

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DEL CUERO NAPA DE
OVINO ADULTO, MEDIANTE LOS MÉTODOS DE CURTIDO
WET-BLUE Y WET-WHITE”.**

Presentada por:

SANDRA GÓMEZ OCHANTE

Tesis para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

LIMA-PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**“CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DEL CUERO NAPA DE
OVINO ADULTO, MEDIANTE LOS MÉTODOS DE CURTIDO
WET-BLUE Y WET-WHITE”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

SANDRA GÓMEZ OCHANTE

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Gustavo Gutiérrez Reynoso

Presidente

Dra. Gladys Carrión Carrera

Miembro

Dr. Javier Ñaupari Vásquez

Miembro

Ing. Wilder Trejo Cadillo

Patrocinador

Ing. Percy Avalos Ortiz

Co-Patrocinador

DEDICATORIA

- A Dios, por haberme permitido culminar esta etapa, por darme paciencia, su infinito amor y bondad.
- A la memoria de mi padre Armando, a mi bella madre Victoria por su apoyo incondicional, motivación constante, sus consejos, su amor, pero sobre todo por creer en mí.
- A mi hermana Yaninna, por siempre estar a mi lado aconsejándome, mi hermano Adrian y mi tía Liduvina por su apoyo, los quiero mucho.
- A Jimmy por su apoyo, consejos y paciencia infinita durante esta investigación.
- A todos aquellos que estuvieron presentes apoyándome durante todo el tiempo de la elaboración de esta tesis, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

- A la primera persona que quiero agradecer es al Ing Wilder Trejo Cadillo, por ser mi asesor de tesis y compartir todos sus conocimientos, su orientación y su manera de trabajar han sido fundamentales para concluir esta investigación.
- Ing. Percy Avalos, por sus consejos y apoyo durante toda la elaboración de la tesis.
- Ing Elías Cabrera, por compartir sus conocimientos, brindarme su apoyo y ayudarme durante el proceso de la parte experimental.
- Ing. Adriana Ríos, Directora de Citeccal por brindarme las facilidades de realizar los análisis físicos en el laboratorio de dicha institución.
- Sr Altamirano, por dejarme realizar mis prácticas en IPEPESA, donde aprendí mucho de la industria de la curtiembre.
- Sr Palomino, por facilitarme la obtención de las pieles, ayudarme durante el proceso de descarnado de las pieles.

INDICE GENERAL

	PAGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 La población y producción de pieles de ovino.....	3
2.1.1 Distribución regional de ovinos.....	3
2.1.2 Beneficio de ganado ovino en camal a nivel nacional.....	5
2.2 La piel.....	5
2.2.1 Piel de ovino.....	6
2.2.2 Zonas de la piel.....	6
2.2.3 Histología de la piel.....	8
a. Epidermis	8
b. Dermis	9
c. Tejido adiposo	10
2.2.4 Composición química de la piel de ovino.....	12
2.2.5 Proteínas de la piel.....	13
2.3 Hinchamiento.....	15
2.4 El cuero.....	15
2.4.1 Tipos de cuero.....	16
2.5 El Glutaraldehido.....	17
2.5.1 Química del glutaraldehido.....	17
2.5.2 Principales usos del glutaraldehido.....	19
2.5.3 Utilización del glutaraldehido en el curtido de pieles.....	21
a. Ventajas y desventajas.....	22
b. Propiedades físicas conferidas al cuero.....	22
c. Control de los parámetros antes del curtido.....	23
2.6 Etapa de ribera y curtido.....	24
2.6.1 Remojo.....	24
2.6.2 Pelambre.....	25
2.6.3 Descarnado.....	27
2.6.4 Desencalado.....	28

2.6.5	Rendido	29
2.6.6	Desengrase.....	30
2.6.7	Piquelado.....	30
a.	Hinchamiento en el piclado	31
b.	Mecanismo del piquelado con glutaraldehido.....	32
2.6.8	Curtido.....	32
a.	Curtido con cromo (wet-blue).....	33
b.	Curtido con glutaraldehido (wet-white)	34
2.6.9	Basificado.....	35
2.6.10	Temperatura de contracción	35
2.7	Obtención de cuero napa para vestimenta.....	36
2.7.1	Rebajado	36
2.7.2	Neutralizado	36
2.7.3	Recurtido	37
2.7.4	Teñido	37
2.7.5	Engrasado	38
2.7.6	Acabado	39
2.8	Contaminación ambiental de la industria del cuero	39
a.	Demanda bioquímica de oxígeno	40
b.	Demanda química de oxígeno	40
2.8.1	Residuos líquidos	40
2.8.2	Residuos sólidos	41
2.9	Legislación ambiental	41
2.9.1	Ley general del ambiente	42
2.9.2	Valores máximos admisibles	42
2.10	Muestreo y control de calidad	45
2.10.1	Pruebas físicas.....	47
a.	Temperatura de contracción	47
b.	Ensayo de espesor	47
c.	Ensayo resistencia a la flexión	48
d.	Ensayo resistencia al desgarro	48
e.	Ensayo determinación de solidez al color.....	48
f.	Ensayo resistencia a la tracción	49
g.	Ensayo ruptura de flor.....	49

2.10.2 Prueba química	50
III. MATERIALES Y METODOS	52
3.1 Lugar de ejecución y duración	52
3.2 Procedencia y cantidad de materia prima	52
3.3 Equipos y materiales	53
3.4 Tratamientos.....	53
3.5 Metodología experimental	53
3.5.1 Diseño experimental	53
3.5.2 Proceso de conservación	53
3.5.3 Control de peso de materia prima e insumos	54
3.5.4 Proceso de ribera y curtido	55
a. Pre-remojo.....	55
b. Remojo.....	57
c. Pelambre.....	57
d. Descarnado.....	58
e. Desencalado.....	59
f. Purga.....	59
g. Desengrase.....	60
h. Piquelado.....	61
i. Curtido.....	61
j. Temperatura de contracción.....	63
3.5.5 Procesamiento de cuero napa curtido con sales de cromo	65
3.5.6 Procesamiento de cuero nada curtido con glutaraldehido	69
3.5.7 Evaluaciones y controles	73
a. Temperatura de contracción	73
b. Espesor.....	73
c. Resistencia a la flexión	73
d. Resistencia al desgarro	74
e. Determinación de solidez al color al frote	74
f. Resistencia a la tracción	75
g. Ruptura de flor	76
h. Análisis de efluente de remojo enzimático	77
3.6 Análisis estadístico....	79

IV RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	80
4.1 Temperatura de contracción.....	80
4.2 Espesor.....	81
4.3 Resistencia a la flexión	81
4.4 Resistencia al desgarro simple	82
a. Desgarro simple longitudinal.....	82
b. Desgarro simple transversal.....	83
c. Desgarro simple promedio.....	83
4.5 Solidez de color al frote	85
4.6 Resistencia a la tracción	87
4.7 Resistencia al desgarro doble	88
4.8 Ruptura de flor.....	89
4.9 Efluente de remojo enzimático	89
V. CONCLUSIONES	92
VI. RECOMENDACIONES	93
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
VIII. ANEXOS.....	104

INDICE DE TABLAS

CUADRO	PÁGINA
1. Distribución del ganado ovino según departamento del Perú	4
2. Beneficio de ganado ovino en camales y mataderos a nivel nacional	5
3. Composición química de la piel fresca de ovino	13
4. Valores máximos admisibles de las descargas residuales no domésticas.....	44
5. Resistencia a la flexión, desgarró simple y solidez de color al frote de cuero napa vestimenta	49
6. Desgarró doble y tracción de cuero para calzado de niños, caballeros, damas y casual.....	50
7. Efluente de remojo enzimático tratado por el método de coagulación-floculación y sedimentación	51
8. Pesos de las pieles en diferentes estados.....	54
9. Desgarró longitudinal del cuero napa	82
10. Desgarró transversal del cuero napa.....	83
11. Desgarró promedio del cuero napa.....	84
12. Sólidez al frote en seco, húmedo y sudor artificial de cuero napa.....	86
13. Resistencia a la tracción, desgarró doble y ruptura de flor de cuero napa	88
14. Efluente de remojo enzimático.....	90

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Zonas de la piel.....	7
2. Estructura de la piel	11
3. Entrecruzamiento de fibras de colágeno de la capa reticular.....	12
4. Formula y representaciones químicas del glutaraldehido.....	18
5. Zonas de muestreo de un cuero.....	46
6. Flujo de operaciones del proceso de ribera y curtido	56
7. Recuperación de lana durante el pelambre	63
8. Cuero curtido wet-blue	64
9. Cuero curtido wet-white	64
10. Rebajado de cuero wet-blue	67
11. Cuero teñido atravesado al 90%	68
12. Teñido total de color negro cuero wet-blue	68
13. Rebajado de cuero wet-white	72
14. Secado y estirado de cuero wet-white en bastidores.....	72
15. Muestra para la determinación de resistencia a la flexión.....	77
16. Muestra para la determinación de resistencia al desgarro.....	78
17. Muestra de determinación de solidez de color al frote.....	78
18. Muestra de determinación de resistencia a la tracción	79
19. Comparación de fuerza de desgarro simple longitudinal y transversal de los tratamientos T1 y T2.....	84
20. Comparación de efluente de remojo enzimático	91
21. Botal experimental del taller de curtiembre.....	104

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. El botal.....	104
2. La descarnadora	105
3. Equipos y materiales	106
4. Propiedades de los productos químicos.....	107
5. Determinación de temperatura de contracción	109
6. Peso (kg) de piel cruda salada y piel tripa.....	110
7. Análisis de varianza del espesor	111
8. Análisis de varianza de la fuerza de desgarro longitudinal	111
9. Análisis de varianza de la fuerza de desgarro transversal.....	111
10. Análisis de varianza de la fuerza de desgarro promedio	111
11. Ensayos físicos	112
12. Prueba química de efluente	132

RESUMEN

La industria de la curtiembre se encuentra en la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan sustituir la curtición con cromo (wet-blue), debido a que genera un impacto negativo al medio ambiente. Por ello, una de las alternativas es la curtición con glutaraldehído (wet-white), que ha demostrado ser un curtiente adecuado por la obtención de pieles blandas, con una flor fina y excelente caída. El objetivo de la investigación fue evaluar los métodos de curtido wet-blue y wet-white en pieles de ovino adulto, para la obtención de cuero napa de vestimenta. El estudio se realizó en el taller de curtiembre de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina. El tiempo de duración de la investigación fue aproximadamente de 5 meses, desde la obtención de las pieles hasta las evaluaciones físicas del cuero y químicas del efluente de remojo enzimático. Las pieles se dividieron al azar, en dos grupos de 17 pieles cada uno. El primer tratamiento (T1) corresponde a las pieles curtidas y recurtidas con sales de cromo y el segundo tratamiento (T2) a las pieles curtidas y recurtidas con glutaraldehído. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de variancia (ANDEVA) y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan (α 0.05). No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para el ensayo de espesor, resistencia al desgarrado transversal y resistencia al desgarrado promedio; sin embargo, hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en la resistencia al desgarrado longitudinal. Los ensayos de solidez de color al frote, resistencia a la tracción y ruptura de flor, fueron comparados numéricamente. Los resultados de las pruebas físicas para ambos tratamientos, estuvieron por encima de los valores mínimos requeridos por la Norma Técnica Peruana para cuero de vestimenta. Se concluye que el cuero napa obtenido con el método wet white (T2) tiene las mismas o mejores características tecnológicas que el wet blue (T1) para su uso en vestimenta.

