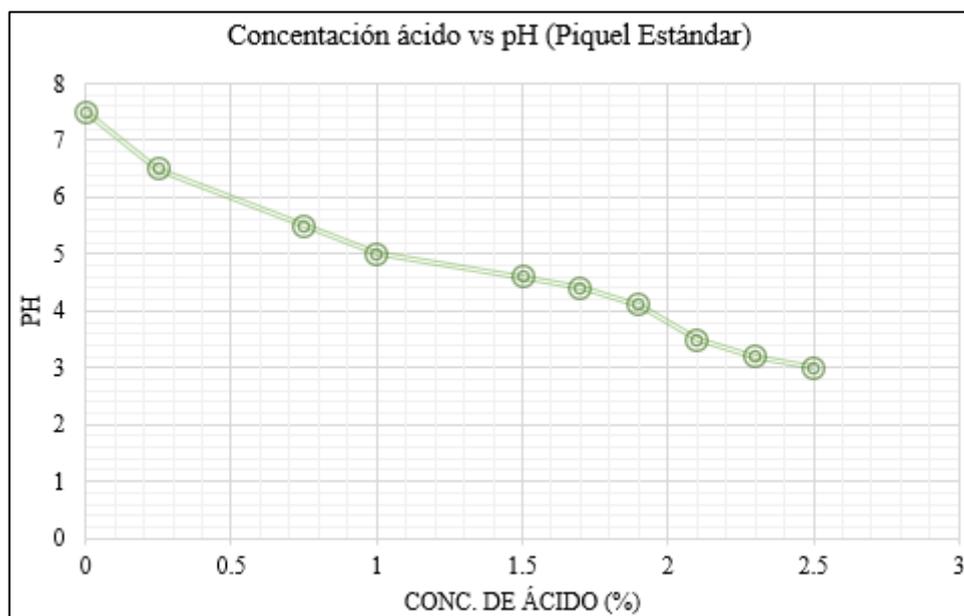


Gráfico 1-3: Curva de Piquel Estándar

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

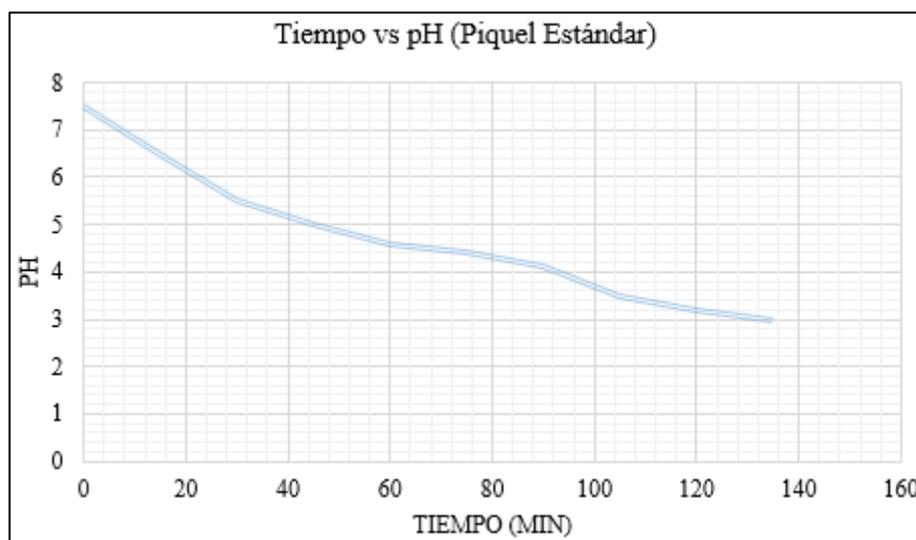


Gráfico 2-3: Curva de Piquel Estándar

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

El Piquel Estándar ya tiene establecido su formulación en cuanto a la Cantidad de ácido y Tiempo, pero existe una diferencia entre trabajar en escala de laboratorio y escala a nivel industrial por el simple hecho que existe más cantidad de bandas, diferente equipo y acción mecánica mayor que puede influenciar en el tiempo y pH; la cantidad de ácido ya está establecida por cuanto esta en relación al peso.

En la Tabla 4-3 observamos el tiempo, el pH de la piel, y cantidad de ácido; al pH del baño no se controla debido a que al inicio del piquel existe el punto isoeléctrico es decir un equilibrio entre el medio interno y externo, y el objetivo es el pH de la piel. La cantidad de ácido es 2.5% valor ya establecido dentro de formulaciones de la empresa, el valor de pH se controló en escalas de 15 minutos hasta obtener un pH de 3, obteniendo un tiempo aproximado de 2 horas con 15 minutos a diferencia a escala industrial que es de 3-6 horas aproximadamente, esto se debe a que el equipo es diferente y el número de pieles menor, logrando el pH en menor tiempo. En el Gráfico 1-3 se observa la variación que existe entre la cantidad del ácido y el pH de la piel, evidenciando que no existe un intervalo exacto de variación con cada dosis; se utilizó dosis de 0.25 y 0.50% para tener un mejor control del cambio de pH, esta variación heterogénea se debe a que en el piquel se utilizaron más de un ácido para su proceso como indica el manual de la empresa. En el Gráfico 2-3 se evidencia el cómo varía el pH en función del tiempo, el tiempo de control fue homogéneo aplicando un intervalo de 15 minutos para el control, verificando en cada 15 minutos existió una diferencia de variación de un pH a otra de 1 al inicio y al final de 0.2-0.5, conforme paso el tiempo se obtuvo en un total de 2 horas 15 minutos el pH requerido.

Tabla 5-3: Parámetros del piquel con la Prueba T1 (Ácido Sulfúrico)

Cantidad de ácido (%)	pH piel	Tiempo
0.00	7.50	0.00
0.20	7.00	15.00
0.20	6.75	15.00
0.20	6.35	10.00
0.20	5.80	10.00
0.20	5.00	10.00
0.10	4.20	10.00
0.10	3.50	10.00
0.05	3.20	10.00
Total = 1.25		Total = 90.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

En la Tabla 5-3 evidencia los resultados de la primera prueba que fue el Piquel con Ácido Sulfúrico, trabajando con un pH desde 7.5 hasta obtener un pH aproximado de 3.2 y un tiempo total de dos horas. La cantidad de ácido que se utilizó fue de 1.25% en relación a su peso. El ácido sulfúrico fue de grado industrial propio dentro de las curtiembres, al trabajar un piquel con ácido sulfúrico si la cantidad de ácido llega a un 3% existirá un alto consumo de sustancia piel, evidenciamos que el consumo fue de 1.25% en su totalidad.

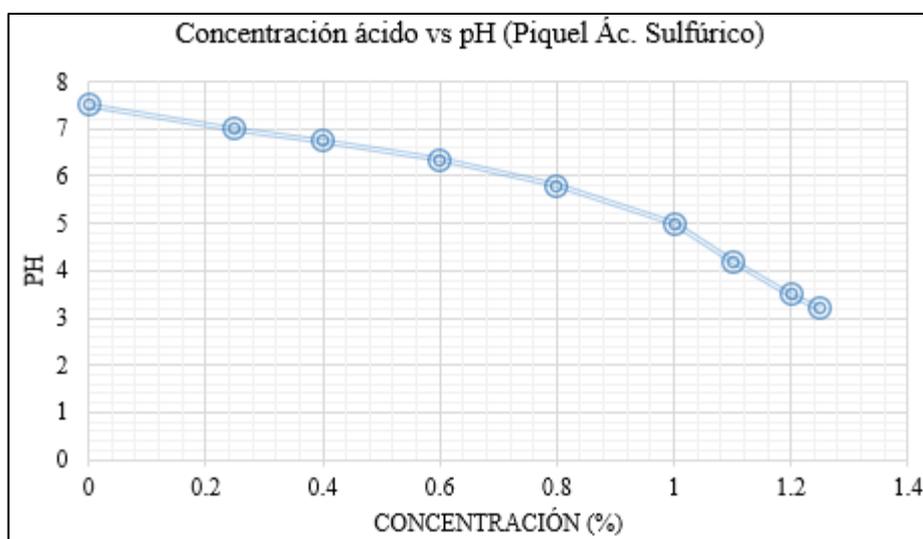


Gráfico 3-3: Curva de Piquel Ácido Sulfúrico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

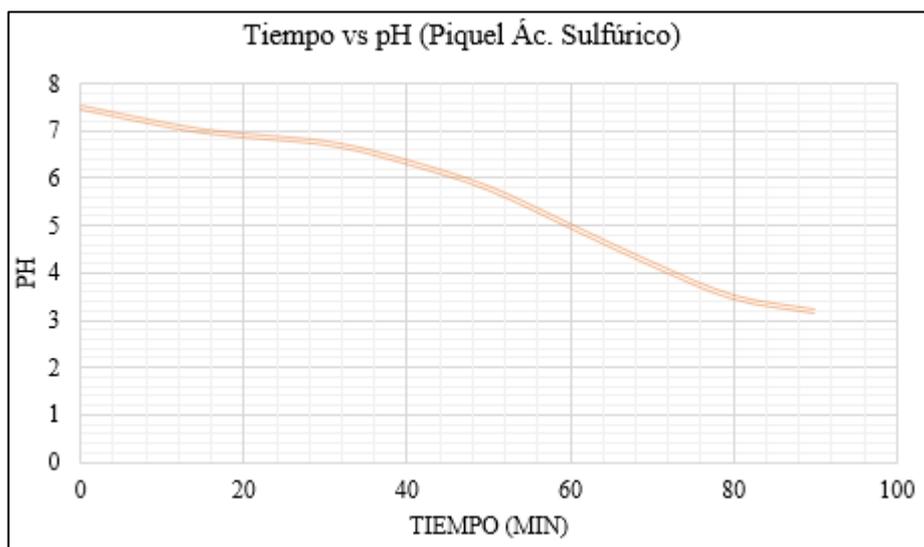


Gráfico 4-3: Curva de Piquel Ácido Sulfúrico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

En el Grafico 3-3 se agregó la cantidad de ácido en escalas de 0.2 y 0.10 y la ultima de 0.05 % reflejando resultados de pH de manera irregular debido a que al ser 1 banda dividida e cada una posee un grosor de piel diferente y zonas diferentes de penetración del ácido. En el Grafico 4-4 como era de esperarse observamos que el tiempo fue menor por ser un ácido fuerte que presenta un punto de ebullición alto pudiendo formar otros ácidos a partir de sales, es importante el uso de una sal, en este y todos los casos se trabajó con sal común. Es importante tener control de este ácido, puede provocar una sobre acidez en la piel, generando problemas en el curtido, los restos de ácido presente en la piel pueden llegar a quemar esta, en cuanto al tiempo se fue controlando de igual manera en parámetros de 15 minutos.

Tabla 6-3: Parámetros del piquel con la Prueba T2 (Ácido Fórmico)

Cantidad de ácido (%)	pH piel	Tiempo
0.00	7.00	0.00
0.25	6.50	15.00
0.25	6.00	15.00
0.25	5.50	15.00
0.25	5.00	15.00
0.25	4.50	15.00
0.25	4.00	15.00
0.25	3.50	15.00
0.25	3.00	15.00
Total = 2.00		Total = 120.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

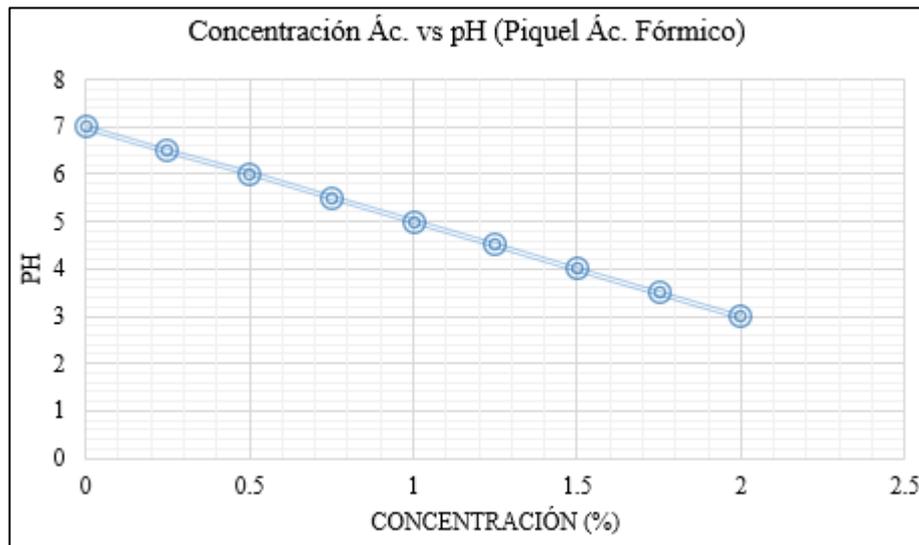


Gráfico 5-3:Curva de Piquel Ácido Fórmico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

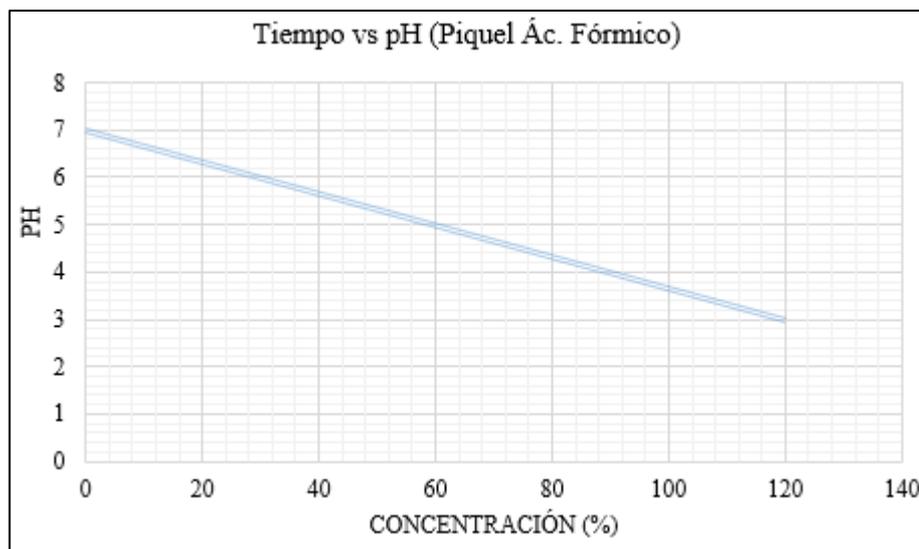


Gráfico 6-3:Curva de Piquel Ácido Fórmico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

Para el Piquel con Ácido Fórmico se controló el pH con la Cantidad de ácido y tiempo en escalas regulares, 0.25% y 15 minutos respectivamente, debido que el ácido fórmico tiene la propiedad de agente reductor presentando un buen grado de penetración en la estructura de las fibras de colágeno además de ser un agente enmascarante. En el Grafico 5-3 se observa que la cantidad de ácido fue de 2%, esta es mayor al piquel ácido sulfúrico porque es un ácido débil, pero este presenta la particularidad de un buen grado de penetración, evidenciando una penetración uniforme en la piel como señala la recta de la gráfica, este ácido es común en las curtiembres es muy utilizado generalmente en combinación con otros ácidos. En la Grafica 6-3 como resultado se observa un tiempo de dos horas, resaltando a este tipo de piquel muy óptimo para ser aplicado

a nivel industrial de manera frecuente, al ser un ácido débil se puede tener un mejor control a diferencia del ácido sulfúrico que si se trabaja sin control puede quemar la piel o generar cambios bruscos en su estructura.

Tabla 7-3: Parámetros del piquel con la Prueba T3 (Ácido Oxálico)

Cantidad de ácido (%)	pH piel	Tiempo
0.00	7.50	0.00
0.40	7.20	20.00
0.40	6.80	20.00
0.40	6.20	20.00
0.40	5.60	20.00
0.40	5.00	20.00
0.40	4.20	20.00
0.40	3.50	20.00
0.40	3.00	20.00
Total = 3.20		Total = 160.00

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020

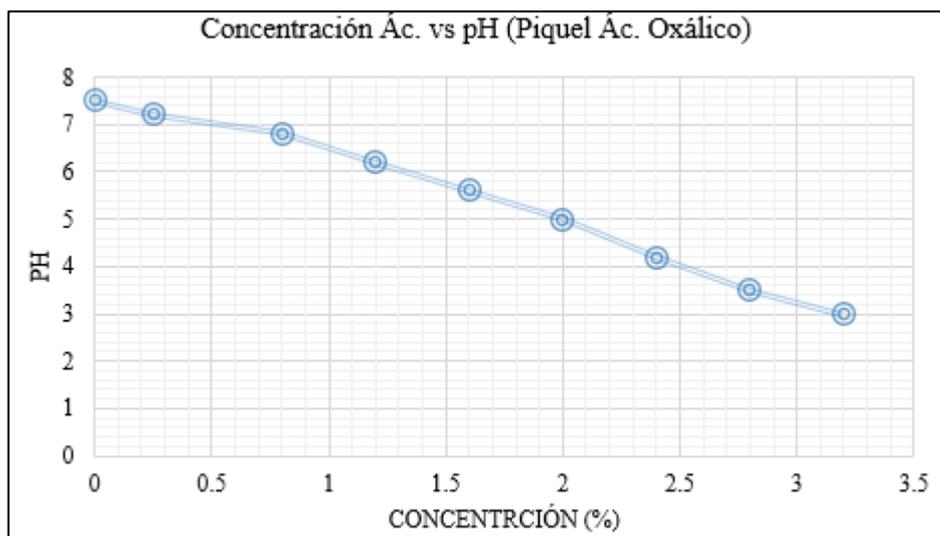


Gráfico 7-3: Curva de Piquel Ácido Oxálico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

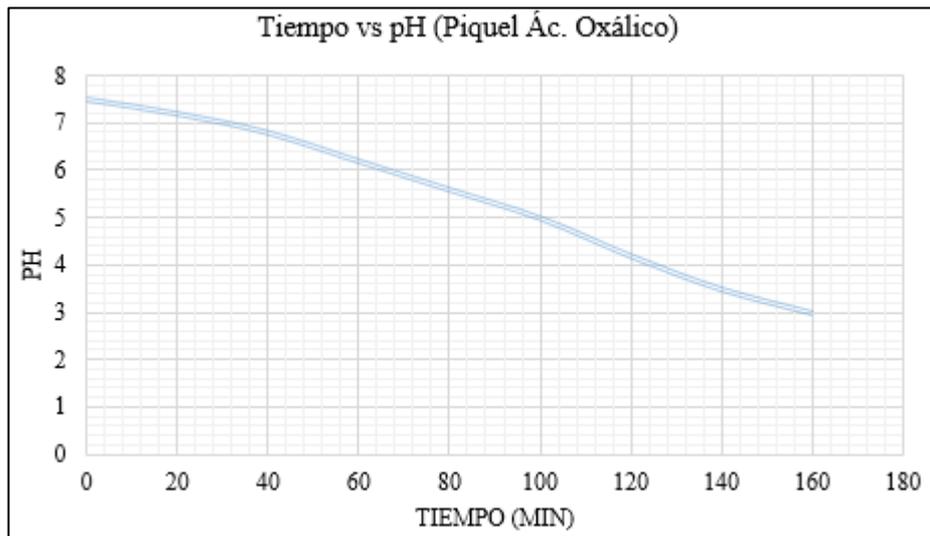


Gráfico 8-3: Curva de Piquel Ácido Oxálico

Realizado por: Espín Silva David, ESPOCH 2020.

La Tabla 7-3 refleja el Piquel Ácido Oxálico, trabajando desde un pH de descalcado de 7.5 hasta obtener un pH de 3, un total de 3.2% de ácido se consumió y un tiempo de 2 horas 40 minutos, se evidencia el mayor consumo de ácido y tiempo a comparación de los otros ensayos o pruebas, como se observa en las Gráficas 7-3 y 8-3 sus curvas tienden a ser una recta uniforme pero los intervalos de cambio de pH son irregulares, esto se debe a que el ácido oxálico es un ácido orgánico fuerte saturado y un ácido dicarboxílico, desprendiendo dos iones hidrogeno por molécula siendo un ácido liotrópico y tendiendo a producir una hinchazón liotrópica, estos pueden generar cambios en la estructura del colágeno al presentar iones carboxilo y amino, el grado de penetración no es fuerte razones por las cuales se obtuvo un mayor consumo de ácido y por ende un mayor tiempo.

3.5 Análisis de Curtido y acabados

Tabla 8-3: Curtido y acabados del cuero

TRATAMIENTO	CURTIDO	ACABADOS
Piquel Estándar (T)	Cutido al cromo	Cuero con teñido vegetal y engrasado
Piquel Ác. Sulfurico (T1)	Cutido al cromo	Cuero con teñido vegetal y engrasado
Piquel Ác. Fórmico (T2)	Cutido al cromo	Cuero con teñido vegetal y engrasado
Piquel Ác. Oxálico (T3)	Cutido al cromo	Cuero con teñido vegetal y engrasado

Realizado por: Espín Silva David, 2020

Posterior a la etapa de piquel viene el curtido propiamente dicho, en la cual se obtuvo muestras para el análisis químico para la obtención de resultados de sustancia piel y la construcción de un diagrama de hidrolisis, el curtido es la etapa en donde netamente la piel pasa a ser cuero, llamado cuero húmedo azul o wet blue, se utilizó curtiente mineral específicamente sal de cromo; el cuero wet blue es el primer tipo de cuero que se presenta en el proceso de curtiembre, se analizó a partir de estas muestras porque en procesos posteriores se utilizan una gama más amplia de productos químicos que por ende de una u otra manera generaran cambios en la estructura del cuero y variarían los resultados, es decir una muestra wet blue generara resultados más puros; el mismo proceso, las mismas formulaciones se utilizaron para todos los tratamientos. En cuanto a las etapas de acabados del cuero no se hace un énfasis profundo en cada etapa debido que se utilizó las mismas formulaciones de la empresa, los mismos procesos o técnicas para todos los tratamientos, al final de esta etapa se obtiene las muestras que facilito el análisis de resultados para las pruebas físicas y sensoriales, recalcando que estas muestras de cuero son simplemente teñidas al vegetal y engrasadas sin acabados finales.

3.6 Análisis Químico

3.6.1 Humedad

Para determinar la humedad se trabajó en base a la normativa de la Unión Internacional de Ensayos Químicos (IUC); la norma IUC-5, Determinación de Humedad en cueros, se recalca que para todos los análisis químicos se muestreo tres muestras de cada zona de la piel; cabeza, lomo y culata, respectivamente, obteniendo nueve muestras por cada tratamiento.

$$P = \frac{G - G1}{G} \times 100\%$$

Donde:

P = Porcentaje de humedad

G = Masa de la muestra antes del secado (gramos)

G1 = Masa de la muestra después del secado (gramos)

Tabla 9-3: Datos experimentales de secado del Piquel Estándar (Prueba 1)

PIQUEL ESTÁNDAR (Prueba T)			
TIEMPO(min)	Muestra1 (g)	Muestra 2 (g)	Muestra 3 (g)
0.00	12.563	12.532	12.443
45.00	8.854	8.885	9.001
90.00	7.574	7.63	7.089
135.00	6.78	6.754	6.435
180.00	5.992	6	5.887
225.00	5.732	5.969	5.602
270.00	5.669	5.659	5.579
315.00	5.667	5.638	5.569
HUMEDAD (%)	54.89134761	55.0111714	55.24391224

Realizado por: Espín Silva David, 2020

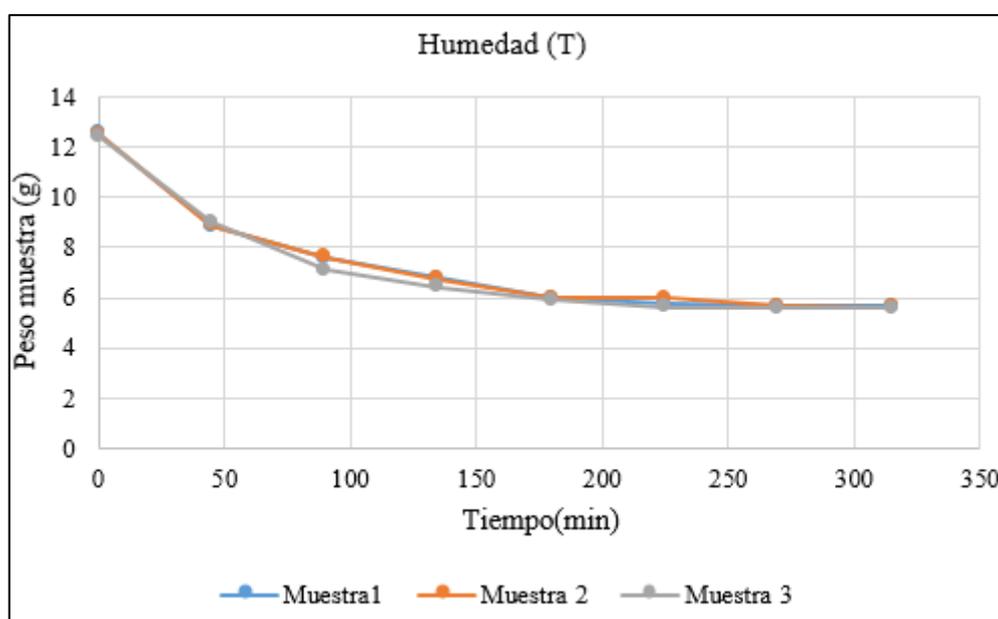


Gráfico 9-3: Curva de Humedad Piquel Estándar

Realizado por: Espín Silva David, 2020

Para el Piquel Estándar y para cada uno de los tratamientos se trabajó con tres muestras de cada zona de la piel, agrupando las muestras por cada zona, se hizo un solo peso por cada tres muestras de cada zona, por esta razón se obtiene en la Tabla 9-3 valores que datan hasta 13 g. obteniendo un peso constante no menor a 5 para cada muestra con resultados similares, obteniendo una humedad de 54 – 56 % aproximadamente, como establece la norma se trabajó a una temperatura de 102 °C, hasta obtener su peso constante en un tiempo aproximado de 5h con 15 min, recalcando que las muestras ya estaban varios días en conservación al terminar la etapa de curtido; las muestras secadas se almacenaron inmediatamente en un desecador. Cada muestra equivale a 3 muestras de cada zona de la piel, estas muestras después del curtido fueron almacenadas con cubierta a temperatura ambiente señalando que esta puede perder humedad dependiendo en el sitio en donde se encuentre

Tabla 10-3:Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Sulfúrico (T1)

PRUEBA 2 (ÁCIDO SULFÚRICO)			
TIEMPO	Muestra1 (g)	Muestra 2 (g)	Muestra 3 (g)
0.00	12.882	12.384	12.925
50.00	8.754	8.774	8.88
100.00	7.463	7.528	7.078
150.00	6.784	6.754	6.435
190.00	5.992	5.989	5.885
230.00	5.632	5.769	5.502
270.00	5.571	5.657	5.499
310.00	5.541	5.639	5.464
HUMEDAD(%)	56.98649278	54.46543928	57.72533849

Realizado por: Espín Silva David, 2020

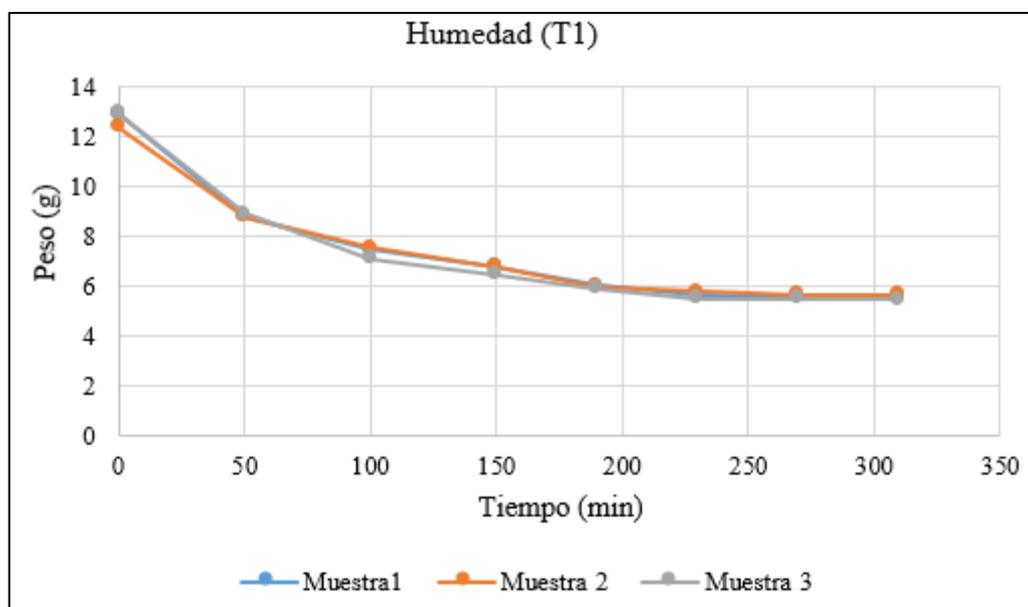


Gráfico 10-3: Curva de Humedad Piquel Ác. Sulfúrico

Realizado por: Espín Silva David, 2020

En el caso del Piquel T1 se trabajó desde pesos de muestra de 12.882, 12384 y 12.925 para las muestras 1,2 y 3 respectivamente hasta obtener pesos constantes de 5.541, 5.639 y 5,454 obteniendo una humedad que varía entre el 56%, recalando que este piquel fue procesado en la misma semana que el Piquel 1 reflejando valores similares de humedad, las muestras secadas fueron almacenadas en el desecador. Las curvas de humedad son semejantes para cada muestra debido que pertenecen a la misma piel, pero diferente zona.