Palabras Claves: Curtido wet-white, Curtido wet-blue, Glutaraldehído, Cromo, Pieles de ovino.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista ambiental, la curtiembre está catalogada como una de las industrias más contaminantes en todo el mundo, por el uso de productos químicos que se suelen aplicar durante el procesamiento del cuero o peletería. Debido a esto durante los últimos 20 años se plantea el nuevo término de *tecnología limpia*, la cual busca optimizar el uso de los productos químicos, crear nuevas alternativas a la curtición con cromo; y el tratamiento y aprovechamiento de los residuos generados durante su transformación.

Evitar el procesamiento de las pieles generaría grandes volúmenes de material orgánico en descomposición. En Perú la industria de la curtiembre es la encargada de procesar las pieles de los animales recuperadas de los camales o aquellas que han sido acopiadas de los pequeños productores, para después transformarlas en cuero o peletería. Dicha actividad se realiza de manera informal y formal; y es esta última aquella que propone desarrollar alternativas para disminuir la contaminación con el uso apropiado de productos químicos amigables con el medio ambiente y la mejora de los procesos en la fabricación de cuero.

Durante el proceso de ribera las operaciones de remojo y pelambre son las que generan la mayor cantidad de contaminantes, debido a la utilización de productos químicos como soda caustica y sulfuro de sodio. El remojo enzimático mediante enzimas proteolíticas es una alternativa novedosa con lo cual se busca sustituir la soda caustica. El pelambre genera efluentes que contienen sulfuro mezclados con residuos de lana, lo que causa grandes dificultades para su posterior tratamiento, pudiendo evitarse con el uso de enzimas depilantes que ayudan a un aflojamiento del pelo o lana con recuperación completa.

Otro de los grandes contaminantes es el cromo hexavalente, utilizado en el proceso de curtido obteniendo pieles denominadas wet-blue. El cromo hexavalente es tóxico no solo

en las aguas residuales generadas, sino también por su posible oxidación a cromo hexavalente. Durante el 2014 un reporte de la organización europea RAPEX (Rapid Alert System for non-food dangerous products) demuestra que este tipo de cromo hexavalente es causante de enfermedades neoplásicas para los seres humanos. En esta búsqueda de producir cueros con procesos más respetuosos con el medio ambiente y que a su vez posean la misma calidad que aquellos que se trabajan de manera tradicional, se plantea un sistema de curtido libre de cromo denominado wet- white.

Con el curtido wet-white se produce cueros libres de cromo y metales pesados consiguiéndose una curtición puramente sintético/vegetal. Esto es gracias al uso del glutaraldehído, producto sintético derivado de aldehídos, biodegradable en un 99% e inactivo por polimerización irreversible en medio alcalino, con el cual se obtienen pieles blandas, de flor fina y excelente caída. Los productos residuales están libres de metales pesados y pueden ser tratados con mayor facilidad. Las instalaciones y equipos para el proceso wet-white son los mismos que se utilizan para un curtido al cromo tradicional.

Por ello, la presente investigación tiene por objetivo principal evaluar las características tecnológicas de las pieles napa de ovino adulto, curtidas mediante los métodos wet-blue y wet-white, teniendo como objetivos específicos:

- Evaluar las características de espesor, flexión, resistencia al desgarro (simple y doble), solidez del color al frote (seco, húmedo y sudor artificial), resistencia a la tracción y ruptura de flor, del cuero napa mediante los métodos de curtido wet-blue y wet-white.
- Comparar los índices de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno amoniacal, sólidos totales suspendidos del agua residual de la operación de remojo, con los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PIELES DE OVINO

La crianza de la cadena productiva de ovinos a lo largo del territorio nacional es de vital importancia para la economía de la población rural. Actualmente con mayor énfasis en la zona altoandina del Perú entre los 3,000 a 4,200 msnm, pero características de crianza extensiva y semi-intensiva en Costa y en Selva. El ovino ha logrado mantener su presencia porque se integra con otros tipos de crianzas: vacunos y camélidos encima de los 4,000 msnm. De la producción de ovinos se pueden extraer cinco líneas de productos principales: carne, leche y derivados, pieles (cueros), productos para el cuidado de la piel, y lana (MINAGRI, 2013)

De acuerdo al IV censo nacional agropecuario (CENAGRO) del año 2012, la población de ovinos es de 9, 523, 198 millones de ovinos, mostrando un descenso de 21,2 por ciento con respecto al censo agropecuario de 1994. La raza que concentra la mayor población es la de Criollos y representa el 81,0 por ciento del total. Le sigue en orden de importancia la raza Corriedale con el 11,4 por ciento, Hampshire Down 2,6 por ciento, Black Belly 0,9 por ciento y otras razas 4,1 por ciento respectivamente (MINAGRI, 2013).

2.1.1 DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE OVINOS

A nivel nacional, los departamentos con mayores cabezas de ovinos se encuentran Puno con 2, 088,332, seguido de Cusco con 1, 251,524, Junín con 779,297, Ancash con 680,686, Huánuco con 706,006, Huancavelica con 640,242 y Ayacucho con 616,910, como las principales regiones donde existe crianza de ovinos (Ver Cuadro 1). Estos departamentos concentran el 71.0 por ciento de la crianza a nivel nacional. Puno es el principal departamento de crianza de ovinos, el cual ha tenido una caída considerable entre el censo de 1994 y el último censo agropecuario con -1, 022,914 cabezas de ganado ovino, una disminución del -32.9 por ciento (MINAGRI, 2013).

Cuadro 1: Distribución del ganado ovino según departamento del Perú (Miles de cabezas)

Departamento	Censo 1994	Censo 2012	Diferencia
Puno	3,111,246	2,088,332	-1,022,914
Cusco	1,599,979	1,251,524	-348,455
Junín	1,197,589	779,297	-418,292
Ancash	780,709	680,686	-100,023
Huánuco	807,091	706,006	-101,085
Huancavelica	851,837	640,242	-211,595
Ayacucho	689,29	616,91	-72,38
Otros	3,047,942	2,760,201	-287,741
Total	12,085,683	9,523,198	-2,562,485

FUENTE: INEI-IV Censo Agropecuario 2012.

La sierra es la región natural que cuenta con la mayor actividad de crianza de ovinos, aproximadamente el 94.2 por ciento de cabezas de ganado, la costa cuenta con el 5.1 por ciento y la selva solo con el 0.7 por ciento. Esto nos da una clara idea de la procedencia de las pieles que se usan en la industria de la curtiembre. Convirtiéndose la sierra como el mayor proveedor de pieles especialmente para las curtiembres que se ubican en la costa del país con alrededor de 8, 972,192 cabezas de ovino, le sigue la costa con 482, 500 y la selva con 68, 500. (MINAGRI, 2013).

2.1.2 BENEFICIO DE GANADO OVINO EN CAMAL A NIVEL NACIONAL

Según el último censo nacional agropecuario realizado en el 2012, a nivel nacional existen alrededor de 766,7 miles de unidades para beneficio que representan unos 10,215 toneladas de ganado ovino, como se puede observar en el Cuadro 2. Con lo cual se obtuvo un crecimiento de 1.2 por ciento respecto al año 2011, con un producción de 4.4 por ciento de toneladas. El beneficio de ovino entre enero a abril del año 2013, es de 249.9 miles de unidades que son aproximadamente unas 3,359 toneladas, presentando un incremento de 2.7 por ciento y de 2.8 por ciento respectivamente en este periodo de análisis (MINAGRI, 2013).

Cuadro 2: Beneficio de ganado ovino en camales y mataderos a nivel nacional

Año	Miles de Unid	Porcentaje (%)
2008	727.3	-
2009	733.5	0.8%
2010	768.8	4.8%
2011	757.9	-1.4%
2012	766.7	1.2%

FUENTE: MINAGRI-OEEE

2.2 LA PIEL

La piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, elimina las sustancias de desecho, albergan órganos sensoriales que nos facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacenan sustancias grasas, protegen a cuerpo de entrada de bacterias. La piel responde a los cambios

fisiológicos del animal, reflejándose sobre ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente, estado de salud (Hidalgo, 2003).

En forma práctica, la piel se designa al tegumento membranoso de por sí elástico y resistente que cubre el cuerpo de los animales, amoldándose exactamente a la superficie corporal. La piel es el material que no ha sufrido ningún tipo de cambio por la mano del hombre (Ruiz de Castilla, 1994; Trejo, 1993).

2.2.1 PIEL DE OVINO

Los ovinos poseen en la piel una estructura compuesta por folículos pilosos productores de fibras de lana y pelo. Las razas de ovinos caracterizados por la presencia de pelo corto en la superficie corporal son denominados deslanados (Silva Sobrinho, 1992; citado por Costa, 2006).

La piel de los ovinos deslanados está considerada entre las mejores del mundo, por presentar buena resistencia y elevada suavidad, siendo muy valorada en el mercado nacional e internacional (Cavalcanti y Silva, 1988; citado por Costa, 2006).