Tabla 11-3:Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Fórmico (T2)

	PRUEBA 3 (ÁCIDO FÓRMICO)		
TIEMPO (min)	Muestra1 (g)	Muestra 2 (g)	Muestra 3 (g)
0	12.725	12.87	12.538
50	7.643	7.663	7.779
100	6.321	6.292	6.178
150	5.703	5.743	5.795
190	5.421	5.478	5.485
230	5.201	5.358	5.302
270	5.002	5.046	5.08
310	4.753	4.756	4.73
350	4.752	4.752	4.729
390	4.751	4.752	4.728
HUMEDAD (%)	62.66404715	63.07692308	62.29063647

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH 2020

Realizado por: Espín Silva David, 2020

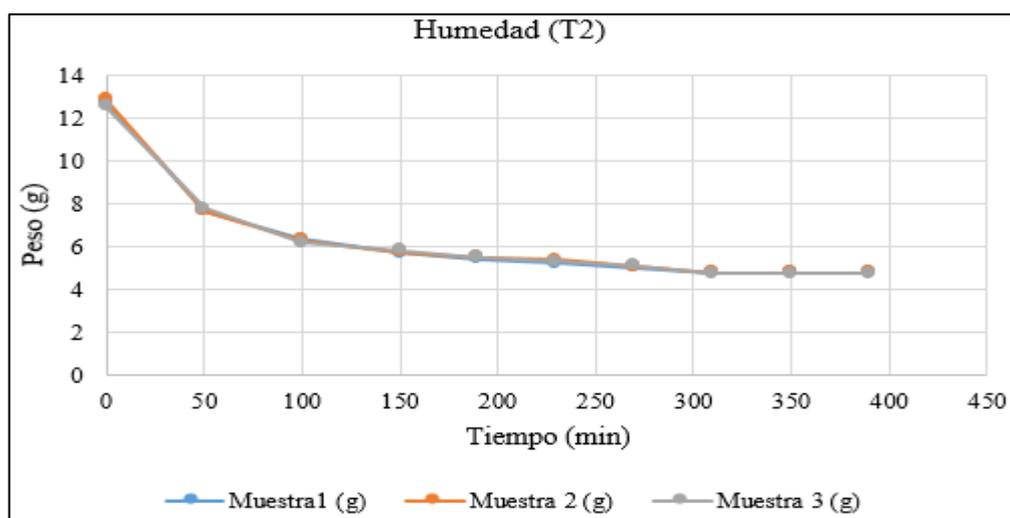


Gráfico 11-3: Curva de Humedad Piquel Ácido Fórmico

Realizado por: Espín Silva David,2020.

Para el Piquel con ácido fórmico se trabajó con muestras que oscilan entre 12g hasta obtener un peso constante que oscila entre 4, mencionando que son de igual manera 3 muestras con las que se realizó el proceso de humedad, observamos en la Grafica 11-3 se obtiene pesos constantes en el tiempo de 390 minutos aproximadamente obteniendo una humedad que oscila alrededor del 60%, humedad mayor a las anteriores debido a que estas muestras fueron procesadas más pronto, es decir dos semanas después para ser exactos. De igual manera se trabajó con secador de bandejas a una temperatura de 100°C como establece la norma, las muestras fueron almacenadas en el desecador.

Tabla 12-3:Datos experimentales de secado del Piquel Ácido Oxálico (T3)

	PRUEBA 4 (ÁCIDO OXÁLICO)		
TIEMPO (min)	Muestra1 (g)	Muestra 2 (g)	Muestra 3 (g)
0.00	12.785	12.987	12.738
35.00	9.643	9.663	9.779
70.00	8.321	8.292	8.178
105.00	7.503	7.643	7.695
140.00	7.221	7.178	7.185
175.00	6.901	6.958	6.792
210.00	6.752	6.641	6.429
245.00	6.598	6.592	6.201
280.00	6.598	6.592	6.201
HUMEDAD (%)	48.39264763	49.24154924	51.31888837

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH 2020

Realizado por: Espín Silva David, 2020

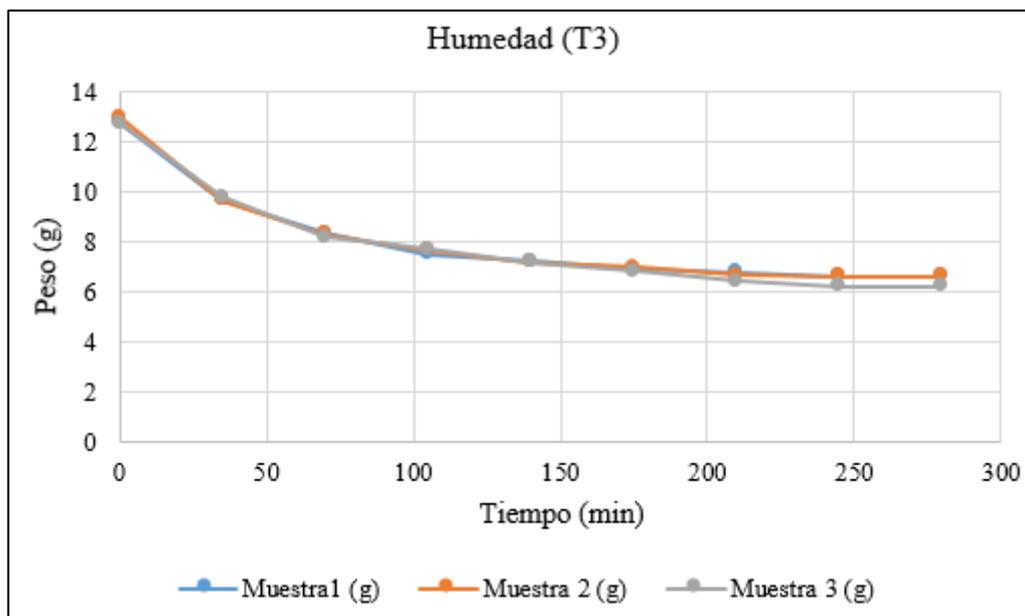


Gráfico 12-3: Curva de Humedad Piquel Ácido Oxálico

Realizado por: Espín Silva David,2020

En la Tabla 12-3 evidenciamos una humedad irregular entre las muestras de 48.39, 49.24 y 51.31% siendo menores que las demás, recalcando estos resultados se deben que estas muestras fueron secadas varias semanas después de su proceso, considerando que esta perdió humedad el momento de su almacenamiento.

Tabla 13-3: Humedad de las muestras.

PRUEBA	HUMEDAD PROMEDIO (%)
Piquel Estándar	55.048
Piquel Ácido Sulfúrico	56.392
Piquel Ácido Fórmico	62.677
Piquel Ácido Oxálico	49.651

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH 2020

Realizado por: Espín Silva David, 2020

En la Tabla 13-3 se reflejan los resultados promedio de humedad de todos los tratamientos, resultando que el ensayo con mayor humedad fue el Piquel con ácido fórmico o Prueba T2, debido que la determinación de humedad fue inmediata, el Piquel con menos contenido de humedad fue el Piquel 4 por el tiempo en conservación que se encontró.

3.6.2 Construcción del Diagrama de Hidrólisis

3.6.2.1 Diagrama de Hidrólisis a partir de la ASTM D2868-17

A partir de la determinación de humedad, se obtuvieron muestras secas para determinar el contenido de nitrógeno y sustancia piel mediante la Norma ASTM-D2868-17, *Contenido de Nitrógeno y Sustancia Piel en cueros, cuero azul (wet blue) y cuero blanco (cuero blanco)*; norma que proporciona las siguientes fórmulas para la obtención de resultados:

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{Vb \cdot Nb}{Na} & \%N &= \left[\frac{\{(A+B) \cdot N \cdot 0,014\}}{W} \right] \cdot 100 & \%Sust. piel &= 5,62 \cdot \%N \\
 B &= \frac{3,1ml \cdot 0,1N}{0,3N} & \%N &= \left[\frac{\{(31,9ml + 1,033ml) \cdot 0,3N \cdot 0,014\}}{1,0056g} \right] \cdot 100 & \%Sust. piel &= 5,62 \cdot 13,7549\% \\
 B &= 1,033ml & \%N &= 13,7549\% & \%Sust. piel &= 77,3029\%
 \end{aligned}$$

Donde:

B = Blanco Estándar (ml) %N = Porcentaje de Nitrógeno % Sp = Porcentaje de sust. piel
 Vb = ml de NaOH A = ml de H₂ SO₄ Factor para pieles vacunas =
 5.62
 Nb = Normalidad del NaOH B = Blanco estándar (ml)
 Na = Normalidad del H₂ SO₄ N = Normalidad del H₂ SO₄
 W = Gramos de muestra (1g)

Tabla 14-3:Resultados de Sustancia piel para Piquel Estándar (T)

Muestra	Contenido de Nitrógeno (%)	Sustancia piel(%)
1	13.7549	77.3029
2	13.9888	78.6172
3	13.8888	78.0555
4	13.3937	75.2727
5	13.4626	75.6598
6	13.9470	78.3821
7	13.1388	73.8405
8	13.1010	73.6278
9	12.9075	72.5401
Promedio	13.5092	75.9221

Realizado por: Espín Silva David, 2020

Se utilizó la norma ASTM D2868-17 para determinar la sustancia piel contenida en muestras de cuero wet blue, siendo este un proceso de determinación más exacto a comparación de otras normas como la IUC-10 que es una norma de igual manera para determinar la sustancia piel. Para la banda se utilizó tres muestras por cada zona del cuero, cabeza, lomo y culata, respectivamente tres por cada zona con un total nueve muestras por cada prueba señalando que las muestras del 1 al 3 son cabeza, del 4 al 6 son lomo y del 7 al 9 son culata en todos los tratamientos.

Tabla 15-3: Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Sulfúrico (T1)

Muestra	Contenido de Nitrógeno	Sustancia piel
1	12.3594	69.4602
2	12.6879	71.3064
3	12.4775	70.1240
4	13.2731	74.5948
5	13.6388	76.6505
6	13.5569	76.1897
7	12.6345	71.0060
8	12.7349	71.5701
9	12.9474	72.7644
Promedio	12.9234	72.6296

Realizado por: Espín Silva David, 2020

En la Tabla 15-3 se observa los resultados del Tratamiento con Ácido Sulfúrico, la sustancia piel data entre valores del 69 y 76%, como era de esperarse en este ensayo un considerable contenido de sustancia piel, debido al ácido utilizado al ser considerado un ácido muy fuerte que al no ser

controlado puede causar daños en la estructura del colágeno o de la piel, los resultados se asemejan al piquel estándar pero no asegura que sea utilizado como alternativa.

Tabla 16-3: Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Fórmico (T2)

Muestra	Contenido de Nitrógeno	Sustancia piel
1	13.1197	73.7332
2	12.6440	71.0597
3	12.8346	72.1304
4	12.5858	70.7323
5	12.6969	71.3571
6	12.8387	72.1540
7	12.1950	68.5360
8	12.4466	69.9499
9	12.2505	68.8479
Promedio	12.6235	70.9445

Realizado por: Espín Silva David, 2020

El Piquel con ácido fórmico presento un porcentaje nitrógeno y sustancia piel menor a las anteriores, como se mencionó en el análisis de Piquel este acido tiene un excelente grado de penetración en la piel, pero al ser débil esto difiere en su reacción, en la Tabla 16-3 se pueden apreciar los valores exactos para cada muestra.

Tabla 17-3: Resultados de Sustancia piel para Piquel Ácido Oxálico (T3)

Muestra	Contenido de Nitrógeno	Sustancia piel
1	12.0468	67.7032
2	11.4563	64.3844
3	11.6354	65.3914
4	12.0668	67.8154
5	11.4019	64.0791
6	11.6492	65.4690
7	10.9711	61.6577
8	11.8460	66.5747
9	11.0891	62.3207
Promedio	11.57361	65.0440

Realizado por: Espín Silva David, 2020

La Prueba T3 o Piquel con ácido oxálico presento valores que datan entre 62 y 68% siendo este piquel el que mayor consumo de sustancia piel obtuvo es decir menor contenido de sustancia piel, planteando que la razón mayor se debe al tipo de ácido que en literatura no es tan recomendable trabajarlo de manera individual por la cantidad de hidrógenos que tiene este reacción con las cadenas de colágeno ocasionando cambios en su estructura que disminuyen la sustancia piel, este presentara errores en la evaluación física y sensorial del cuero.

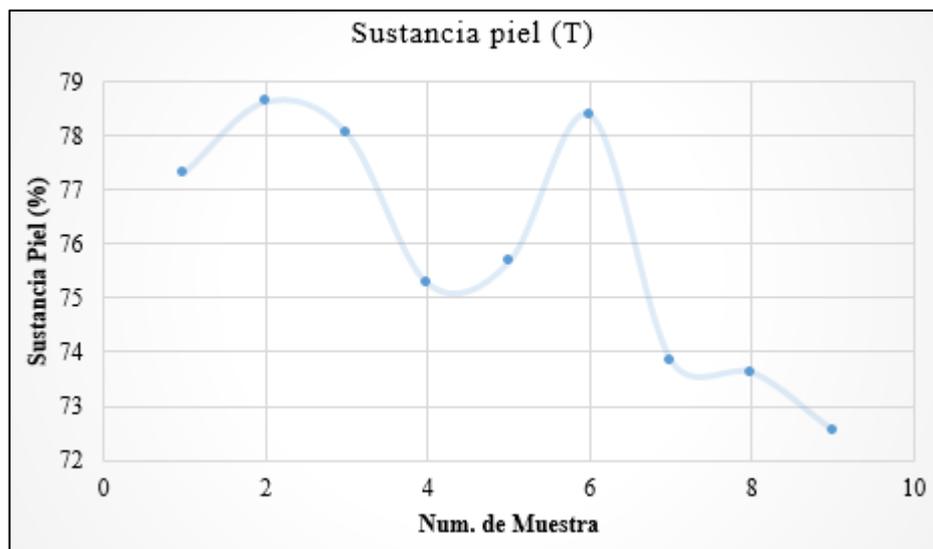


Gráfico 13-3: Diagrama de Hidrólisis del Piquel Estándar

Realizado por: Espín Silva David, 2020

Para cumplir con el objetivo de obtener un Diagrama de hidrólisis de piel bovina serrana ecuatoriana se requieren de variables de sustancia piel y muestras, valores que se ha tabulado y son aptos para la construcción de estos diagramas.