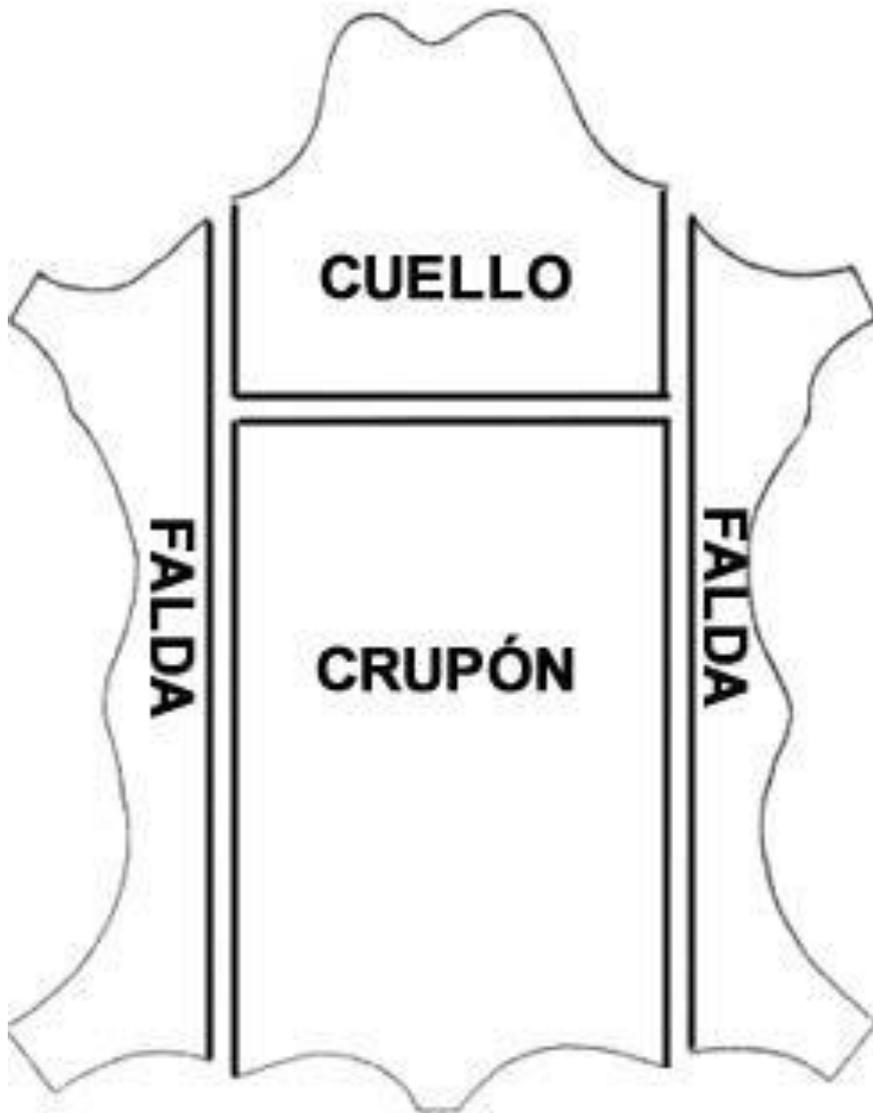
La estructura de la piel de ovinos deslanados es uniforme debido a la baja densidad folicular y consecuentemente, si la comparamos con la de ovinos lanados, presenta menor número de glándulas sebáceas y sudoríparas. Tal estructura confiere resistencia y suavidad a los cueros, características fundamentales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

2.2.2 ZONAS DE LA PIEL

La piel recuperada por desuello de los animales sacrificados se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la capacidad. En la piel se distingue tres zonas, el crupón, el cuello y las faldas. En la Figura 1, se puede observar las zonas de la piel (Hidalgo, 2003).

El Crupón representa un 45 por ciento aproximadamente del total de la piel fresca, también de las tres partes se puede decir que es la más homogénea y compacta. El cuello tiene un peso del 25 por ciento aproximadamente del total de la piel fresca y es una parte de la piel

que presenta muchas arrugas. Por ultimo las faldas tienen un peso del 30 por ciento aproximadamente del total de la piel fresca, además son las partes más fofas e irregulares de la piel (Gavilanes, 2011).



FUENTE: http://www.cueronet.com/tecnica/div_superficie.htm

Figura 1: Zonas de la piel

2.2.3 HISTOLOGÍA DE LA PIEL

La piel esta consta de tres capas principales que son: La epidermis o cutícula, la dermis o corión y tejido adiposo (BASF, 1985).

a. Epidermis

El grosor de la epidermis en los ovinos varía según las regiones del cuerpo, siendo más gruesa donde se localizan los pelos y más delgada en los lugares cubiertos por lana (Lyne y Hollis, 1968; citado por Costa, 2006).

Así también Leach (1985) especifica que la epidermis es una capa delgada y estratificada aproximadamente representa el 1 por ciento del espesor total de la piel en bruto. Producciones epidérmicas tienen origen en la epidermis y son de tipo corneo entre ellas se encuentran el pelo, lana, pezuñas, cuernos, etc. Durante la fabricación del cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre o embadurnado. La epidermis está compuesta por 5 capas diferentes; la capa germinativa, espinosa, granulosa, lúcido y corneo, a continuación se detallan cada una (Navarrete, 2003):

- Capa basal o germinativa: está formada por células cilíndricas que se disponen generalmente en una hilera, tienen puentes intercelulares que son menos evidentes que los de la capa espinosa. En el estrato basal se encuentra la melanina, pigmento normal de la piel, cuya cantidad varía de acuerdo al tipo de piel de cada individuo.
- Capa espinosa o Malpighi: lo constituyen células poligonales que poseen puentes intercelulares, estructuras que sirven como medio de unión entre ellas y a la vez con las capas adyacentes. El número de estas células también varía dependiendo de la región corporal de que se trate, en general es de cinco a siete hileras.
- Capa granulosa: está formado por células aplanadas que poseen en el núcleo gránulos de queratohialina, sustancia precursora de la queratina, la misma que le dan su nombre. Su grosor depende del de la capa córnea.

- Capa lúcida: ubicada por debajo de la capa córnea, esta cuarta capa no siempre se observa nítidamente. Es delgada y tiene un aspecto de línea homogénea brillante y transparente.
- Capa córnea: está formada por células que no tienen núcleo, Su grosor varía de acuerdo al sitio anatómico, en las zonas como palmas y plantas es mayor.

b. Dermis

Es la capa que se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y que se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la membrana hialina. La membrana hialina es una membrana ondulada y transparente que forma una superficie pulida la cual esta punteada por los orificios de los folículos pilosos constituye la flor del cuero acabado, esta capa presenta el típico “poro”, el cual es característico de cada tipo de animal. La dermis constituye la parte principal de la piel y su espesor representa aproximadamente el 84 por ciento del espesor total de la piel en bruto, es la parte aprovechable para la fabricación del cuero (Frankel, 1989).

La dermis está constituida por otras capas que son la capa de flor o papilar y la capa reticular (BASF, 1989).

- Capa de flor o termostática: está formada por un entretrejido de fibras entrelazadas en todas las direcciones siguiendo mayormente una orientación sensiblemente perpendicular a la superficie de la piel, este entretrejido está formado por fibras especiales finas y apretadas, sobre todo en la parte superficial, químicamente está formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura (BASF, 1985)

En ovinos lanados la capa termostática ocupa gran parte del grosor total de la piel. La alta densidad de fibras de lana, perjudica el entrecruzamiento de los haces de fibras de colágeno y hace que esa capa presente tendencia a la separación de la capa subyacente, reticular. Debido al elevado número de glándulas sebáceas y sudoríparas, asociadas a los folículos, que durante el proceso de curtido son

eliminadas, originando zonas vacías y sueltas (Boccone et al., 1983; citado por Costa, 2006).

- Capa reticular: se llama así por su aspecto de red, está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45 grados con relación a la superficie de la piel; según nos vamos introduciendo a capas profundas, las fibras van tomando una orientación más horizontal siendo al final paralelas a la superficie de la piel. Su principal componente es el colágeno (BASF, 1985).

La dermis está constituida por tejido conectivo y células. El tejido conectivo a su vez está formado por tres tipos de fibras: Colágenas, elásticas y reticulares (Navarrete, 2003)

- Las fibras colágenas: son las más numerosas, la disposición y el grosor de las mismas, varía de acuerdo al nivel en que se encuentran: en la dermis superficial o papilar son fibras delgadas, a diferencia de la dermis media y profunda, donde son más gruesas y se disponen en haces casi paralelos a la superficie de la epidermis.
- Las fibras elásticas: son fibras delgadas de 1 a 3 micras de diámetro, el grosor al igual que el de la colágena y varía de acuerdo al nivel en que se encuentran: delgadas en dermis superficial y gruesas en dermis profunda. En la dermis papilar configuran un plexo: son las fibras de elastina y de oxitalán.
- Las fibras reticulares: miden de 0.2-1 micra de diámetro. La sustancia fundamental de la dermis contiene glucosaminoglicanos o mucopolisacáridos ácidos.

c. Tejido adiposo

El tejido subcutáneo constituye aproximadamente el 15 por ciento del espesor total de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante una operación que se denomina descarnado. Es la parte de la piel que se asegura la unión con el cuerpo del animal. El tejido subcutáneo está constituido por un a fieltro muy lacio a base de fibras largas dispuestas

así paralelamente a la superficie de la flor entre sus fibras se encuentran células grasas en mayor y menor cantidad según la especie del animal (Laberca, 1993)

FUENTE: Kelley (1992)

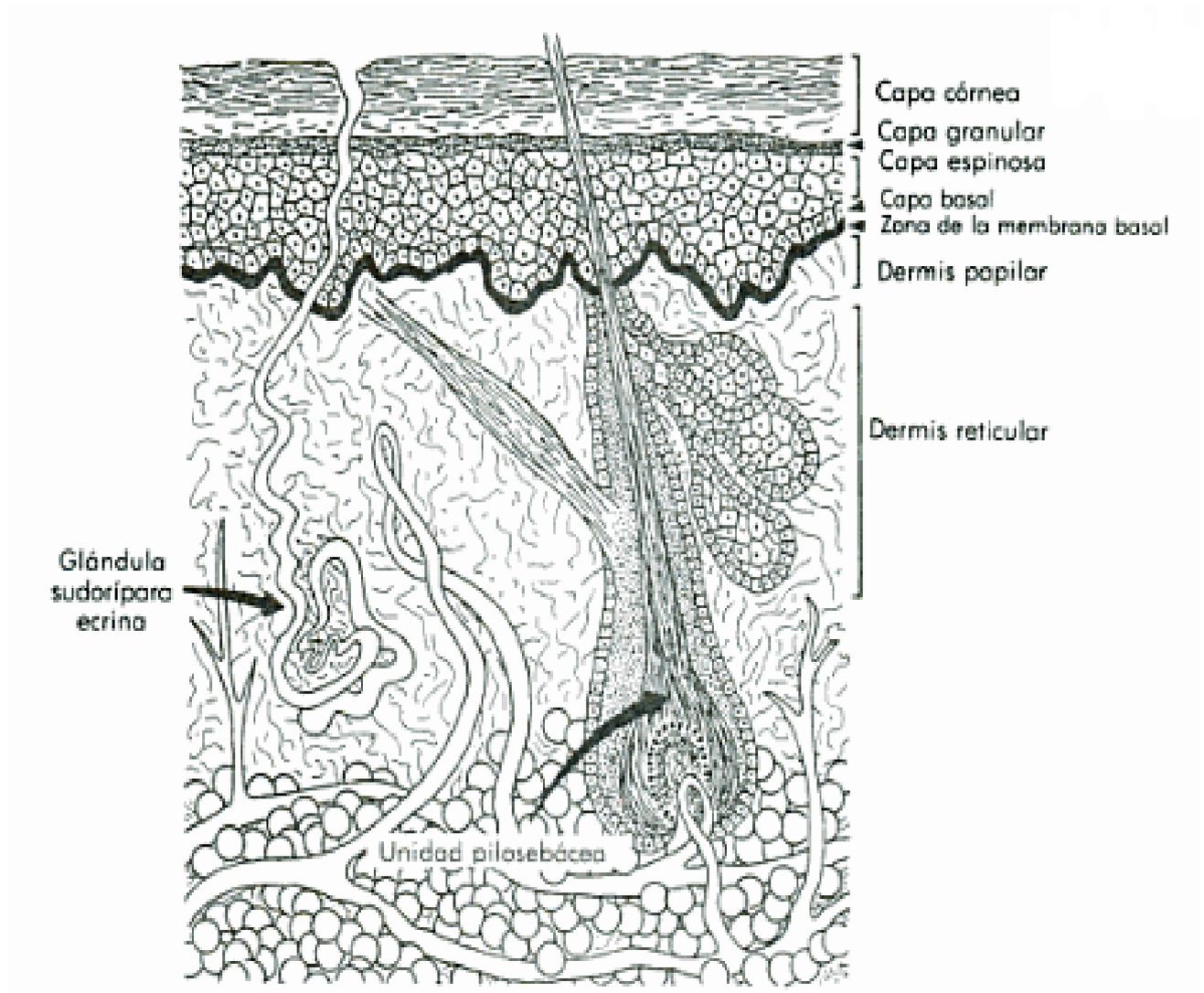
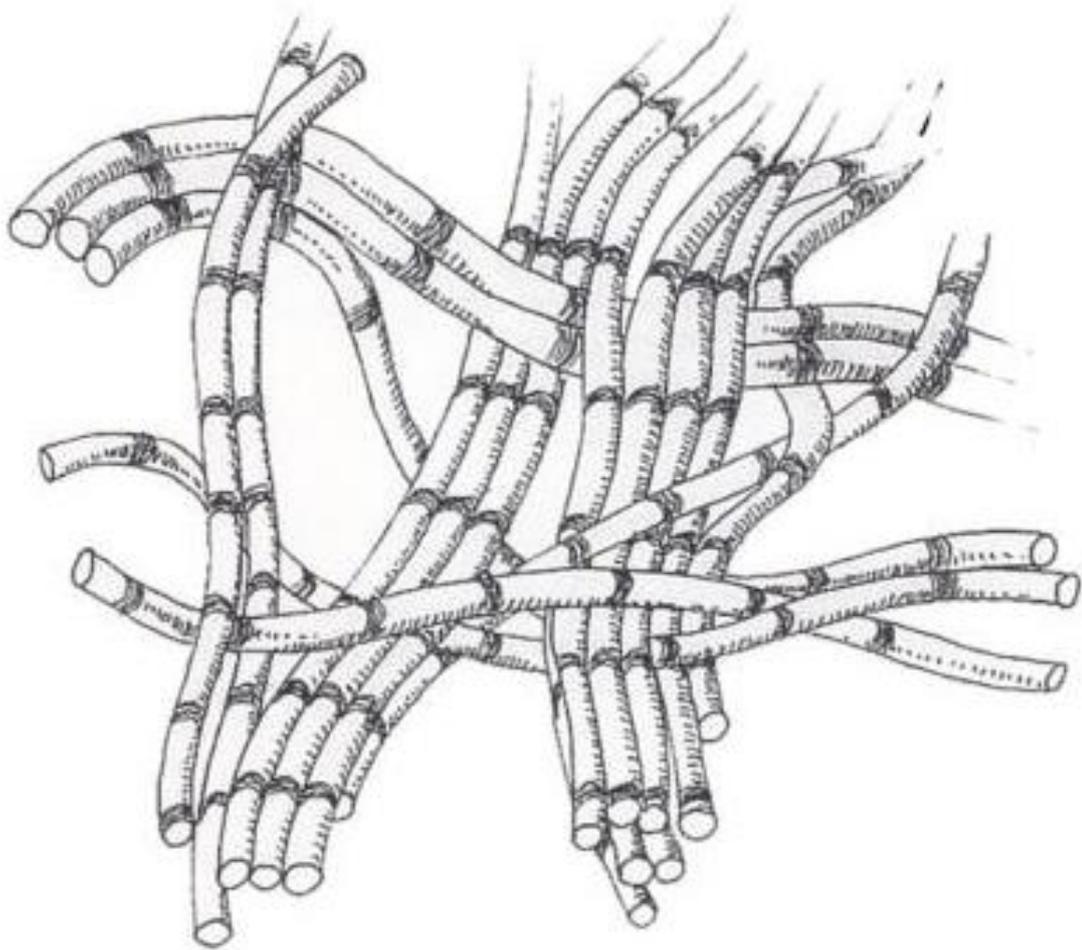


Figura 2. Estructura de la piel



FUENTE: Paoletti (2004).

Figura 3: Entrecruzamiento de fibras de colágeno de la capa reticular

2.2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL DE OVINO

Estudios para la determinación del contenido de lípidos naturales en la piel de ovinos deslanados, realizados por Furlanetto y Santos (1987); citado por Costa (2006), revelaron que la mayor concentración de lípidos aparece próxima a las regiones de la cabeza y la cola, debido al acúmulo de reservas, siguiéndole la región dorsal, lateral y ventral.

Estudiando las pieles de ovinos lanados, notaron que las grasas naturales se localizan en las glándulas sebáceas, próximas a los folículos pilosos (65 por ciento del total presente en la

piel), en la unión de la capa termostática con la reticular (20 por ciento) y en el tejido adiposo subcutáneo (15 por ciento), (Boccone *et al.* ,1980; citado por Costa, 2006). A continuación se muestra en el Cuadro 3 el reporte realizado por Gómez (1994) la composición química de la piel fresca de ovino.

Cuadro 3: Composición química de la piel fresca de ovino

Composición Química	Ovino- Crupón
Humedad %	77.96
Grasa total % *	3.55
Proteína total %*	78.13
Ceniza Total %*	1.12

FUENTE: Gómez, 1994. UNALM, Lima-Perú.

*Base seca

El elevado contenido de agua en la piel, aproximadamente un 20 por ciento de esta agua se encuentra combinado con las fibras de colágeno. La piel vacuna contiene poca grasa, la del cerdo de 4 a 40 por ciento, en los ovinos de 3 a 30 por ciento y en las cabras de 3 al 10 por ciento. Estos porcentajes están calculados sobre piel seca, de esas cantidades el 75 a 80 por ciento son triglicéridos (Cotance, 2004).

2.2.5 PROTEÍNAS DE LA PIEL

El colágeno está presente en casi 95 por ciento, un 1 por ciento elastina y 2 por ciento queratina, el resto son proteínas no fibrosa (Cotance, 2004). Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y elastina; las globulares pertenecen las albuminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis; su característica es el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, que le proporciona a la molécula de queratina una gran estabilidad, ya que posee un enlace puente bisulfuro (-S-S-). La cistina presenta porcentajes sobre peso seco de proteína que varían entre los valores de 4-18 por

ciento químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que la proteína globular. Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden de protoplasma de las células vivas de la piel, son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles (Hidalgo, 2003).

a. Clasificación y estructura del colágeno

El colágeno, proteína constituyente de los tejidos conjuntivos, como la piel, los tendones y el hueso, es la proteína más abundante del organismo, se caracteriza principalmente por su notable resistencia: una fibra de 1 mm de diámetro puede soportar una carga de 10 a 40 kg. El colágeno está constituido por un conjunto de tres cadenas polipeptídicas (1.000 aminoácidos por cadena), agrupadas en una estructura helicoidal. La glicina constituye la tercera parte de los aminoácidos de cada cadena, hecho único entre todas las proteínas del organismo, la repetición de 333 tripletes de forma Gli-X-Y preside la estructura de cada una de las cadenas. En posición X se encuentra, en la mayoría de los casos, la prolina; en posición Y, se encuentran la hidroxiprolina y la hidroxilisina, dos aminoácidos que no abundan en la constitución de las otras proteínas del organismo (Prockop, 1981).

b. Producción y estabilidad del colágeno

El colágeno se produce a partir de una proteína precursora llamada pro-colágeno, que esta es sintetizada por el retículo endoplásmico de superficie rugosa (Rer). Las cadenas pro-a sintetizadas por el Rer son llevadas por las vesículas de transporte hasta el más cercano de los sáculos de Golgi. Una vez que las moléculas de pro-colágeno, son liberadas de las vesículas secretoras por exocitosis y entran en el espacio intercelular, la acción de las peptidasas hacen que la secuencias de extensión de pro-péptidos se separen ambos extremos, dando así lugar a las moléculas de colágeno (Conmarck, 1988).

La estabilidad del colágeno depende de tipos de enlaces cruzados, que incluye grupos funcionales COOH de restos de ácido glutámico (Joseph y Bose, 1963). El colágeno se estabiliza a la acción hidrotérmica mediante el curtido con el sulfato básico de cromo trivalente (Langerwerf, 1985).

c. Punto isoelectrico del colágeno

El punto isoelectrico de la proteína colágena es el punto donde ocurre el equilibrio entre las cargas de los grupos amino ($+H_3N$) y carboxílico ($COOH$), y se sitúa en pH de aproximadamente 5.0. Con la disminución de pH, tenemos la disociación de los grupos amino, mientras que con el incremento del pH el grupo carboxílico sufre la disociación. El carácter anfótero que tiene la piel, su carga global varía con el pH del baño que se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxilos se encuentran en su forma no disociada y la carga total es fuertemente positiva. Por el contrario en baños muy básicos los grupos carboxilos están disociados y su carga global de la piel es negativa (Leach, 1985).

2.3 HINCHAMIENTO

El hinchamiento afecta el tamaño y la forma de la fibra de la piel, su naturaleza y la calidad del cuero. Por consiguiente, es un mecanismo de gran importancia que se debe controlar durante todo el procesamiento ya sea en el remojo, encalado y curtido de las pieles. Se debe considerar la condición física de la piel en el agua (Thorstensen, 1985).

Debe tenerse muy en cuenta que luego del remojo, el pH en el centro de la piel está entre 5 y 9 antes de someterla a la acción de la cal y sulfuro (pH 10 a 9). Puede producirse un hinchamiento no uniforme, tensiones internas y llegar a roturas en la estructura fibrosa de la piel. La hidratación o hinchamiento de las fibras se manifiesta más en diámetro que en largo. Para evitar esto, las acciones químicas deben ser controladas al comienzo del pelambre hasta lograr un hinchamiento uniforme, una vez logrado ello, ya no hay peligro (Angelinetti y Lacour, 1983; Thorstensen, 1985).

2.4 EL CUERO

La palabra cuero proviene del latín "*curium*" (piel de los animales curtida), es decir la piel tratada mediante curtido. Para obtener el cuero se estabiliza químicamente el colágeno de la piel (Garro, 2012).

Es la piel que ha sido sometida a un proceso de transformación y curtida para evitar que sea alterada por microorganismos. El cuero es el resultado de un procesamiento adecuado llamado curtido, y es utilizado en vestimenta y otros objetos sin que el medio ambiente lo altere (Trejo, 1993).