En el Grafico 13-3 se puede observar como varia la curva de hidrolisis acorde a las muestras que se ha tomado, como se mencionó 3 muestras por zona del cuero con un total de 9 muestras, se puede verificar que existe gran variabilidad de estas entre sí de sustancia piel comprobando que cada piel es diferente a pesar de ser del mismo sexo, raza, etc., incluso en las zonas de la piel. Se obtuvo un valor menor de 72.54 y 78.61% de sustancia piel aproximadamente, en el grafico se observa que la cabeza y lomo contienen más sustancia piel.

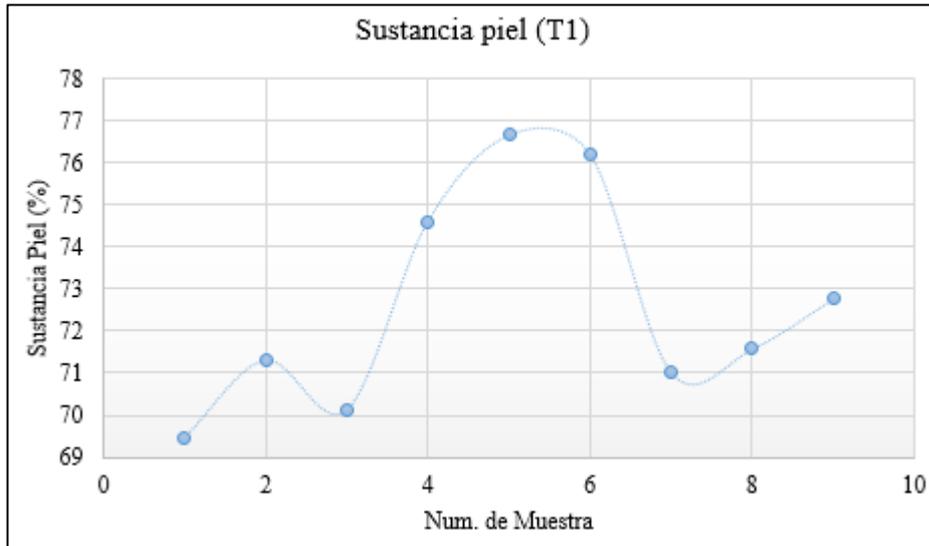


Gráfico 14-3: Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Sulfúrico

Realizado por: Espín Silva David,2020

El Grafico 14-3 se proyecta un diagrama de hidrolisis individual observando como varía en cada zona la sustancia piel, el número de muestras utilizadas son las mismas que el Piquel Estándar, observamos valores entre 69 y 77 % que oscilan de sustancia piel, considerados valores lógicos a pesar de que ciertas muestras no cumplen con el estándar de porcentaje de sustancia piel como establece la norma ASTM D2868-17 que menciona un 72.93% pero este dato variara por diversos factores, este acido si es utilizado en la industria curtiembre en combinación con otros, por lo general su uso se limita a las peticiones del cliente pero a partir de este diagrama se puede tener una visión de que tanto de sustancia piel contiene o se consume con la utilización individual o combinada de este acido.

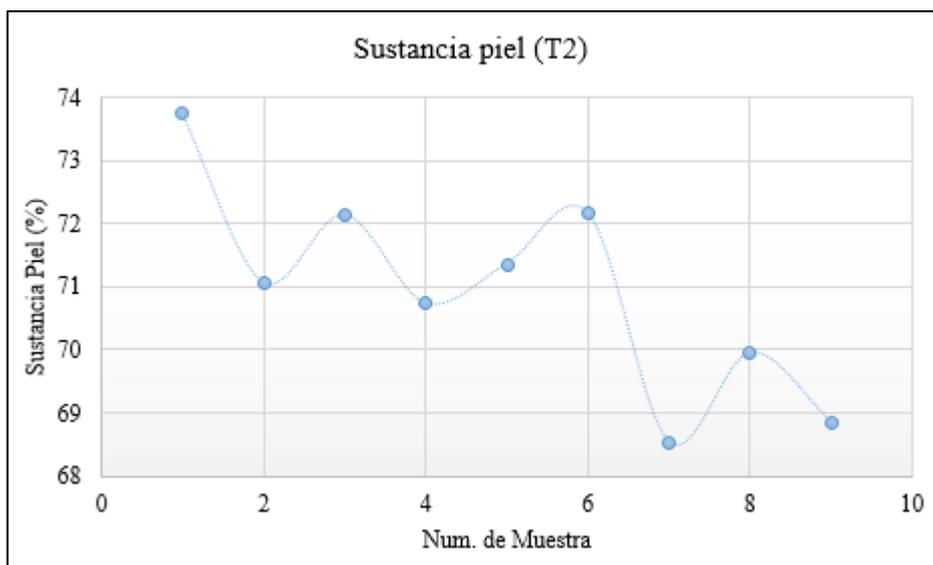


Gráfico 15-3: Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Fórmico

Realizado por: Espín Silva David,2020

En el Grafico 15-3 se reflejan los resultados del ácido fórmico presentando una curva más regular a las anteriores, valores que datan el menor de contenido con un porcentaje de sustancia piel de 68.53% y un porcentaje de mayor contenido sustancia piel de 73.73%, cumpliendo algunos de estos valores el estándar establecido por la norma antes mencionada, y sobresaliendo como el piquel más recomendable y apropiado por las propiedades que presenta como ser agente enmascarante permitiendo que reaccione con mayor efectividad los agentes curtientes y a la vez manteniendo un buen contenido de sustancia piel que tendrá influencia en la determinación de parámetros de calidad del cuero, sus características variaran de igual manera de acuerdo a las peticiones de los clientes.

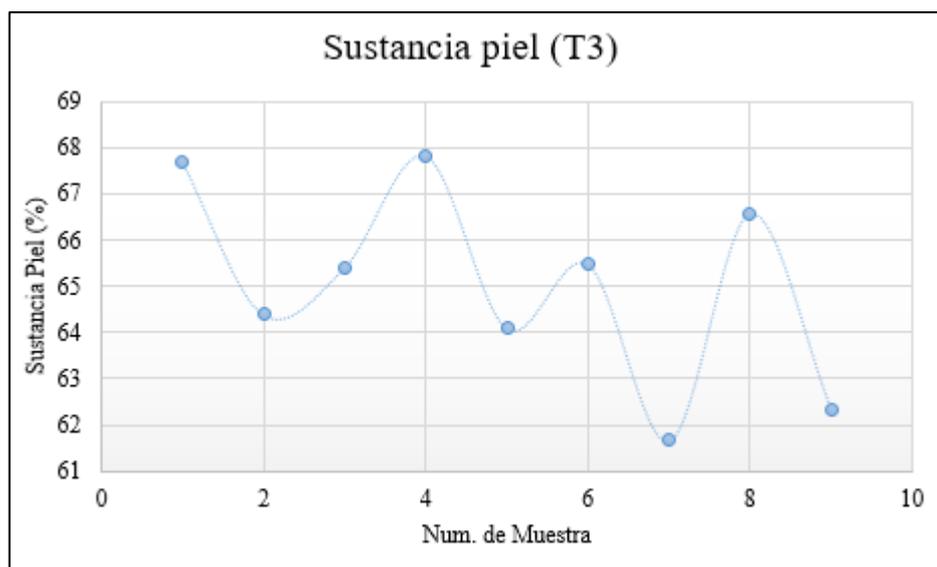


Gráfico 16-3: Diagrama de Hidrólisis del Piquel Ácido Oxálico

Realizado por: Espín Silva David, 2020.

Para el Piquel 4 con ácido oxálico se evidencia un mayor consumo de piel, cabe recalcar que el consumo de sustancia piel no es un índice netamente de calidad sino más bien de interés para los curtidores y para el índice de curtido pero que si influye en de alguna manera en la calidad de los cueros, señalando como varia el consumo con cada acido que se aplica en el piquel, destacando este como el ácido menos recomendable para trabajarlo de manera individual o en combinación en la etapa del piquel.

En la Tabla 20-3 se reflejan los resultados del contenido de sustancia piel mencionando que las muestras del 1-3 pertenecen a la zona de la cabeza, del número 4-6 pertenecen a la zona del lomo y finalmente del 6-9 a la zona de la culata, obteniendo un total de 9 muestras para cada tratamiento.

Tabla 18-3: Resultados Individuales de Sustancia Piel

Muestra	Piquel Estándar	Piquel Ácido Sulfúrico	Piquel Ácido Fórmico	Piquel Ácido Oxálico
1	77.3029	69.4603	73.7332	67.7032
2	78.6173	71.3064	71.0598	64.3845
3	78.0556	70.1241	72.1305	65.3914
4	75.2728	74.5949	70.7324	67.8155
5	75.6599	76.6506	71.3571	64.0792
6	78.3821	76.1898	72.1540	65.4690
7	73.8406	71.0060	68.5360	66.3406
8	73.6279	71.5702	69.9500	61.6577
9	72.5402	72.7644	68.8479	62.3208
PROMEDIO	75.9221	72.6296	70.9446	65.0440

Realizado por: Espín Silva David, 2020

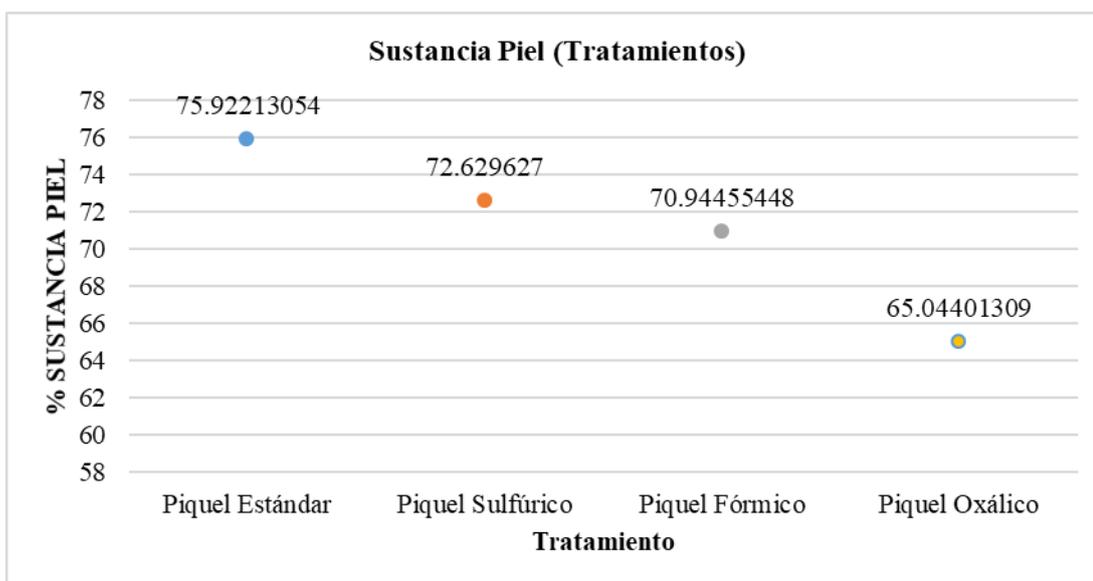


Gráfico 17-3: Medias de cada tratamiento

Realizado por: Espín Silva David, 2020

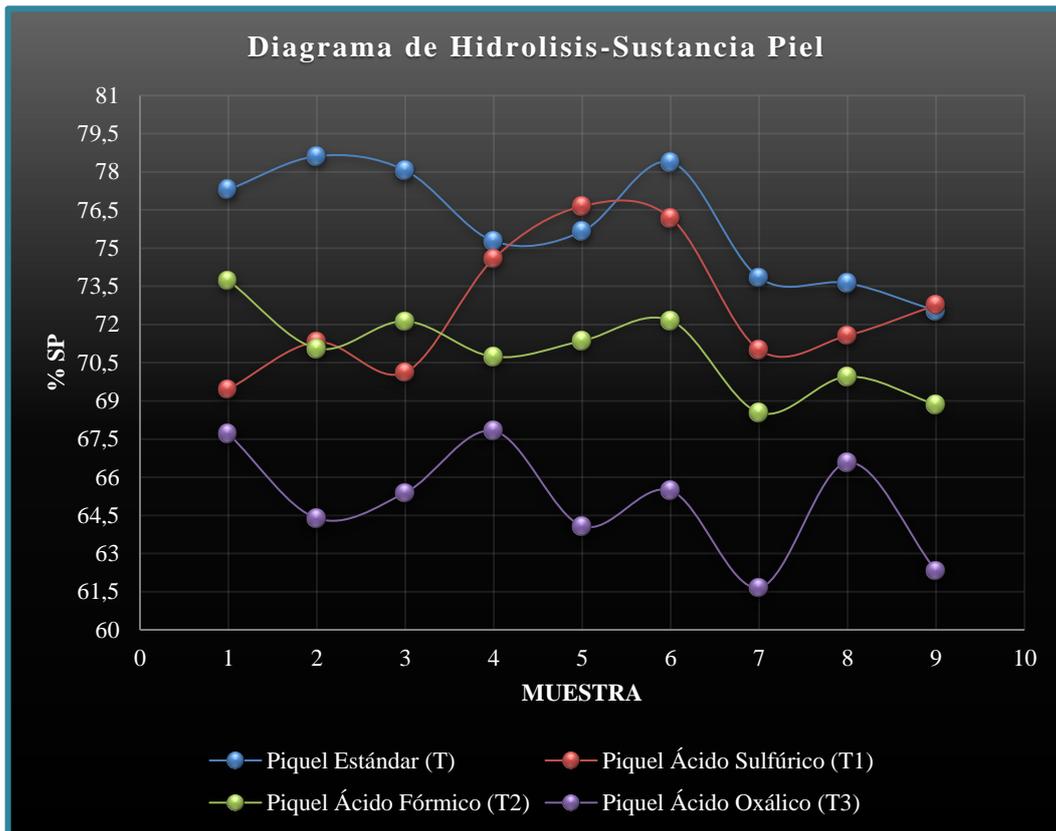


Gráfico 18-3: Diagrama General de Hidrólisis ASTM D2868-17

Realizado por: Espín Silva David, 2020

El Gráfico 15-3 se observa la construcción de un diagrama de hidrólisis siendo el más importante dentro de la investigación, evidenciando todos los tratamientos y mostrando una mejor apreciación y observación para su análisis, el Diagrama consta de porcentaje de Sustancia piel versus el Tipo de tratamiento, el número de muestras por cada tratamiento fueron 9, 3 por cada zona de la piel equivalente a la cabeza, lomo y culata respectivamente por cada banda. Cabe recalcar para este análisis hidrólisis no significa netamente reacción con el agua, se entiende como un cambio dentro de la estructura de un sustrato en este caso la piel, tomando en este caso como referencia a la sustancia piel que es una variación dentro de su estructura para la construcción de un diagrama de hidrólisis aplicando diferentes tratamientos en la etapa de Piquel. En el gráfico se observa los diferentes contenidos de sustancia piel tomando en cuenta que según la norma un valor promedio de sustancia piel es de 72.93% como valor estándar o de referencia; el Piquel Estándar (T) presenta un alto contenido de piel teniendo dos puntos más altos que son en la zona de lomo y culata a comparación de los otros tratamientos, este piquel presenta un alto contenido al trabajar con varios ácidos; el Piquel con Ácido sulfúrico (T1) presenta valores notablemente altos al ser este un ácido fuerte e inorgánico, presenta una ionización primaria y secundaria que genera una reacción paulatina con los enlaces amino y carboxilo del colágeno evitando de esta manera consumir la piel bruscamente estos resultados se encuentran cercanos al piquel estándar, debatiendo con el piquel con ácido fórmico; el ácido fórmico (T2) presenta una

media con un contenido de sustancia piel considerable y cercano a los anteriores dentro del rango establecido por la norma cumpliendo el parámetro de contenido según la norma, este ácido óptimo debido a las propiedades que presenta como la de ser un agente reductor, presentar un buen grado de penetración en la piel y la propiedad de ser un agente enmascarante que reacciona con las sales de cromo ayudando a que el curtiente penetre de manera más efectiva y evitando que estas se desprendan de la estructura del colágeno; el Piquel con Ácido oxálico (T3) presentó el menor contenido de sustancia piel al ser este un ácido fuerte que ciertos autores recomiendan que no se trabaje de manera individual pero por cuestiones de investigación se trabajó de manera individual debido a que este ácido es inestable que al someterlo al calor se descompone en CO₂, CO y H₂O, obteniendo una reacción entre el ácido y la estructura del colágeno deficiente descartándolo como alternativa o como un ácido óptimo.