2.4.1 TIPOS DE CUERO

Existen muchas variedades de cuero con distintas características que dependen de la especie animal y de la parte específica del cuerpo del animal del que se obtiene el cuero. Se procesan cueros de pieles de bovino o de caballo; cuero de fantasía de piel de ternero, cerdo, cabra, oveja y cuero de reptiles como cocodrilo, lagarto, camaleón, etc. Con las pieles se fabrican gran variedad de prendas exteriores, como abrigos, chaquetas, sombreros, guantes y botas, así como adornos para otros tipos de prendas. El cuero se utiliza para confeccionar prendas y puede emplearse en la fabricación de otros productos, como la tapicería para automóviles y muebles, y una amplia gama de artículos de piel, como correas de reloj, bolsos y artículos de viaje. El calzado es otro producto tradicional del cuero (Mc Cann, 2000).

- a. **NAPA:** Cuero napa es el término común para referirse al cuero liso curtido a cromo, especialmente suave y procedente de todo tipo de animales y para todos los usos. Se puede diferenciar entre natural, ligeramente pigmentado, pigmentado y pulido. El cuero napa natural también es conocido como cuero anilina, presenta poros abiertos y se tiñe con el colorante anilina. Este material impecable suele ser muypreciado y caro, usado especialmente para vestimenta (Salvador, 2013).
- b. **GAMUZA:** Este tipo de piel tiene un acabado muy suave y aterciopelado al tacto. Es un material muy común y que muchas veces se confunde con el Nubuck. Esta piel se obtiene al separar la piel de manera tangente para tener un lado inferior y superior. La gamuza es el lado inferior que después se tratará para obtener lo que vemos comúnmente. Este tipo de piel tiene sus cuidados y luce genial tanto en verano como invierno. Su suavidad, delgadez y ductilidad lo hacen adecuado para guantes de mujer. La gamuza también es popular para su uso en tapicerías, zapatos, bolsos, otros accesorios y como forro para otros productos de cuero (Barretto, 2006).

- c. **CHAROL:** Es un tipo de piel que tiene un acabado brillante y lustroso a través de ciertos químicos. Este proceso se inició en Japón en el año de 1800 y hoy en día se utiliza mucho en el mundo del calzado. Este tipo de piel da una apariencia “plástica” al calzado y principalmente viene en colores negros, café y uno que otro colorido. Se aplica sobre el cuero de baja de calidad rectificado, el brillo del charol se produce con el secado del barniz ofreciendo una gruesa capa de poliuretano que proporciona el brillo de este artículo (Barretto, 2006).
- d. **NUBUCK:** El acabado de este tipo de piel puede llegar a parecerse un poco al de la gamuza, sin embargo, la piel de nubuck ha sido tratada para otro tipo de actividades más extremas y no ha sido separada en su proceso. Este tipo de piel también tiene sus cuidados y la puedes encontrar principalmente en las botas outdoor, siendo estas un elemento expuesto a factores ambientales muy extremos (Melendo, 2002).
- e. **TAPICERIA:** El cuero para tapicería se trabaja como cuero entero, de gran superficie; (a diferencia del cuero para calzado, que se corta en lados, por la línea del lomo); de este modo se obtienen cortes grandes, necesarios para tapizados, con buen rendimiento de corte. Por otro lado, se trata de cueros blandos o “apanados” (Salvador, 2013).

2.5 GLUTARALDEHIDO

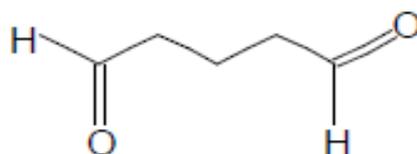
El glutaraldehído es un líquido aceitoso incoloro que se somete a reacciones químicas típicas de los aldehídos, también posee enlaces cruzados con las proteínas y, en soluciones acuosas, se polimeriza parcialmente para dar oligómeros (OECD SIDS, 2005).

2.5.1 QUÍMICA DEL GLUTARALDEHÍDO

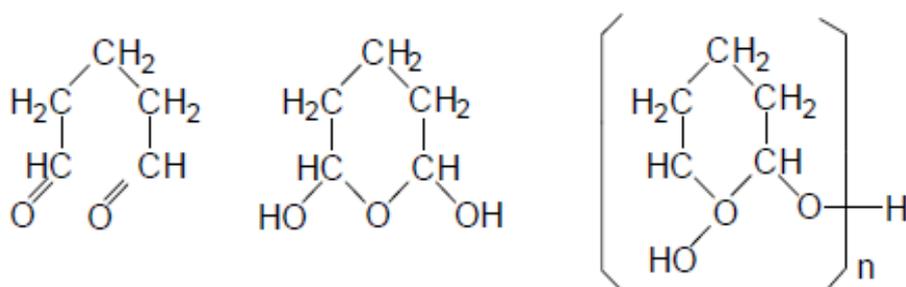
El glutaraldehido es también conocido como, glutardialdehído, aldehído glutaríco o 1,5-pentanodial, ver Figura 4 (a). En soluciones acuosas, el glutaraldehido no presenta esta estructura abierta sino que sufre diferentes modificaciones. Como monómero, el glutaraldehido adopta una estructura cíclica (1), que se estabiliza con un puente de hidrogeno (Índigo Química, 2010).

Las estructuras de 2 y 3 son las más probables. La estructura 3 resulta de la reacción de una molécula de agua con glutaraldehído y corresponde a un hemiacetal. El glutaraldehído también puede adoptar las estructuras denominadas aldehídos a, b – insaturados, ver Figura 4 (b) (Índigo Química, 2010). Esas se producen por la condensación de un aldol según la siguiente reacción:

Esta propiedad de autocorrección se conoce desde hace tiempo. Disponemos ahora de una molécula con tres grupos funcionales, ideal para enlazar tres cadenas peptídicas al mismo tiempo. Concretando se pueden extraer tres conclusiones importantes, que en soluciones acuosas, el glutaraldehído se dispone en su estructura lineal o como monómero dialdehído de manera limitada, que el glutaraldehído forma aldehídos a,b-insaturados y, por último que el glutaraldehído se polimeriza rápidamente, ver figura 4 (c) (y de forma irreversible a pH > 8-9) (Índigo Química, 2010).

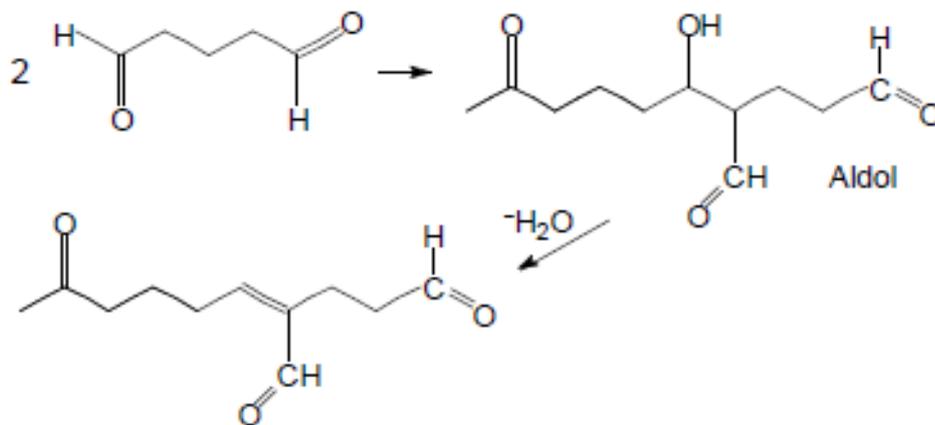


(a)



Monómero 1 Estructura semiacetal 2 Estructura polímera 3

(b)



(c)

Figura 4: Formula y representaciones químicas del glutaraldehído

2.5.2 PRINCIPALES USOS DEL GLUTARALDEHIDO

El glutaraldehído puede ser usado en los diferentes campos de la industria (OECD SIDS, 2005).

- a. Desinfectante en la industria del cuidado de la salud: El glutaraldehído se utiliza en la forma de un 1 o 2 por ciento en solución acuosa que tiene que ser activado por un tampón alcalino, como el bicarbonato de sodio. La solución se puede utilizar para un máximo de dos semanas y se utiliza en la desinfección química de instrumentos tales como endoscopios, broncoscopios, equipo dental y otros instrumentos clínicos. La desinfección implica inmersión del instrumento en solución de glutaraldehído utilizando ya sea sistemas de carro o unidades de lavado automáticas.
- b. Endurecedor de película de rayos X: El glutaraldehído se incorpora en el desarrollo de soluciones para fotografía en blanco y negro de rayos X como un agente de endurecimiento para acortar el ciclo de secado en el procesamiento de la imagen.
- c. Tratamiento de aguas: Las soluciones acuosas de glutaraldehído a 10-50 por ciento se utilizan para el tratamiento de agua en torres de enfriamiento, lavadores de aire y otros

sistemas de recirculación de agua para prevenir la corrosión y la acumulación del crecimiento microbiano. La solución se administra, ya sea manualmente o mediante el uso de equipos de dosificación automática, para dar 50-100 ppm de glutaraldehído en el agua tratada. Un concentrado acuoso 15-50 por ciento se añade al agua para prevenir el crecimiento de bacterias reductoras de sulfato que causan la corrosión del metal.

- d. Biocidas en la industria del papel: Las soluciones acuosas de glutaraldehído al 10-50 por ciento se utilizan para reducir o inhibir el crecimiento de microorganismos en suspensiones de celulosa. La solución se administra por medios de equipos de dosificación automática para dar 50-100 ppm de glutaraldehído en la pulpa de celulosa.
- e. Biocidas en la industria petrolera: El glutaraldehído se utiliza en la industria como un aditivo de lodo de perforación, agente de recuperación de aceite y en el tratamiento de pozos de petróleo. También se utiliza como biocida en los productos de petróleo tales como aceites lubricantes.
- f. Industria de la salud animal: El glutaraldehído se utiliza en la industria de la salud animal para desinfectar los corrales de animales y aves. Se diluyen y se rocían las soluciones que contienen 0,1 a 0,3 por ciento de glutaraldehído, se aplica en las paredes, pisos y otras superficies para luego ser lavados. La aspersion en cobertizos de animales puede llevarse a cabo con un equipo automático utilizando una solución que contiene aproximadamente 400 ppm. Las soluciones que contienen aproximadamente 750 ppm se utilizan para desinfectar las cáscaras de huevo para ayudar en la eliminación de suciedad.
- g. Curtido de pieles: Las soluciones acuosas de glutaraldehído se utilizan para suavizar los cueros y para mejorar su resistencia al agua, álcalis y el moho. Las pieles se remojan en una solución que contiene 0,5 a 2 por ciento de glutaraldehído del total del peso de las pieles ya sean en estado tripa o curtidas.
- h. Acuicultura. El glutaraldehído se utiliza, generalmente en combinación con agentes humectantes, para controlar los virus y otros microorganismos en el cultivo de peces.