Si al hablar de calidad, la sustancia piel no es netamente un índice de calidad sino más bien un índice de control, que sirve de referencia para conservación, para el índice de curtido y un dato de interés para los curtidores, pero sirve de referencia para análisis físicos o sensoriales. Si partimos de la variación de curvas observamos las irregularidades que presentan cada uno de los tratamientos como observamos el Piquel Estándar presenta una gran variación entre sus puntos pero si observamos el Piquel con Ácido Fórmico es el más apropiado para ser empleado de manera cotidiana en esta etapa a nivel industrial debido que su curva presenta una tendencia más uniforme afirmando que el resultado de sustancia piel de sus muestras tienden a ser más parecidas u homogéneas generando un grado de penetración efectivo del ácido y posteriormente del curtiente, de igual manera este se encuentra dentro del rango establecido por la norma; el ácido fórmico a pesar de ser empleado de varias maneras dentro del proceso de curtiembre podría ser una opción para ser utilizado de manera individual en relación a la sustancia piel, de manera general se observa en la curvas que en todos los tratamientos el mayor contenido de sustancia piel se encuentra en la zona de la cabeza y lomo esto se debe a que estas zonas son más resistentes a reacciones con productos químicos, en cuanto a la zona de las culatas, esta zona presenta menor contenido de sustancia piel razón que se debe al ser una zona un poco más vulnerable a reacciones con productos químicos, esta zona es más blanda o suave en otras palabras. todos estos resultados generan una referencia para comprobar en cuanto a calidad con los análisis físicos y sensoriales de los diferentes tratamientos. Para la determinación de sustancia piel de cueros o pieles existen diferentes valores del factor de sustancia piel en el caso de las muestras siendo estas de piel bovina serrana ecuatoriana o vaca pequeña 5.62 es el factor de sustancia piel utilizado en esta investigación.

3.6.2.2 Diagrama de Hidrólisis a partir de la IUC-10

Esta norma es también conocida como la norma ecuatoriana INEN 564, una norma que sirve para determinar el contenido de nitrógeno y sustancia piel en todos los tipos de cuero, proporcionándonos la siguiente ecuación para los cálculos respectivos para esta investigación.

Esta norma trabaja con el factor 5.62 igual que la norma ASTM D2868-17, el análisis se realiza con las mismas muestras que la norma anterior, recalcando que deben ser para esta norma mínimo 2 muestras, razón por la cual se tomaron dos muestras por cada zona obteniendo un total de seis muestras para cada tratamiento.

$$N = 0.7 \frac{V}{G}$$

Donde:

N = Contenido de nitrógeno (%)

V = Volumen consumido en la valoración (ml)

G = Masa inicial del cuero (g)

$$P = 5,62 * N$$

Donde:

P = Porcentaje de sustancia piel

5.62 = Factor para pieles vacunas

N = Porcentaje de nitrógeno

Tabla 19-3: Resultados obtenidos de Sustancia Piel de los diferentes tratamientos

Muestra	Piquel Estándar	Piquel Ácido Sulfúrico	Piquel Ácido Fórmico	Piquel Ácido Oxálico
1	75.7479	73.5985	72.4241	66.8141
2	75.0770	73.1029	71.8951	67.2797
3	73.6998	68.5809	70.5544	61.8879
4	74.5558	70.5856	70.7927	64.4662
5	71.7273	69.0930	67.4523	62.2424
6	70.2605	71.4845	66.8141	64.4308

Realizado por: Espín Silva David, 2020

Tabla 20-3: Sustancia Piel Promedio

Ensayo	Promedio Sustancia Piel
Piquel Estándar	73.5114
Piquel Ac. Sulfúrico	71.0742
Piquel Ac. Fórmico	69.9888
Piquel Ac. Oxálico	64.5202

Realizado por: Espín Silva David,2020

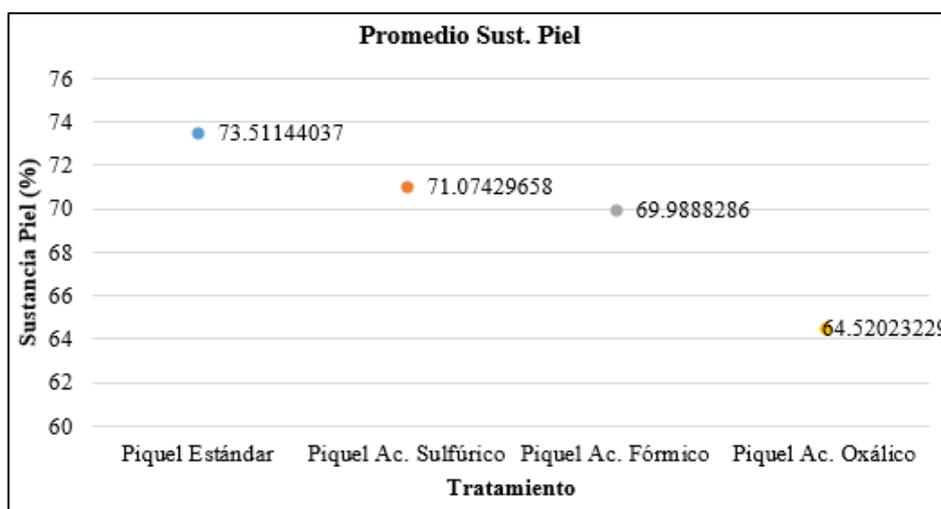


Gráfico 19-3: Diagrama General de Hidrólisis.

Realizado por: Espín Silva David,2020

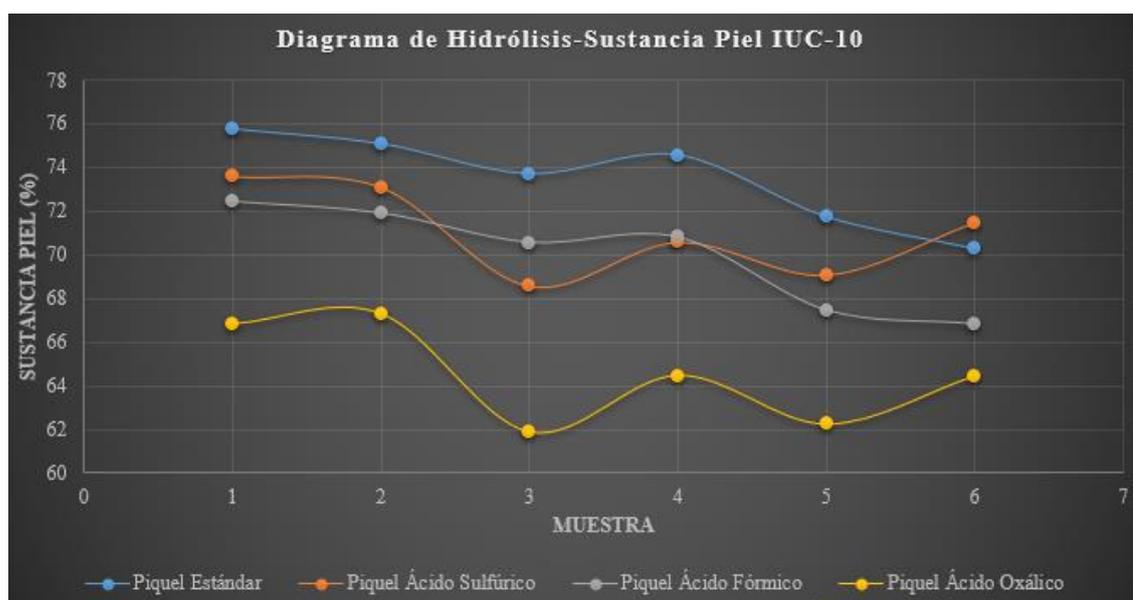


Gráfico 20-3: Diagrama Parcial de Hidrólisis de cada prueba IUC-10

Realizado por: Espín Silva David,2020

En la Tabla 21-3 se observa los resultados que se trabajaron con esta norma, 6 muestras por cada tratamiento, señalando que dos muestras por la cabeza, dos por el lomo y dos por la culata. La aplicación de esta norma tiene la finalidad de comparar resultados con la norma anterior para verificar y tener resultados más valederos, la norma IUC-10 es una norma más rápida en términos de tiempo y por ende menos exacta por el simple hecho de su procedimiento y los datos a obtener y ser aplicados en la ecuación de la norma, al presentar un procedimiento más simple para la determinación de sustancia piel. Al observar la Tabla 22-3 evidenciamos los resultados promedio de sustancia piel de cada uno de los tratamientos verificando que el orden de estos es igual al orden de la norma anterior teniendo con mayor contenido al Piquel Estándar y como menor contenido al Piquel con Ácido Oxálico, en este caso el valor del tratamiento Piquel Estándar cumple dentro del rango establecido por la norma anterior existiendo una diferencia notoria entre los valores de sustancia piel de esta norma y la norma anterior, verificando con otra norma que los resultados obtenidos presentan cierta similitud en cuanto al orden y contenido en sí de cada tratamiento. En este grafico se observa la tendencia que tienen las curvas de hidrólisis evidenciamos de igual manera que la curva de hidrólisis del Piquel con Ácido Fórmico es la que tiende más a un lineamiento por la similitud de los resultados de sustancia piel de sus muestras, en cuanto a las zonas se observa mayor contenido en las zonas de cabeza y lomo y menor contenido en la zona de culata razones que se explicaron en la normativa anterior, señalando que la norma ASTM D2868-17 es la más óptima y sustentable para el cálculo de sustancia piel. Además la determinación de la sustancia piel tiene relación con ciertos parámetros físicos o sensoriales como la llenura que se puede observar el consumo de sustancia piel en la capa flor, mientras que estructuralmente contribuye a estudiar las reacciones que se pueden producir en la estructura del colágeno si parcialmente, gradualmente, totalmente o nada, para producir un rompimiento entre sus cadenas que permiten el ingreso de productos químicos y obtener variedades en los diversos productos de cuero.

3.7 Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos en el análisis químico en cuanto a sustancia piel son los más relevantes dentro de la investigación al ser estos valores los que son parte de la construcción de un diagrama de hidrolisis, por esta razón se aplica un análisis estadístico netamente a los resultados de sustancia piel de cada uno de los tratamientos. Para este análisis se trabajó con el software Infostat, una aplicación estadística que sirve de herramienta para análisis desde lo más simple como promedios hasta una complejidad mayor.

Tabla 21-3: Análisis de Varianza de los resultados de Sustancia Piel

CASO	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	505.36	3	168.45	37.61	<0.001
2	TRATAMIENTO	505.36	3	168.45	37.61	<0.001
3	Error	143.34	32	4.48		
4	Total	648.7	35			

Realizado por: Espín Silva David,2020

Para el análisis estadístico se aplicó el método Tukey de análisis de variancia del software Infostat obteniendo la Tabla 23-3 que se evidencia los resultados de p-valor, es decir la diferencia media significativa que según el software existe un parámetro de $p > 0.005$ no tendrán diferencias medias significativas, en este caso el valor tiende a cero recalando una diferencia considerable en cuanto a los resultados entre los tratamientos trabajados.

Tabla 22-3: Resultados Método Tukey alfa

CASO	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	VALOR	VALOR	VALOR
1	T3	65.56	9	0.71	A		
2	T2	70.94	9	0.71		B	
3	T1	72.63	9	0.71		B	
4	T	75.92	9	0.71			C

Realizado por: Espín Silva David,2020

En la Tabla 24-3 se observa la semejanza de los resultados de sustancia piel entre cada uno de los tratamientos, la columna de valor evidencia la semejanza que existió entre los tratamiento T1 y T2, es decir el tratamiento Piquel Ácido Sulfúrico y Piquel Ácido Fórmico, estos ácidos presentan propiedades óptimas para el proceso de curtiembre pero se diferencia en cuanto a sus propiedades individuales, cada tratamiento como se evidencia se trabajó con nueve muestras obteniendo resultados de sustancia piel promedio en orden descendente de cada uno de los tratamientos

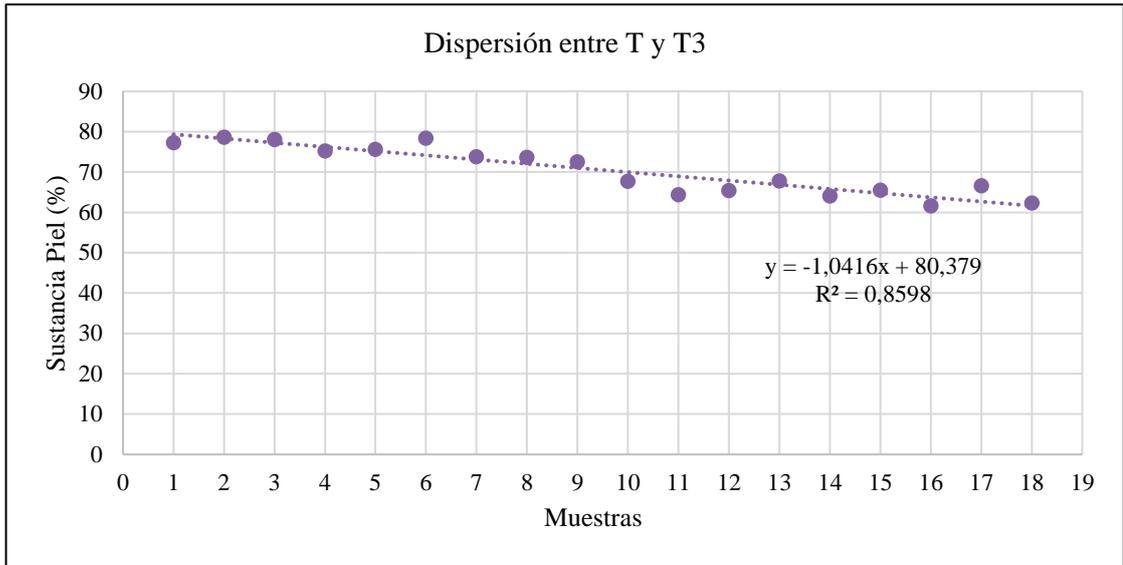


Gráfico 21-3:Dispersión entre los tratamientos T (Estándar) y T3 (Ác. Oxálico)

Realizado por: Espín Silva David,2020

En relación a la diferencia que existió entre los tratamientos T3 y T equivalentes al tratamiento con ácidos estándar y ácido oxálico se observa en sus resultados como los valores disminuyen 1.04 unidades de sustancia piel, y se observa la recta a una tendencia negativa de la recta al cambiar de ácidos estándar hacia el ácido oxálico según el Gráfico 21-3, además se observa que la línea de tendencia no se ajusta completamente a los datos de dispersión según R^2 , la ecuación parte de un intercepto de 80 aproximadamente, reiterando al Piquel Ácido Oxálico como el tratamiento más deficiente de todos por la diferencia de sus resultados.

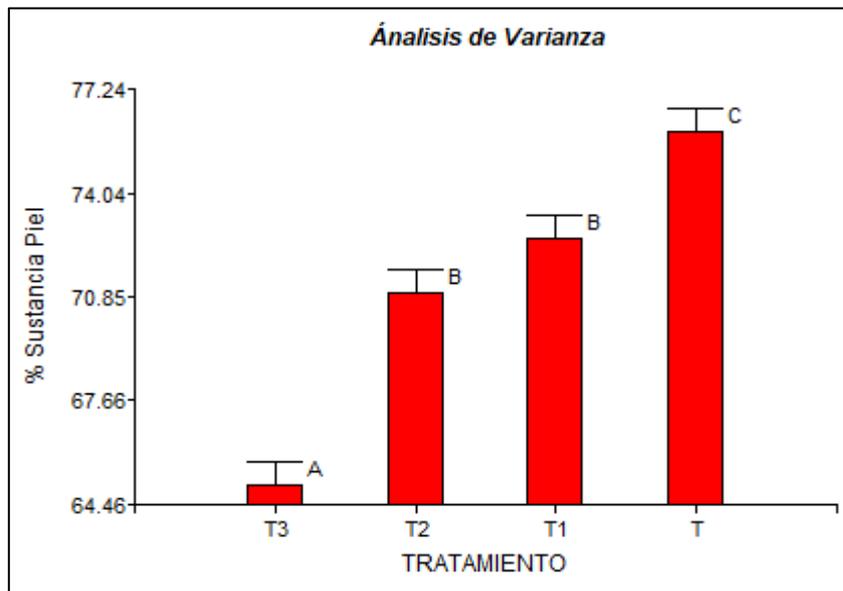


Gráfico 22-3: Análisis de Varianza de Sustancia Piel

Realizado por: Espín Silva David,2020

En el Gráfico 22-3 en reiteración con el Gráfico 19-3, se generan los resultados promedio de sustancia piel de cada uno de los tratamientos, siendo estas graficas iguales en cuanto a sus resultados; como el tratamiento con mayor contenido de sustancia piel al T con 77.24%, al tratamiento T1 con 74.04%, al tratamiento T2 con 70.85% y al tratamiento T3 con 64.46% siendo este el tratamiento con más bajo contenido de sustancia piel descartándolo en este análisis como alternativa o uso más cotidiano en la etapa de piquel.

3.8 Análisis físico

Tabla 23-3: Resultados análisis físico mecánico

Tratamiento	Tensión (N/cm²)	Porcentaje de Elongación (%)	Lastometría (mm)
<i>T (Piquel Estándar)</i>	1284.2592	12.1794	12.6153
<i>T1 (Piquel Ácido Sulfúrico)</i>	1485.2658	10.7104	24.8804
<i>T2 (Piquel Ácido Fórmico)</i>	1154.2016	15.8921	11.2750
<i>T3 (Piquel Ácido Oxálico)</i>	1228.1140	8.8007	68.6699

Fuente: Laboratorio de Cueros de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH 2020
Realizado por: Espín Silva David, 2020

Los resultados esenciales para la investigación se basan en el análisis químico específicamente en la sustancia piel, resultados que se mencionaron que sirven de referencia para analizar en conjunto con resultados físicos o sensoriales, señalando que no siempre coincidirán resultados de análisis químicos con todo tipo de análisis físico o sensorial, en la Tabla 24-3 se reflejan los resultados de los parámetros físicos analizados para cada tratamiento.

- Tensión o Tracción.

Este parámetro es muy común en el momento de un análisis físico de los cueros, es una técnica que mide la resistencia de la flor a la ruptura en conjunto de una probeta que se estira de manera lenta generando al final una ruptura de las cadenas fibrilares del cuero, la normativa para esta se basa en la IUP-6 e INEN 1061 que son específicas para determinar este parámetro, según la normativa NTP ISO 17706 menciona que todos los cueros deben ser mayores a una tensión de 10N/mm² y según la Asociación Española del Cuero que se basa en la IUP-8 menciona que la tensión de los cueros debe datar entre 800 y 1500 N/cm², para el análisis de los resultados de estos

tratamientos se tomó como referencia estos estándares; para el Piquel Estándar se obtuvo un valor de 1284.2 N/cm², para el Piquel Ácido Sulfúrico un valor de 1485.2 N/cm², para el Piquel con Ácido Fórmico un valor de 1154.2 N/cm² y para el Piquel con Ácido Oxálico un valor de 1228.1 N/cm², siendo el Piquel Ácido Sulfúrico el más cercano a las condiciones establecidas pero aun así se recalca que no cumple con estas condiciones, estos valores se debe a que el cuero no paso netamente por todos los proceso, no se aplicó un estacado, una acción mecánica en la zaranda ni un secado al vacío, procesos que influyen en el momento de aplicar un análisis físico como en este caso la tensión, recalcando que el cuero fue simplemente teñido al vegetal y engrasado, debido a que a estas condiciones no existen reacción con varios productos químicos que repercute a obtener resultados empíricamente puros; por tal razón se tiene en el Piquel Ácido Oxálico el valor más bajo en cuanto a tensión, estas muestras de cuero a pesar de tenerlas en buena conservación se tornó duros y con un aspecto heterogéneo, comparando una vez más que es menos probable a ser aplicado de manera individual. De igual manera a pesar de no cumplir con el estándar por las razones mencionadas estos resultados corroboran al ácido sulfúrico y fórmico como óptimos y alternativas que se asemejan al estándar-

- Porcentaje de Elongación.

Este parámetro mide la capacidad que tiene los cueros de soportar tensiones multidireccionales que común mete se realiza en usos prácticos, para determinar este análisis se trabaja de igual manera con la normativa IUP-6 e INEN 1061, es un documento que abarca la determinación de varios parámetros en una sola norma, esta normativa señala que el estándar de porcentaje de elongación para los cueros data entre el 40 al 80 %. En este caso el Piquel Ácido Fórmico el mayor resultado con un 15.89 % de elongación, seguido del Piquel Estándar con 12.17%, posterior a este el Piquel Ácido Sulfúrico con 10.71% y finalmente el Piquel Ácido Oxálico con 8.80% enmarcando al Piquel Ácido Fórmico como el más rentable a pesar de no cumplir con el estándar pero es el que más se acerca a las condiciones establecidas, descartando de igual manera al Piquel Ácido Oxálico al obtener un valor relativamente bajo; estos resultados que son obtuvieron son bajos debido a las condiciones a las que se acabó el cuero y al ser analizadas después de un periodo de conservación de aproximadamente tres meses, recalcando también que se debe al ser un cuero simplemente teñido al vegetal y engrasado.

- Lastometría.

Este parámetro mide la resistencia que presenta los cueros al ser sometidos a fuerzas en varias direcciones o multidireccionales que se generan en el momento de elaborar algún producto a base de cuero o el uso cotidiano de este, es decir dobladuras, solapas, biselados, costuras etc., el cuero debe adaptarse a estas formas que las dispongan y permitir la confección del producto pero

teniendo consigo una resistencia apropiada para dicha adaptación y ante otros esfuerzos sometidos durante su proceso o su uso. La norma que rige este parámetro es la norma INEN 555 que establece que el estándar mínimo aceptado para lastimetría es de 7.20mm y según la norma española IUP-9 establece un valor mínimo de 8mm, para el análisis de los resultados de los diferentes tratamientos se tomara como referencia estos dos estándares. Para el Piquel Estándar se obtuvo un valor de 12.61mm, para el Piquel Ácido Sulfúrico un valor de 24.88mm, para el Piquel Ácido Fórmico un valor de 11.27 y finalmente para el Piquel Ácido Oxálico un valor de 68.66mm. En este caso todos cumplen con el parámetro establecido pero se recalca en cuanto al Piquel Ácido Oxálico tiene un valor notablemente alto a comparación de los demás tratamientos que se debe probablemente al no ser un ácido recomendado para trabajar de manera individual y las propiedades que presenta este ácido, el cuero obtenido para procesar este análisis se encontraba con un aspecto duro y con dobladuras en su piel, factores que de alguna manera influyen en este resultado obtenido; en cuanto a los demás resultados se enmarca que los tres restantes presentan valor cercanos entre ellos, siendo estos alternativas a ser utilizadas entre sí, la diferencia en el caso del ácido sulfúrico y ácido fórmico definirá las propiedades de cada ácido que concluirán cual ácido será más rentable que el otro

3.9 Análisis subjetivo o sensorial

Tabla 24-3: Resultado análisis sensorial

Tratamiento	Tacto (Puntos)	Blandura (Puntos)	Llenura (Puntos)	Color
<i>Prueba T (Piquel Estándar)</i>	4.3	4.5	4.5	Plomo
<i>Prueba T1 (Piquel Ácido Sulfúrico)</i>	3	3.2	3.7	Beige
<i>Prueba T2 (Piquel Ácido Fórmico)</i>	4	4.2	4	Beige
<i>Prueba T3 (Piquel Ácido Oxálico)</i>	2	2	3	Marrón

Fuente: Laboratorio de Cueros de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH 2020

Realizado por: Espín Silva David, 2020

- Tacto

Se reportan los resultados en la Tabla 22-3, dirigiéndose al T2 como el tratamiento con más tendencia a acercarse al piquel estándar (T); T con un valor de 4.3 puntos y T2 con un valor de 4 puntos, tomando en cuenta que una calificación de 4 puntos equivale a muy bueno; T2 fue tratada con ácido fórmico, siendo este un ácido débil pero muy utilizado en las curtiembres presentando un efecto muy bueno de piquelado penetrando en su fibras produciendo un curtido de buena calidad, en esta prueba se sintió una palpación firme y suave sin perturbación al momento de rose ; para las T1 y T3 fueron de 3 y 2 puntos respectivamente, T1 con ácido sulfúrico se debe tener un control adecuado debido que es un ácido fuerte pudiendo quemar la piel y en cuanto al T3 con ac. oxálico tiende a ser más grotesco al ser un ácido dicarboxílico presentando una acción minoritaria entre los grupos carboxi y amino de las fibras colagénicas generando irregularidades.

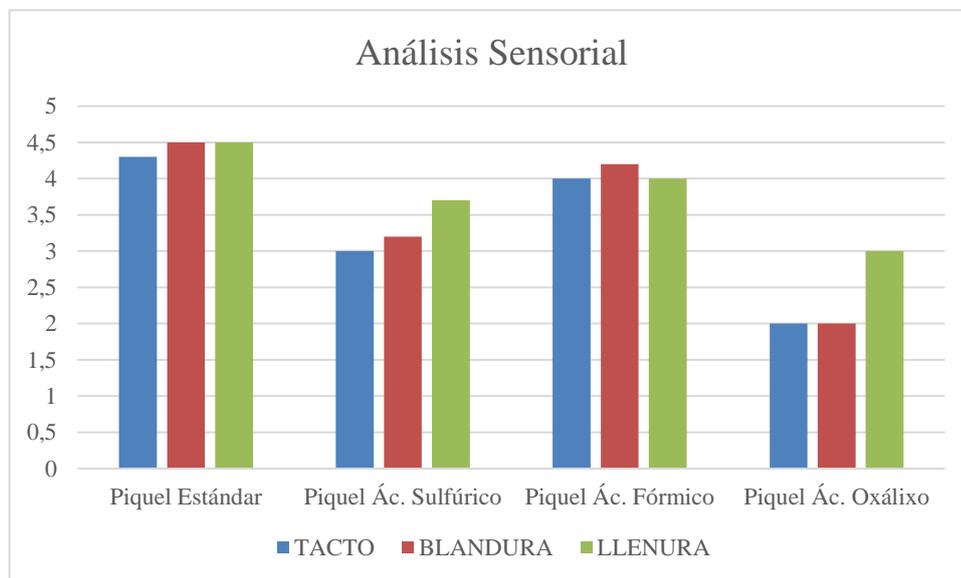


Gráfico 23-3: Resultados Pruebas sensoriales

Realizado por: Espín Silva David,2020

- Color.

El color final de un cuero es considerado una variable independiente, debido a que el curtido o técnico en base a la petición del cliente se aplicara al cuero, es decir esta variable no depende para nada de los procesos anteriores, pero en este caso tomaremos en cuenta el color de cada uno porque este cuero simplemente se aplicó teñido vegetal y engrase, generando en Piquel Estándar un color plomoso, en el caso del Piquel Ácido Sulfúrico y Piquel Ácido Fórmico un color Beige y finalmente al Piquel Ácido Oxálico con un color marrón descartando en este parámetro fuera de los demás debido a la poca capacidad que tiene de ser un agente piquelante y su grado de penetración quedando el tanino en los exteriores de la piel quedando con esta coloración diferente

a las demás, los tres primeros presentan colores similares y colores existentes en los procesos de curtiembre corroborando a estos resultados como alternativas entre sí para ser aplicadas en la etapa de piquel.