- i. Cosméticos. El glutaraldehído se permite como conservante en los cosméticos, en Europa se usan concentraciones de hasta 0,1 por ciento. No está permitido en los aerosoles y espray.

2.5.3 UTILIZACIÓN DEL GLUTARALDEHÍDO EN EL CURTIDO DE PIELES

El glutaraldehído (GDA) ha demostrado al día de hoy ser la sustancia más eficiente en el precurtido del wet- white. Muchos otros agentes curtientes fueron experimentados pero se obtuvieron malos resultados. Los taninos vegetales y sintéticos se mostraron menos eficaces en relación a las propiedades generales del wet-white (Sanmarco, 1998).

Con la utilización de glutaraldehído se puede producir cueros con el término wet-white, un cuero libre de metales pesados, de acuerdo con las últimas recomendaciones toxicológicas, puede ser fácilmente rebajado y no ser considerado nocivo para la salud del consumidor. Además durante el curtido se suele utilizar sustancias orgánicas (Palop, 2012).

Entre otros aldehídos, el glioxal ha demostrado muchos límites al igual que el formaldehído, dando resultados discretos. Además este último no puede ser aplicado por problemas toxicológicos. Los isocianatos y las resinas epoxídicas, que generan enlaces covalentes similares a los aldehídos se emplean más raramente (Wolf, 2011).

Se han realizado diversos intentos para desarrollar curticiones wet-white empleando agentes curtientes distintos al glutaraldehído pero se ha encontrado que solo los aldehídos están en posición de competir con los curtientes minerales tales como el cromo, por la relación del peso de mol a mol. Por esto, el glutaraldehído se ha impuesto en la fabricación del wet-white y, con muchas posibilidades de evolución (Índigo Química, 2010).

Si el glutaraldehído se encuentra al 100 por ciento de pureza, es suficiente utilizar pequeñas cantidades en el pre-curtido, estas varían entre 0,5-1,0 por ciento sobre el peso tripa de las pieles, facilitando el agotamiento de los baños de curtición y las rebajaduras que se obtienen son biodegradables (Índigo Química, 2010).

La piel muestra una temperatura de contracción de 72 °C si el glutaraldehído es aplicado en una concentración de 0,5 por ciento del peso de las pieles en estado tripa (al 100 por ciento de manera activa) la cual es perfectamente adecuada para resistir el calor generado en subsecuente operaciones tales como el rebajado (Sanmarco, 1998).

a. Ventajas y desventajas del glutaraldehído

El uso de glutaraldehído en la curtición de pieles resulta favorable, disminuyendo el uso de productos químicos contaminantes. A continuación se describen las ventajas y desventajas de este tipo de curtido (Sanmarco, 1998).

• Ventajas del cuero wet-white

- Degradabilidad más fácil.
- Residuos de rebajado no contaminantes.
- Libre de presencia de Cr (VI) en el cuero.
- Se obtienen cueros blandos al tacto.
- Facilidad de teñido de colores claros.

• Desventajas del cuero wet-white

- Máxima temperatura de contracción 72-75 °C.
- Menor espesor que el cuero curtido con cromo trivalente.
- Utilización de productos libres sales de amonio para evitar amarillamiento.

b. Propiedades físicas del cuero curtido con glutaraldehído

Además de poseer las ventajas ya mencionadas, el uso del glutaraldehído concede ciertas propiedades físicas al cuero (Sanmarco, 1998):

- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al estallido de la flor.
- Resistencia al desgarró.

- Solidez a la luz.
- Solidez al frote.
- Resistencia al sudor.
- Resistencia a las flexiones.
- Estabilidad al calor.

c. Control de los parámetros del curtido con glutaraldehído

Para producir un cuero wet-white se debe de tener algunas consideraciones prácticas, que suelen ser diferentes a los cueros wet-blue. Esto debido a que las reacciones del glutaraldehído depende especialmente del pH, además de que no es compatible con curtientes fenólicos, las aminas, las sales de amonio y engrasante sulfatados. El curtido inicia a un pH inferior a 3 para permitir al aldehído poder penetrar eficientemente la piel; en tanto que el pH a 4,0- 4,2 aumenta la afinidad a las fibras de colágeno y favorece al agotamiento del producto en la solución. Valores de pH más elevados causan únicamente el efecto de intensificar el amarillamiento del cuero sin mejorar interiormente la estabilidad hidrotérmica (Sanmarco, 1998). Los controles que se deben de tener antes de realizar la precurtición con glutaraldehído:

- Remojo y pelambre convencionales.
- Empleo de agentes descalcantes libres de contenido de sales de amonio.
- Descalcado total (atravesado).
- pH de fin de piquelado inferior a 3,0.
- Aumento gradual del pH en basificado.
- pH de fin de curtido en torno a 4,0- 4,2.
- Empleo de un tanino sintético sólido a la luz (del 3 al 5%).
- Mantener las pieles en el baño de curtido durante la noche.

Se debe de terminar el piquelado con pH inferior a 3,0 de lo contrario el proceso de curtición se realizaría de manera muy rápida y superficial, además podría causar problemas en las operaciones posteriores del curtido. Al final del curtido, en el basificado se debe de alcanzar valores en el pH de 4,0 – 4,2, si se obtienen valores más altos el amarillamiento de los cueros será pronunciado repercutiendo en la estabilidad térmica de la piel. Las pieles deben de

dejarse en el baño de curtido durante toda la noche con eso lograremos una óptima penetración y efecto curtiente (Índigo Química, 2010).

El almacenamiento de los cueros curtidos con glutaraldehído deben de ser en ambientes ventilados y deben de estar cubiertas con un plástico para evitar que se sequen, la humedad es esencial durante el rebajado de lo contrario podrían dificultar este proceso (Sanmarco, 1998).

2.6 ETAPA DE RIBERA Y CURTIDO

La etapa de ribera comprende la limpieza y preparación de la piel para facilitar la etapa de curtido. En esta etapa se recibe la piel (verde, salada, en sangre o seca), se hidrata, se le quita el pelo y la epidermis, formada por proteínas y grasas, se aumenta el espacio inter fibrilar y se eliminan las impurezas presentes (MINAMBIENTE, 2006).

El conjunto de operaciones mecánicas, químicas, química-físicas y enzimáticas, cuyo objeto es eliminar de la piel cuantos componentes son adecuados para la obtención de los cueros y prepara la estructura fibrosa del colágeno para la posterior fase de curtición. Se denominan trabajos de ribera y comprenden: remojo, apelmbrado, descarnado, desencalado, purga o rendido, desengrasado y piquelado. Se realizan los procesos antes mencionados siempre y cuando se trata de pieles destinadas principalmente a la curtición con cromo, vegetal o sintético (ITINTEC, 1981).

2.6.1 REMOJO

Esta operación tiene por finalidad hidratar a la piel, devolviéndole la humedad que esta poseía en un inicio, cuando recién fue extraída. Mediante este proceso la piel recupera su flexibilidad y suavidad natural (Zarate, 1993).

En el remojo intervienen diferentes factores como la temperatura, el pH y el tiempo. Así, las temperaturas elevadas ciertamente favorecen la absorción de agua por la piel; pero no debe trabajarse a más de 20 °C, debido a que con ello se favorece el desarrollo de bacterias. Por

otra parte, temperaturas inferiores a los 10°C obligan a prolongar excesivamente el proceso de remojo (ITINTEC, 1981; Morales, 1990).

Se define como la operación de hidratación y limpieza de la piel, para eliminar vestigios de estiércol, sangre, productos empleados en la conservación, etc. La operación se realiza en tambores rotativos, fulones o bombos de madera y puede durar entre 6 y 24 horas. Para las pieles verdes se recomienda dar un primer lavado para retirar la sangre y materias orgánicas adheridas al pelo, en esta operación se utilizan bactericidas en pequeñas cantidades. Para las pieles que se encuentren bien conservadas por sal, es conveniente el empleo de algún bactericida y tensoactivo; en caso contrario, si están mal conservadas, antes del remojo se requiere de un lavado con bactericidas y tensoactivos para eliminar el medio nutriente de las bacterias y luego el remojo se realizara en un baño nuevo. (MINAMBIENTE, 2006).

2.6.2 PELAMBRE

La piel debidamente hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo, pasa a las operaciones de apelmbrado cuya doble misión radica en eliminar el corium: la epidermis con el pelo o lana; y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de prepararla adecuadamente para los procesos de curtición. Por degradación hidrolítica de estas proteínas protoplasmáticas; así como, de las células el folículo piloso ligeramente cornificadas, se destruye la unión natural entre el corium y la epidermis, al mismo tiempo que se ablanda la raíz del pelo. Con ello se produce el aflojamiento de la inserción del pelo en la piel y puede separarse fácilmente en el depilado mecánico (ITINTEC, 1981).

En esta fase, las pieles con pelo deben de quedar completamente limpias. Así pues, en el proceso de pelambre se debe eliminar el material hecho de queratina como son las raíces capilares, la epidermis y el pelo y dejar limpio el lado flor para las siguientes etapas (Gavilanes, 2011).

- **Tipos de pelambre:**

d. Pelambre enzimático

El depilado enzimático ideal debería permitir la separación entre la vaina externa de la raíz del pelo y el tejido conectivo que la rodea dando lugar de este modo a la eliminación completa del pelo. Los procesos difusivos a través de los estratos de la epidermis, desempeñan un papel preponderante para que las enzimas alcancen más rápidamente sus sitios de acción y expresen su actividad depilatoria. La epidermis se presenta como una barrera que es necesario atravesar, por lo que debe prestarse debida atención a su composición y morfología para encontrar mecanismos que permitan vulnerarla antes de la acción depilatoria de las enzimas. La acción prolongada de las enzimas sobre la estructura colagénica desmerece la integridad de esta capa dando lugar a pérdida de elasticidad, de estructura y de soltura de flor, el desafío superior es confinar la actividad proteolítica a la epidermis, folículo piloso/pelo y lámina basal para ocasionar una completa remoción de estos componentes (Cantera, 2004).

Como su propio nombre indica en éste método se utilizan preparados enzimáticos que pueden proceder de animales o vegetales, pero los más utilizados, ya sea en pieles de cabra como vacunas son los preparados enzimáticos de hongos (Gavilanes, 2011).

e. Embadurnado

Es un método que normalmente se utiliza para recuperar lana o pieles de una calidad alta. Antiguamente se hacía una pasta de sulfuro, cal y un espesante inerte, se mezclaba todo y se pintaba por el lado carne con una brocha y se dejaba reposar. Al tener la piel y la pasta con un poco de agua el hinchamiento que se genera es más lento que el pelambre en bombo. En la actualidad, la pasta que se utiliza no tiene cal y se aplica a la piel mediante una ducha, siendo ésta más práctica que la brocha (Gavilanes, 2011).

f. Pelambre químico (sulfuro y cal)

En la actualidad éste tipo de pelambre es el más utilizado en las tenerías, en el método de trabajo se emplea sulfuro sódico, el cual es muy soluble y se debe de conservar en sacos bien cerrados, ya que puede reaccionar con el aire y oxidarlo (Gavilanes, 2011).

Al observar las reacciones se podría decir que la presencia reductora de los sulfuros (HS- y OH-) genera la ruptura de los puentes bisulfuro de la cistina y la hidrólisis de la queratina. Otro producto empleado en éste tipo de pelambre reductor es el hidróxido cálcico (Cal), que tiene dos importantes efectos físicos: el hinchamiento osmótico e hinchamiento liotrópico. El resultado es que la piel se hincha y se empapa de agua, se abren las fibras y permite que los productos curtientes puedan penetrar fácilmente en la piel (Gavilanes, 2011).

En este tipo de pelambre se debe de tener en cuenta, que según el artículo que se desee, la oferta entre el sulfuro y cal será diferente. Por ejemplo, para un artículo como un empeine la cantidad de sulfuro utilizada en el proceso será más alta que la cantidad de cal, por otra parte si en la piel se realiza el proceso de curtición vegetal, la cantidad de sulfuro será baja, ya que se pretende crear puntos reactivos que fijen más los taninos vegetales (Gavilanes, 2011).

2.6.3 DESCARNADO

La finalidad de esta operación es limpiar y eliminar restos de carne, tejidos subcutáneos y grasos adheridos a la piel por el lado interno y removido por el efecto del pelambre, emparejando algo su grosor. El proceso se puede realizar manualmente, pero principalmente se efectúa en máquinas descarnadoras hidráulicas que cuenta con cuchillas helicoidales y rodillos de jebe, cuya presión y precisión favorece una mejor limpieza, aspecto y tiempo. Para el caso del cuero de vacuno, éste pasará también por la máquina de dividir para darle el espesor adecuado (Gansser, 1953).

El principal objeto de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo debiendo quitarse en las primeras etapas de la fabricación con el fin de facilitar la

penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor de lo más regular posible para la adecuada realización de las operaciones que le siguen. El estado más apropiado para la realización del descarnado es con la piel en tripa debido a su constitución (La Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, 2002).

2.6.4 DESENCALADO

El desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos de interior del cuero, y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelmbrada. Es conveniente esta operación una elevación de la temperatura para reducir la resistencia que las fibras hinchadas oponen a la tensión natural del tejido adiposo esto hace que disminuirá suficientemente la histéresis del hinchamiento. El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura y efecto mecánico (Hidalgo, 2003).

Las pieles, al salir del apelmbrado, llevan productos ajenos a ellas como el sulfuro y la cal. El sulfuro por ser muy soluble, es eliminado en su mayor parte por las agua de lavado. La cal, debido a su baja solubilidad, se elimina más lentamente, esta cal se encuentra en la piel en dos formas: como álcali libre relleno de espacios interfibrilares y en otra forma de álcali combinado con la sustancia piel. La mayor parte del álcali libre es eliminado mediante los lavados previos tras el pelambre y al llegar por neutralización a un pH 8.5, pero para eliminar el álcali combinado hemos de alcanzar un pH interior (Índigo Química, 2013).

El tiempo es la variable que rige la penetración de los productos desencalantes independientemente de la cantidad que se añade de ellos, esto es, a mayor tiempo mayor penetración. Normalmente una napa de 30 a 40 minutos y una vestimenta o tapicería de 1 hora a 1.5 horas (Rentería, 1985).

Para realizar un curtido wet-white, se debe tener en consideración según las pieles en tripa, pueden ser desencaladas con sales de amonio pero esto encierra determinados riesgos. Todos los compuestos de nitrógenos utilizados en conjunción con el glutaraldehído pueden causar un amarillamiento a pH por encima de 4,5 por lo cual se recomienda desencalar las pieles

con productos libres de nitrógeno. Así pues, si conseguimos que el desencalado sea totalmente atravesado, que el pH final del proceso este alrededor de 8,0 /8,5 (control fenolftaleína) dependiendo del tipo de sales desencalantes que utilicemos (BASF, 1998).

2.6.5 RENDIDO

El efecto del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa del colágeno, la principal acción de este proceso es un deshinchamiento y ligera peptización de las fibras de colágeno. El efecto peptizante se interpreta como una degradación interna de la estructura colagénica, una limpieza total de la flor eliminando los restos de epidermis y proteínas interfibrilares, y una degradación del músculo erector del pelo y de la elastina (Santa Cruz, 1984; Rentería, 1985).

El efecto del rendido se logra por medio de enzimas proteolíticas, un aflojamiento de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce la limpieza de la piel del resto de epidermis, pelo y grasa como efecto secundario. La acción de las enzimas proteolíticas sobre el colágeno consiste en una degradación interna de las fibras colagénicas sin producirse productos de fibras colagénica ni productos de solubilidad. Esta degradación debilita de tal forma el amoniaco del baño que lo transforma en una solución tampón de alcalinidad inferior al del amoniaco (Frankel, 1989).

Las enzimas utilizadas en los productos del rendido son del tipo proteolítico cuyo principal componente es la tripsina. Esta enzima presenta su máxima actividad a valores de pH entre 8,0 y 8,3. Los productos del rendido se elaboran principalmente con proteasas del páncreas, de bacterias y de hongos. La temperatura optima de acción de las enzimas para el proceso del rendido es de 38 °C, pero el pH optimo depende de la procedencia, de manera que las pancreáticas actúan a un pH de 8 a 8.5, los preparados por hongos actúan a un pH de 7 a 7.5, y los preparados de enzimas bacterianas presentan su mayor actividad a pH de 3 a 3.5. (Churata, 2003).

- **Pruebas subjetivas**

Dentro de las pruebas subjetivas Rentería (1985) menciona lo siguiente:

- Retención de la huella del dedo
- Permeabilidad del aire
- Prueba de la sabana

2.6.6 DESENGRASE

Es la eliminación de la grasa natural de la piel mediante disolventes orgánicos o emulsionantes. Coadyuva al desengrase la intensidad del efecto mecánico y el agua caliente a 40°C. El contenido de grasa en la piel tripa, especialmente vacunos y cabríos, es del 1 por ciento (Gratacos y Lluch, 1960).

Las pieles de ovinos y porcinos contienen 10 a 50 por ciento de grasa natural, de la cual por lo menos la mitad queda todavía en la piel tripa después de un apelmbrado normal con cal y sulfuro. Si este alto contenido de grasa no se elimina antes de la curtición, puede dar lugar a una irregular absorción de curtientes, eflorescencias grasas, tinturas mal igualadas y acabados poco homogéneos. Conviene por tanto, proceder al desengrase de la piel antes de la curtición. La velocidad de disolución de la grasa depende de la temperatura en que se efectúa el desengrase (30 °C) y del efecto mecánico debido a la agitación, así como la característica del disolvente empleado (ITINTEC, 1981).

2.6.7 PIQUELADO

Se justifica el proceso del piquelado como un elemento de desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral. En las operaciones de desencalado y rendidos no se elimina toda la cal que la piel absorbe en el pelambre. La operación de piquelado es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición ya que si la piel no estuviera piquelada el pH sería elevado y las sales de agentes curtientes mineral adquirirían una levada bascosidad reaccionando rápidamente las fibras de colágeno. En el piqueado se produce

también el ataque químico de las membranas de las células grasas especialmente en pieles muy grasientas tipo lana hay que hacer un piquel muy ácido y posteriormente desengrasar (Adzet, 1988).

El objetivo del piquelado es acondicionar las pieles para el curtido, interrumpir la acción de las enzimas sobre el colágeno mediante el tratamiento ácido en solución salina, el preparar la piel para no fijar tan rápido las sales de cromo y así obtener un mejor avance de las sales de cromo a través del espesor de las pieles. A su vez la concentración de sal debe de ser controlada mediante la densidad del baño con un hidrómetro Baumé, la que debe ser mayor a 5.5 ° Bé y el control de la acidez o pH del baño el cual se trabaja con alrededor de 2.5 a 3, para lograr una buena penetración de las sales de cromo (Hernández, 1988).

a. Hinchamiento en el piquelado

El hinchamiento se debe a la corriente de líquido que pasa de la solución menos concentrada a la más concentrada. Las soluciones utilizadas alcanzan un valor de equilibrio de pH entre 1.5 a 2.5. Cuando se utiliza solo ácido, la piel se hincha, pero al agregar sal se controla el grado de hinchamiento siendo verificada la concentración de sal a través de la densidad del baño con un hidrómetro de grados Baumé, el que debe de ser 5.5 °Be (Hernández, 1985).

La sal neutra adicionada antes que el ácido cumple una misión, impedir el hinchamiento ácido del colágeno. La piel piquelada presenta un hinchamiento menor que el de la piel en tripa procedente del desencalado y rendido. Como resultado de esta deshidratación, la piel adquiere en estado húmedo el tacto de una piel curtida, esto se debe al efecto conjunto de la deshidratación y la saturación de los grupos amínicos del colágeno que se combinan en presencia de algún ácido (fórmico o sulfúrico). Cuanto mayor sea la cantidad de sales neutra como cloruro de sodio o sal común (ClNa), más deshidratación y separación de las fibras de la piel, debido a la eliminación de agua unida a los grupos peptídicos y reemplazada por la sal (Índigo Química, 2011).

Si la graduación de sales es demasiado baja, antes de añadir el ácido, obtendremos un hinchamiento ácido, totalmente perjudicial. No es conveniente trabajar a menos de 5 °Bé. En general, a partir de 6-7 °Bé el hinchamiento ácido de la piel es reprimido con cantidades

normales de ácido. Al aumentar la cantidad de ácido debe aumentar la cantidad de sal. La cantidad de sal que se suele usar en el piquel es del orden del 10 por ciento de la cantidad de baño que se emplee. El grado Bé de sal tiene una influencia apreciable sobre la textura de la piel (Índigo Química, 2011).

b. Mecanismo del piquelado con glutaraldehído

El proceso de piquel también tiene una decisiva influencia sobre la penetración del aldehído. Para un proceso donde utilicemos glutaraldehído, el pH final de piquel necesita ser inferior o igual a 3.0, para que el aldehído penetre homogéneamente a lo largo del todo el corte y pueda quedar fijado. Es importante asegurarse de este pH y que no haya zonas de alta basicidad en ninguna zona de la piel ya que perjudicaría la penetración del aldehído aumentando la reactividad del mismo y reduciendo la calidad de las pieles (Índigo química, 2010).

Si los índices de pH son claramente demasiados altos puede suceder que el enmascaramiento de algunas partes del curtiente se pierda antes de que concluya la duración normal del proceso. Ya que aportamos solo cantidades pequeñas de precurtiente puede suceder, sin embargo, que el resto en difusión no baste para lograr una estabilización suficiente y, por tanto, un aumento de la temperatura de contracción. Por último, si el piquelado es demasiado ácido. El reparto del precurtiente resulta por supuesto, ideal. Sin embargo, en este caso pueden surgir problemas en la fase de fijación (BASF, 1998).