- Blandura

Se reportaron valores a partir de medias de 4.5 puntos para la prueba 1, 3.2 para el T1, 4.2 puntos para la Prueba 3 y 2 para la Prueba 4, valorando a la Prueba 1 como estándar a seguir y verificando en esta prueba sensorial que el piquel tratado con ácido fórmico cumple como el mejor resultado y tiende a obtener una blandura al piquel estándar, anteponiéndose como el piquel más rentable hasta el momento, equivaliendo 4.2 a una calificación de muy buena, mientras tanto se reportó una calificación baja para el piquel tratado con ácido oxálico (T3) acercándose a ser menos apta como alternativa en la etapa de piquel. Según (Rodríguez, 2015) menciona que la blandura tiene relación con el poder curtiente, recalcando que una buena curtición depende de un buen piquelado, acotando que todos los tratamientos fueron curtidos de igual manera con la misma formulación; menciona también que al trabajar con una curtición individual aumenta la resistencia pero disminuye las características sensoriales, por tanto es recomendable trabajar con curticiones mixta. El piquel cumple con la función de penetrar en las fibras de colágeno preparando para reacción con la sal de cromo y agentes vegetales para ofrecer una suavidad o blandura de calidad.

- Llenura

Se observan resultados de medias de los tratamientos evaluados de igual manera con la calificación de 1 a 5 puntos, reportando los siguientes puntos de 4.5, 3.7, 4 y 3 para la T, T1, T2 y T3 respectivamente, sobresaliendo el T2 cercano al T, este tratamiento se realizó con ácido fórmico que debido a sus propiedades presento una buena penetración y acción con las fibras de colágeno presentando una buena curtición y por ende un cuero con condiciones adecuadas para su uso, la llenura mide el grado que tuvo el agente curtiente con la estructura de colágeno, mediante las yemas de los dedos se palpo y se observó el nivel de uniformidad que presentaron los cueros con los diferentes tratamientos en el piquel, observando finalmente que el T3 presentó una llenura irregular, incluso generando deformidades, al ser este tratado con ácido oxálico varios autores recomiendan que por lo general los ácidos dicarboxílicos se deben trabajar en combinación con otros debido al presentar carbonos en su estructura, razón que puede generar más grupos carboxi sin reaccionar.

3.10 Análisis de Hipótesis

Hipótesis 1

Mediante la construcción de un diagrama de hidrolisis agregando diferentes ácidos en la etapa de piquelado con piel bovina serrana ecuatoriana y la aplicación de métodos de análisis químicos, físicos, y sensoriales permite estudiar las diferentes características que presenta el cuero en el proceso de curtiembre.

En este caso a partir de análisis químicos como la determinación de la sustancia piel, y una variable de alguna etapa en particular del proceso de curtiembre se puede construir un Diagrama de Hidrolisis; en el Gráfico 18-3 y Grafico 20-3 se evidencia un Diagrama de Hidrólisis que presenta varias curvas indicando el contenido de sustancia piel por cada tratamiento, sirviendo de referencia para un análisis individual o general en cuanto a la variación que se obtiene de sustancia piel al aplicar diferentes ácidos de manera individual en la etapa de Piquel; este resultado de análisis químico sirve como índice de referencia para corroborar mediante los análisis físicos y sensoriales un estudio de las diferentes características del cuero como la tensión, lastimetría, porcentaje de elongación, blandura, tacto, llenura, color, etc., enmarcando que es posible analizar características o propiedades a partir de un diagrama de hidrolisis con análisis químicos, físicos y sensoriales.

Hipótesis 2

En el proceso de curtición el uso individual de ácido sulfúrico, ácido fórmico y el ácido oxálico presentan propiedades óptimas para aplicarse en la etapa de piquelado a nivel industrial.

Al observar los resultados de análisis químico en este caso el contenido de Sustancia Piel en la Tabla 20-3 y Tabla 22-3 se puede verificar que el que mayor consumo de sustancia piel es el Piquel con Ácido Oxálico y el menor consumo el Piquel Estándar, se presenta una semejanza según el análisis estadístico entre el Piquel Ácido Fórmico y Sulfúrico siendo más cercanos al Piquel Estándar, estos ácidos presentan propiedades diferentes entre ellas, descartando esta hipótesis como valedera en su totalidad al no cumplir todos los tratamientos con las condiciones apropiadas para ser empleados

Hipótesis 3

El ácido que menor sustancia piel se disuelva es el más óptimo y considerado como el mejor resultado obtenido a comparación de las demás para ser aplicado dentro del proceso de curtiembre.

En las Gráficas 19-3 y 17-3 se observa que el Piquel Estándar es el que mayor contenido de sustancia piel contiene seguido del Piquel Ácido Sulfúrico y Piquel Ácido Fórmico que presentaron resultados parecidos, la decisión entre cual es mejor de estos dos tratamientos radica

en la propiedades de sus ácidos, recalcando al ácido fórmico como la posible alternativa para aplicarlo más cotidianamente o de manera individual, finalmente el Piquel con Ácido Oxálico es el tratamiento que menor contenido de sustancia piel se obtuvo, siendo lejano a los otros valores, destacándolo como alternativa, recalcando que el consumo de sustancia piel no asegura la calidad de un cuero sino corrobora con las pruebas físicas y sensoriales; descartando la hipótesis como verdadera al obtener a variaciones significativas entre sus tratamientos.
de manera individual o en combinación en esta etapa.

Hipótesis 4

Las características de las muestras de cuero elaboradas con los diferentes tratamientos presentan características rentables y apropiadas para cumplir con la calidad del cuero.

En las Tablas 26-3 y 27-3 se observan los resultados de análisis físicos y sensoriales de los diferentes tratamientos, para los análisis físicos se tiene el espesor, la tensión, porcentaje de elongación y lastometría que se evidencia que no todos estos parámetros se cumplen en base a estándares establecidos, y en cuanto a análisis sensoriales presentaron resultados considerables al ser un cuero simplemente teñido al vegetal y engrasado, corroborando a esta hipótesis como falsa, esto dependerá de las peticiones del cliente y del número de análisis que se realice al cuero en cuanto a calidad.

Hipótesis 5

En la etapa de piquelado el tratamiento más óptimo y como alternativa es el tratamiento con ácido fórmico por las propiedades evaluadas.

En base a análisis químicos, físicos y sensoriales, el ácido fórmico se antepone como alternativa a un uso más cotidiano de este de manera individual o en combinación, este ácido presenta buenas propiedades en la etapa de piquel presenta un buen grado de penetración en la estructura del colágeno en todas las zonas de la piel esto se evidencia en el Grafico18-3 y 20-3 que sus curvas tienden a ser más uniformes; y cuanto la etapa de curtido este cumple con la función de enmascarar al curtiente para evitar la salida de este generando un cuero con buena reacción al curtido, corroborando con algunos parámetros de los ensayos físicos y sensoriales, siendo positiva la hipótesis planteada, recalcando que la petición del cliente hará variar los productos del piquel.

3.11 Discusión General de Resultados

En la investigación se aplicó los procesos de curtiembre para la obtención de datos y muestras para generar resultados para la construcción de un diagrama de hidrolisis; en cada una de estas etapas se fueron controlando las diferentes variables como es en la etapa de ribera, descalcado y

purga, piquel, curtido y acabados; en cuanto a la aplicación individual de ácidos y un estándar en la etapa de piquel se obtuvieron las concentraciones del ácido de cada tratamiento, destacando al Piquel Ácido Fórmico con un 2% de consumo siendo este más cercano al estándar y apropiado por sus propiedades que presenta, además se aplicaron análisis químicos, físicos y sensoriales, recalcando al análisis químico específicamente la determinación de sustancia piel como la principal para cumplir con el objetivo general del trabajo que proporciona la construcción netamente de un Diagrama de Hidrolisis en base a resultados de Sustancia Piel y diferentes tratamientos. En la Gráfica 18-3 se puede observar las curvas de hidrolisis de cada tratamiento, descartando al Piquel Ácido Oxálico por su bajo contenido de sustancia piel y por las propiedades deficientes que presenta, en cuanto al Piquel de Ácido sulfúrico y fórmico fueron los más cercanos a los valores del Piquel Estándar diferenciados estos por sus propiedades. El Piquel Ácido Fórmico se antepone como alternativa individual o en combinación en esta etapa, el uso del fórmico o sulfúrico en caso de ser combinados dependerá del cliente por ejemplo si se desea cueros para calzado duros se aplicará un ácido fuerte y luego un débil para cueros suaves se aplicará inversamente. Para la construcción de un diagrama de hidrolisis se logró en base a la sustancia piel y diferentes tratamientos, cabe recalcar que se podría construir de igual manera en base a otras variables como concentración de cal y sulfuro en la etapa de pelambre, entre otras. Para los análisis físicos se obtuvo resultados en cuanto a los parámetros de tensión, porcentaje de elongación y lastometría que en conjunto con los resultados de análisis químico específicamente el de sustancia piel se verificara la calidad de los cueros de cada uno de los tratamientos; en el caso del espesor los T1 y T2 se acercan a los valores del T (Piquel Estándar) recalcando como semejantes a este corroborando con los resultados de sustancia piel del T1 y T2, de esta manera descartando al Piquel Ácido Oxálico como alternativa en cuanto a este parámetro, finalmente se comparó y se evaluó los resultados de estos parámetros destacando que el Piquel Ácido Fórmico fue eficiente, en conjunto con los resultados de sustancia piel además de sus propiedades señalándolo como el más apropiado de todos los tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó el software Infostat que mediante un análisis de varianza y el método de Tukey se determinó que los tratamientos T1 y T2 fueron similares y tendiendo a ser semejantes al Piquel Estándar, diferenciándose por sus propiedades de cada ácido; para un DMS, diferencia media significativa se obtuvo un valor <0.01 que significa que existe un DMS entre utilizar un tratamiento de otro, especialmente entre el Piquel Estándar y el Piquel Ácido oxálico, corroborando de esta manera con resultados anteriores. En cuanto a los análisis sensoriales y la sustancia piel se obtuvieron resultados de tacto, llenura, blandura que corroboraron de igual manera al tratamiento Piquel Ácido Fórmico como el más cercano al Piquel Estándar, De esta manera se reitera que la determinación de sustancia piel no solo sirve para datos de conservación, índice de curtición o interés del curtidor sino como un índice leve para en conjunto con análisis físicos y sensoriales determinar la calidad del cuero.

CONCLUSIONES

- Para la construcción de un Diagrama de Hidrolisis se realizó un análisis químico específicamente la Determinación de la Sustancia Piel y diferentes tratamientos en la etapa de piquel con la aplicación de ácidos estándar, ácido sulfúrico, ácido fórmico y ácido oxálico; y en corroboración con análisis físicos y sensoriales se estudió diferentes características del cuero como el contenido de sustancia piel, el espesor, la lastometría, la tensión, porcentaje de elongación, color, tacto, blandura y llenura.
- Se aplicó las mismas etapas del proceso de curtición para los diferentes tratamientos, desde la obtención de materia prima pasando por las etapas de remojo, pelambre y calero, descalcado, purga, piquel, marcando la diferencia en esta etapa con la aplicación de diferentes ácidos, posterior a este se aplicó el curtido, engrasado y teñido del cuero.
- Se determinó la sustancia piel en base a la normativa ASTM D2868-17 y la IUC-10 de cada uno de los tratamientos, obteniendo un mayor contenido de sustancia piel en el Piquel Estándar con el 75.92%, seguido del Piquel Ácido Sulfúrico con 72.62%, el Piquel Ácido Fórmico con 70.94% y el Piquel Ácido Oxálico con un 65.04%, resaltando a este tratamiento con un resultado distante de los demás siendo el de menor contenido de sustancia piel.
- Se estudió diversas características del cuero como la tensión con un resultado mayor el T2 con 1485.26 N/m² y el T3 con 1154.20 N/m²; lastometría con resultados similares en el caso de T3 y T con 11.27 mm y 12.61mm respectivamente, para el porcentaje de elongación se obtuvieron valores menores al 40% según la normativa; mediante análisis sensoriales como tacto, llenura, blandura y color obteniendo como mejores resultados al Piquel Estándar y Piquel Ác. Fórmico con puntuaciones cercanas al 5; corroborando con el análisis químico.
- Se constató que el tratamiento Piquel Ác. Fórmico en base al análisis químico, estadístico y en corroboración con resultados de las pruebas físicas y sensoriales es el más apropiado como alternativa o uso más cotidiano en la etapa piquel conforme a los resultados obtenidos que fueron semejantes al tratamiento estándar y sobre todo por las propiedades que este ácido presenta.

RECOMENDACIONES

- Para obtener resultados más exactos de sustancia piel si se trabaja con muestras wet blue se recomienda realizar su análisis lo más rápido posible debido que si se conserva por mucho tiempo puede afectar de alguna manera a las muestras.
- Para resultados de sustancia piel más exactos se recomienda trabajar con la norma ASTM D2868-17 que sigue un procedimiento más estricto, generando resultados más confiables, sea para muestras wet blue, wet white y todo tipo de cueros.
- Conservar las pieles o cueros en un ambiente apropiado sin exposición al sol para evitar la pérdida de humedad y evitar el crecimiento de colonias de microorganismos.
- Para el análisis de sustancia piel se recomienda trabajar con un indicador apropiado como indica la norma.
- Para determinar la sustancia piel o contenido de nitrógeno se recomienda trabajar con macro Kjeldahl que son equipos más sofisticados generando resultados más exactos.
- Para los análisis físicos y sensoriales es preferible tomar muestras pequeñas para evitar disminuir en exceso el área de la piel o el cuero.
- Para análisis químico se recomienda trabajar con cueros acabados para no tener resultados lejanos de un estándar en análisis físicos o sensoriales.

BIBLIOGRAFÍA

ADZET, JOSÉ. *Química Técnica de Teneria*. Barcelona-España : Romanya/Valls, 1985. pp. 16-199

ALTAMIRANO, WILFRIDO. *Curtición de pieles caprinas con la combinación de Caesalpinia spinosa (TARA) más un tanino sintético. (Tesis)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador : 2017. p. 8.

ALVAREZ, PAMELA. *Características tecnológicas del cuero para capellada de alpaca huacaya (lama pacos) adulta, curtido mediante los métodos wet-white y wet-blue. (Tesis)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú : 2018. p.31.

ANDINO, CARMEN. *Evaluación de un sistema de curtición ecológica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de granofín F 90. (Tesis)*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba-Ecuador : 2016. pp. 17-18.

ANDOCILLA, ALEJANDRA. *Diseño de chaquetas en cuero con dispositivo bluetooth para audífono de altavoz y envío y recepción de música digital. (Tesis.)* Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador : 2012. pp. 40-45

AQEIC. *Análisis Químicos de cueros*. España.2019. [En línea] [Consulta: 18 de 04 de 2020]. Disponible en: http://www.aqeic.org/web/esp/metodos/met_aquim.htm.

ASTM D-2868. *Standard Test Method for Nitrogen Content (Kjeldahl) and Hide Substance Content of Leather, Wet Blue and Wet White*

BACARDIT, A. *Química Técnica del Cuero*. Cataluña-España : COUSO, 2004.p. 48.

BAYER, G. *Curtir, teñir y acabar*. Alemania : Leverkusen, 1990.

BENNETT, HUGH GARNER. *The Manufacture of Leather*. Reino Unido : Read Boks Ltda., 2016. p. 10.

BIANCUCCI, GABRIELA et al. *Manual de procedimientos analíticos toxicológicos para laboratorios de baja complejidad.* Argentina : INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY, 2007.p. 42.

CABRERA, PAMELA. *Cuero vs EcoCuero.(Tesis).* Universidad de Palermo, Argentina : 2017. p. 11.

CUEROECUADOR. *Historia del cuero a través del tiempo.Ecuador.* [En línea]. 30 de Marzo de 2013. [Citado el: 10 de 03 de 2020.]

Disponible en: <https://www.cueroecuador.com/historia-del-cuero-a-traves-del-tiempo/>.

CUERONET. *Cuernet, Información Técnica de la Industria del Cuero. 2020 Flujograma de proceso.* [En línea] [Consulta:31 de 03 de 2020].

Disponible en: http://www.cuernet.com/tecnica/controles_produccion.htm.

CUERONET. *NORMAS IUC IUF IUP.* 2020.[En línea]. [Consulta: 18 de 04 de 2020].

Disponible en :https://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/normas_iuc_iuf_iup.htm.

CUEVAS, Y. *Curtición ecológica de piel de ovino (ovis orientalis aries) con extracto de polifenoles vegetales de tola (baccharis incarum).* (Tesis). Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú : 2017. p. 15.

ELVERS, B. y HAWKINS, S. *Ullman´s Encyclopedia of Industrial Chemistry.* New York-USA : VCH, 1989. Vol. 24. p. 56.

GARCÍA MARTÍNEZ, EVA Y FERNÁNDEZ SEGOVIA, ISABEL. *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte.* [ed.].(Maestría) Universitat Politècnica de València. Valencia, España : s.n., 19 de 04 de 2020. p. 3.

GOMEZ, SANDRA. *Características tecnológicas del cuero napa de ovino adulto, mediante los métodos de curtido wet-blue y wet-white.* (Tesis). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Lima-Perú : 2016. pp. 15-49.

GONZALES, A. Vadequim. *Vadequim-Hidrolisis.* [En línea] 2009. [Citado el: 24 de 04 de 2020.] Disponible en: <https://www.vadequimica.com/quimipedia/h/hidrolisis/>.

GOYONOCHE, SOFÍA. *Cuero natural vs cuero sintético.* (Tesis). Universidad de Palermo, Argentina : 2018. pp. 32-35

HIDALGO, LUIS. *Texto básico de curtición de pieles.* Riobamba-Ecuador : ESPOCH, 2004. pp. 25-27.

JORDAN, MARIO FABIÁN. *Obtención de colageno por hidrólisis alcalina enzimática del residuo wet blue en el proceso de curtición.* (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2011. pp. 11-36.

JOSÉ, JUAN. *Química Internacional para el curtido. Capítulo 4. Pelambre y Calero.* [En línea] 2020. [Citado el: 01 de 04 de 2020.]
Disponible:https://www.quimicainternacional.com/pdf/biblioteca/enciclopedia/Capitulo_04_Pelambre_Calero.pdf.

LACERCA, M. *Curtición de Cueros y Pieles.* Argentina : Albatroz, 2003. p. 6.

LEACH, M. *Utilización de diferentes pieles de conejo.* Instituto de Desarrollo y Recursos y la Facultad de Zootecnia de la Universidad de Chihuahua, Chihuahua-Mexico : Instituto de Desarrollo y Recursos Tropicales de Inglaterra, 1985. pp. 25-27.

LEAFE, MALCOLM. *Leather Technologists Pocket Book.* Londres : Society of Leather Technologists and Chemists, 1999. p. 262.

LIBREROS, J. 2003. *Manual de Tecnología del Cuero.* España : s.n., 2003. p. 54.

LUDWIGSHAFEN. *Cuero al cromo para empeine- ABC de la curtición.* Alemania : BASF, 1985. pp. 69-70

LUDWIGSHAFEN, AKTIENGESELLSCHAFT. *Vademécum para el técnico en curtición.* Tercera. Alemania : BASF, 1985. p. 25.

MELGAR, DIMAS. *Tecnología del cuero.* Huancayo-Perú : MITINCI, 2000. pp. 15-44.

MINISTERIO DE AMBIENTE, GOBIERNO NACIONAL DEL ECUADOR. *Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y*

tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador / Ministerio del Ambiente. La industria de los cueros (a base de sales de cromo, con agentes vegetales). [En línea] 2012. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/proyecto-saicm/>.

MORERA, JOSEP MARIA. *Química Técnica de Curtición.* Cataluña-España : Consorci Escola Tècnica d'Igualada (CETI), 2002. pp- 48-109.

PILAMUNGA, LUIS. *Curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO.* (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador : 2017. pp. 25-26.

PROCTER, H. *The Principles of Leather Manufacture.* 2018. Londres : SPON Y CHAMBERLAN, 1903. p. 201

PROCTER, HENRY. *Text-Book of Tanning.* 2018. Londres : With y Plates and numerous illustrations, 1885. p. 108.

QUINTERO, JOSÉ Y ZAPATA, EDUARDO. *Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (Oreochromis spp) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta.* Chile : s.n., 2017. Scielo, Vol. 28. pp.109-120.

RAE. 2020. *Definición de piel.* [En línea] 2020. [Citado el: 10 de 03 de 2020.] Disponible en: <https://dle.rae.es/piel>.

RODRIGUEZ, IBETH. *Obtención para cuero de calzado femenino utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles caprinas.* (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador : 2015. pp 9-31.

ROMERA, EMILIO. *Cuersonet. Historia de la piel.* [En línea] 2020. [Citado el: 09 de 03 de 2020.] Disponible en : <http://www.cuersonet.com/hpiel/index.htm>.

SALAZAR, ANDREA. 2016. *Implementación del Método Kjeldahl para la determinación de proteína para diferentes matrices en el laboratorio ECUACHEMLAB CÍA. LTDA.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador : 2016.

SALINAS, VERÓNICA. *El cuero, producción industrial y artesanal en el Ecuador.* (Tesis). Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador : 2014. p. 21.

SAMMARCO, UMBERTO. *Tecnología Conciaria*. Italia : EDITMA, 2011. pp. 79-175.

SCHAIM, HABER, et al. *Introducción a las Ciencias Físicas*. España : REVERTÉ, 1979. p. 30.

SOLER, JAUME. *Procesos de Curtidos*. Barcelona-España : Consorci Escola Tècnica d'Igualada, 2008. pp. 58-61

VILLEGAS, SONIA. *Estudio del proceso de calidad en la industria de curtiembres "SAUSALITO"*. (Tesis). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia : 2013. p. 68

VINUEZA, RAÚL. *Texto básico de Química Analítica*. Riobamba-Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo(ESPOCH), 2004. p. 25.

ZACHARA, M. *Composición del Colágeno*. UNAL. [En línea] [Consulta: 14 de 04 de 2020].
Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

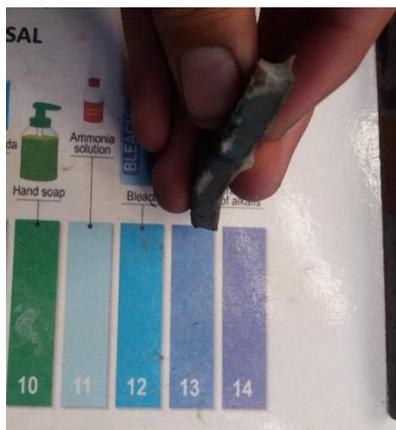
ANEXOS

ANEXO A: Selección de materia prima y equipos

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 							
<p>NOTAS</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</p> <p><input type="checkbox"/> CERTIFICADO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> APROBADO</p> <p><input type="checkbox"/> POR APROBAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR CALIFICAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>Realizado por: David Augusto Espín Silva</p>	<p>“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1429 1225 1666 1295"> <p>ESCALA</p> </td> <td data-bbox="1666 1225 1868 1295"> <p>FECHA</p> </td> <td data-bbox="1868 1225 2042 1295"> <p>LÁMINA</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1429 1295 1666 1359"> <p>1:1</p> </td> <td data-bbox="1666 1295 1868 1359"> <p>15/07/2020</p> </td> <td data-bbox="1868 1295 2042 1359"> <p>1</p> </td> </tr> </table>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>	<p>LÁMINA</p>	<p>1:1</p>	<p>15/07/2020</p>	<p>1</p>
<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>	<p>LÁMINA</p>							
<p>1:1</p>	<p>15/07/2020</p>	<p>1</p>							

ANEXO B: Etapa de Ribera

d)



e)



f)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
d) Remojo e) Medición de grados Baumé f) Pelambre	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	Realizado por: David Augusto Espín Silva	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	15/07/2020	2

ANEXO C: Ácidos de Piquel

g)



h)



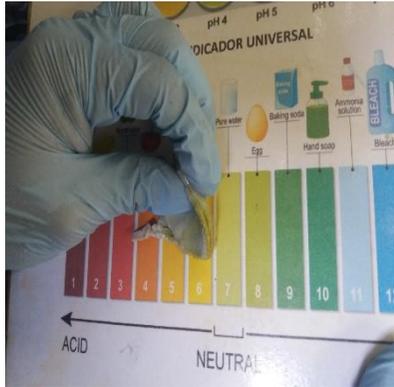
i)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
g) Ácido sulfúrico diluido h) Ácido fórmico diluido i) Ácido oxálico diluido	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	15/07/2020	3

ANEXO D: Controles de Piquel

j)



k)



l)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
j) pH de desencalado k) pH de Piquel l) Pieles piqueladas	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	15/07/2020	4

ANEXO E: Etapa de Piquelado

m)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
m) Obtención de pH de piquel a partir de piquel estándar, piquel con ac. sulfúrico, piquel con ac. Fórmico y piquel con ac. Oxálico.	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
		1:1	15/07/2020	5	

ANEXO F: Procesos posteriores al piquelado

n)



o)



p)



q)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
n) Curtido o) Wet Blue p) Tintura q) Engrase	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR				
			1:1	15/07/2020	6

ANEXO G: Determinación de humedad y preparación de muestra

r)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
r) Secado, muestras, preparación de muestra para método ASTM D2867-17	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	15/07/2020	7

ANEXO H: Determinación Sustancia Piel (Digestión y destilación)

s)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
s) Digestión y destilación en equipos de Macro Kjeldahl	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
		1:1	15/07/2020	8	

ANEXO I: Determinación Sustancia Piel (Valoración)

t)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: David Augusto Espín Silva	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
t) Valoración de muestras de piquel estándar, piquel ac. Sulfúrico, piquel ac. fórmico y piquel ac. oxálico	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	15/07/2020	9

ANEXO J: Análisis Sensorial o Subjetivo

u)



v)



w)



x)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	“DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO.”		
u) Tacto	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO	FACULTAD DE CIENCIAS	ESCALA	FECHA	LÁMINA
v) Blandura	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO	ESUELA DE INGENIERÍA	1:1	15/07/2020	11
w) Llenura	<input type="checkbox"/> POR APROBAR	QUÍMICA			
x) Color	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR	Realizado por:			
	<input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	David Augusto Espín Silva			

ANEXO K: Resultados Pruebas Físicas de cueros



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES

NOMBRE: David Augusto Espin Silva

TIPO DE CUERO: Cuero Bovino Serrano Ecuatoriano (Cuero engrasado y teñido)

FECHA DE ANÁLISIS: 08 de Julio de 2020

ESPECIFICACIÓN: Análisis Físico – mecánicos

NÚMERO DE TRATAMIENTOS: 4 Tratamientos

TRATAMIENTO	Repetición	Resistencia a la Tensión (N/cm ²) Método IUP 6	Porcentaje de Elongación (%) Método IUP 6	Lastometría (mm) Método IUP 9
T(Piquel Estándar)	1	1121.2962	10.5769	14.3261
	2	1447.2222	13.7820	10.9045
T1 (Piquel Ácido Sulfúrico)	1	1852.8846	11.8971	20.212
	2	1117.6470	9.5238	29.548
T2 (Piquel Ácido Fórmico)	1	1287.3949	16.7202	14.326
	2	1021.0084	15.0641	8.224
T3 (Piquel Ácido Oxálico)	1	1315	9.2948	128.91
	2	1141.2280	8.3067	8.4251



Julio Cesar Llerena Zambrano

ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO

TÉCNICO DOCENTE DE LC - FCP

Luis
Eduardo
Hidalgo
Almeida

DR. LUIS HIDALGO ALMEIDA

RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD

Firmado digitalmente por Luis Eduardo Hidalgo Almeida
DN: cn=Luis Eduardo Hidalgo Almeida, gn=Luis Eduardo Hidalgo Almeida, c=EC, Ecuador, o=ESPOCH, ou=Instituto de Posgrado y Educación Continua, e=l_hidalgo@esPOCH.edu.ec
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2020-08-17 09:58:05-00

ANEXO L: Empresa



“CURTIDURIA
HIDALGO”

fabianhidalgo2001@yahoo.com

CERTIFICA:

Por medio del presente, yo Juan Francisco Hidalgo Ruiz en mi calidad de Jefe de Producción, de la empresa Curtiduría “Hidalgo y promotor de la investigación entre instituciones educativas y la empresa certifico que el señor David Augusto Espin Silva con CI: 180462524-0, estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, realizó su proceso de investigación como tesista dentro de la empresa culminando el trabajo de investigación solicitado que titulaba “**DETERMINACIÓN DE UN DIAGRAMA DE HIDRÓLISIS DE PIEL BOVINA SERRANA ECUATORIANA CON DIFERENTES ÁCIDOS EN LA ETAPA DE PIQUELADO**” cumpliendo con los requisitos y expectativas solicitadas por parte de la empresa, fomentando el interés en la investigación del área curtiembre.

Ambato, 31 de Agosto del 2020.

Atentamente.



Ing. Juan Hidalgo Ruiz

JEFE DE PRODUCCIÓN DE CUTIDURÍA “HIDALGO”



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 08 /2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: : David Augusto Espin Silva
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2020.08.27 10:04:26
-05'00'



27-08-2020

0251-DBRAI-UPT-2020