2.6.8 CURTIDO

Se conoce como “curtido” al conjunto de operaciones que sirven para la transformación de una piel cruda en un material resistente, flexible, uniforme y apto para fines de uso humano, industrial o técnico. Un aspecto importante al establecer el criterio de curtición es la formación de una combinación irreversible entre la piel y el material curtiente, que da lugar a un aumento en la estabilidad hidrotérmica del colágeno, a una disminución de la capacidad de hinchamiento del mismo en agua y a una mayor estabilidad frente a la acción enzimática (Santa Cruz, 1984).

El curtido, es el proceso de transformación de una piel putrescible en un material indestructible, en condiciones normales obedece a leyes químicas, las mismas que regulan cada una de las etapas de producción y que en condiciones físicas similares darán resultados iguales y medibles. En la etapa de curtido el consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera. Al final de esta etapa se tiene el conocido wet-blue, que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado, que es la etapa de recurtido. (Santiago, 1999).

El curtido puede ser vegetal, mineral, aldehído y aceite. Debido al tema del trabajo de investigación solo se describirá dos tipos de curtido, el curtido mineral (cromo) y el curtido con aldehído (glutaraldehído) (Calve, 1944).

a. Curtido con cromo (wet-blue)

Los efectos de curtido con cromo se descubrieron en el año de 1958. Actualmente el cromo, taninos vegetales o taninos sintéticos son muy importantes en el curtido de cueros y pieles (Graves, 1997).

En la práctica el curtido con cromo se empieza con pieles en salmuera con pH 2,5. El sulfato de cromo tiene poca afinidad con el colágeno a un pH bajo pero penetra profundamente en el cuero o piel, luego el pH se sube con el álcali es decir a 4,5 o 5,0 (basificación), la temperatura se incrementa para provocar la reacción. Normalmente los cueros y pieles curtidos se dejan durante 8 a 20 horas para permitir la fijación del cromo (Asociación Química Española de la Industria del Cuero, 1988).

La proteína de la piel, a través de su grupos COOH^- puede ser considerado como un ligando de coordinación. Los grupos carboxilos reaccionaran con los complejos de cromo cuando están ionizados y la atracción será muy débil cuando están descargados. Cuando el pH aumenta durante la curtición, un mayor número de iones OH^- penetra en el complejo y la reactividad de la proteína se incrementa y tiene lugar la reacción de la curtición. Al secado, el curtido se hace más estable al ceder iones hidrogeno a través de la reacción de oxidación (Angelinetti y Lacour, 1983; Thorstensen, 1985).

Las sales curtientes de cromo tienen una valencia de +3 (tetravalente). Son solubles en ácidos fuertes pero por lo general se precipitan en forma de hidróxido de cromo o de óxido de cromo hidratado a valores algo mayores de pH 4. Reaccionan con una cantidad de sustancias orgánicas para formar sales solubles coloreadas a valores más elevado de pH y precipitan las proteínas solubles (Asociación Química Española de la Industria del Cuero, 1988).

b. Curtido con glutaraldehído (wet-white)

Con el término wet-white se entiende, al menos de acuerdo a las recientes recomendaciones toxicológicas, un cuero pre curtido con sustancias orgánicas, que puede ser fácilmente rebajado. Se aplican exclusivamente sustancias orgánicas en modo de obtener pieles acabadas sin cromo, circonio, titanio o aluminio; presentando una temperatura de contracción aproximada de 80°C. Naturalmente en estos procesos no se utilizan sustancias consideradas nocivas para la salud del consumidor de artículos en piel, ni de otros compuestos que pudieran ser originados por el cuero por medio de reacciones secundarias (Sanmarco, 1998).

Los aldehídos y las quinonas reaccionan con el colágeno formando enlaces covalentes que estabilizan la estructura de la piel. Mientras que los demás productos se unen al colágeno por enlaces del tipo puentes de hidrogeno y por enlaces salinos. Los cuales son menos estables y por consiguiente más reversibles (Graves, 1997).

Los aldehídos reaccionan con los grupos básicos del colágeno que no se encuentran cargados desde el punto de vista eléctrico y sus combinaciones están fuertemente influenciadas por el pH de la solución, concentración y tiempo en que está en contacto con la piel (Sanmarco, 1998).

Después de 90 minutos, como máximo, ha concluido la penetración del curtiente; este es también aproximadamente el momento en el que empieza a degradarse el enmascaramiento del glutaraldehído. El glutaraldehído reactivado, tiene ahora un pH de 3.8 a 4.0 y puede unirse fácilmente a las fibras de la piel. En la zona interior, un poco más alcalina, esta fijación será algo mejor que en la zona exterior, hecho que se confirma cuando analizamos la

temperatura de contracción, estratigráficamente, través de la sección del wet-white (Índigo Química, 2010).

2.6.9 BASIFICADO

El basificado en el curtido wet-blue, consiste en incrementar el pH para asegurar la fijación del cromo (Trejo, 1996). Después de que el cromo ha penetrado total y uniformemente, la basicidad de la solución es incrementada por una adición controlada de álcali para fijar el cromo y esto debe ser hecho muy lenta y cuidadosamente para evitar el peligro de precipitación del cromo existente en el baño (Ramírez, 1985).

La basificación en el curtido wet-white, se inicia luego de 90 minutos de agregar el glutaraldehído. El pH se incrementa gradualmente evitando saltos de pH demasiado bruscos, en modo que el aldehído pueda reaccionar con la piel lentamente sin sobrecargar la flor. En general el baño se basifica en un primer tiempo con sales de blanda acción alcalina, como el formiato de sodio y sucesivamente muy lentamente con bicarbonato de sodio. En alternativa puede utilizarse un tanino sintético auxiliar con efecto neutralizante, cuya acción es más blanda de los agentes basificantes tradicionales (Sanmarco, 1998).

Es costumbre dejar los cueros recién curtidos en reposo durante un cierto lapso (24-48 horas), a fin de que la hidrólisis de las sales de cromo fijadas pueda proseguir, liberando cantidades adicionales de ácido, al mismo tiempo que se produce una mayor fijación del curtiente. En este intervalo durante el cual el wet-blue permanece en caballete, llamado tiempo de envejecimiento o de maduración del curtido, se producen ciertos cambios en las características del curtiente, fijados a las fibras (Churata, 2003).

2.6.10 TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN

Se mide observando la temperatura en la cual una tira de cuero comienza a contraerse dentro del agua caliente, durante tres minutos, se utiliza un termómetro (Alves, 1988). Según Kirk (1966), el colágeno se contrae en su punto isoeléctrico a 60°C-64°C y que un cuero curtido

al cromo no se contrae a temperaturas inferiores a 95°C. El cuero curtido wet-white soporta temperatura de 70-75°C, pasada esa temperatura se empieza a contraer (Sanmarco, 1998).

2.7 PROCESO DE OBTENCIÓN DE CUERO NAPA PARA VESTIMENTA

2.7.1 REBAJADO

El contenido de humedad de la piel debe ser más o menos uniforme ajustado para garantizar un buen rebajado y un incremento regular del grosor de la piel. Esta operación consiste en desbastar el cuero con máquinas especiales llamadas rebajadoras. El cuero según el destino que se le dé puede o no ser rebajado, para el caso de las suelas no es necesario realizar esta operación, en las capelladas se requiere 1.2 mm, de grosor y en napa de 0.6 a 08 mm. La operación se realiza con cueros que contengan 45 a 50 por ciento de humedad (Trejo, 1996).

2.7.2 NEUTRALIZADO

Después de curtir y basificar el cuero, este se encuentra en medio ácido. La neutralización del ácido es muy importante, ya que si no sucede así, puede actuar desfavorablemente con los productos subsiguientes utilizados en la recurtición, tintura y engrase. Pudiéndose fijar los productos que se utilizan en la superficie provocando manchas o precipitaciones, causando un teñido desuniforme, acentuándose en el engrase. Esta es la causa por la cual se lleva el proceso de neutralizado, para que los productos químicos que se utilicen en los procesos posteriores penetren despacio y uniforme al cuero (Ramírez, 1985).

El neutralizado elimina la sal de cromo no fijada. Esta podría precipitar en el lado flor y carne, con lo que el cuero se endurecería. Además pueden producirse problemas de igualación en tintura por distribución irregular del cromo. También elimina parte del ácido que continua en el cuero del piquelado o que se ha formado por la curtición, transformándolo en una sal o sustituyéndolo por un ácido más débil. Por una parte, esto evita el ataque del ácido residual sobre las fibras y por otra disminuye el carácter catiónico de la piel y facilita la penetración de los productos aniónicos usados en la recurtición, tintura y engrase (Artigas, 1987).

2.7.3 RECURTIDO

La recurtición de pieles ovina es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con una sola curtición convencional (Thorstensen, 2002).

El recurtido otorga “plenitud” o cuerpo a los cueros provenientes del curtido primario a fin de mejorar su rendimiento de utilización y modificar en mayor o menor grado, las características de la flor, con el objeto de reducir inhomogeneidad original y lograr así efectos uniformes en el teñido y el engrase, además de mejorar el comportamiento del cuero ante ciertas operaciones mecánicas (secado y esmerilado) (Churata, 2003).

2.7.4 TEÑIDO

El tinturado del cuero comprende un conjunto de operaciones cuyo objetivo es conferir a la piel curtida la coloración determinada sea superficial, parcial o atravesada. Mediante la tintura se mejora el aspecto del cuero, se aumenta su precio y su valor comercial (Hidalgo, 2003). Para realizar una buena tintura se tienen que conocer las propiedades del cuero, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y su afinidad para las anilinas que se utilizan en cada caso (Adzet, 1988).

Para el control de calidad de este proceso será el agotamiento de baño del teñido; así como también, la fijación de la anilina en el cuero y el tipo de tintura que se quiera realizar, por ejemplo; tintura atravesada, todo el grosor del cuero del mismo color; tintura superficial, el color solo será en la superficie; tintura intensa, color muy fuerte en la superficie; tintura igualada, color homogéneo y parejo en todo el cuero. Una vez concluido el teñido se debe controlar el pH, el agotamiento y el atravesamiento. Normalmente el pH final, si se trata por ejemplo de un cuero al cromo debe ser 3-3,5, el baño debe estar débilmente coloreado y no debe teñir la mano. El atravesado estará en función de las condiciones de trabajo que se hayan establecido, tendrá mayor importancia para artículos que van a ser esmerilados (La Torre, 2012).

Actualmente, la mayoría de las tinturas se realizan en bombo. Además de la anilina (junto o previo a él) se adiciona en el bombo una serie de producto que regulan el pH y la carga del cuero para facilitar la penetración y la correcta distribución de la anilina en el cuero y también para dar intensidad superficial de color. La fijación se puede realizar en el mismo baño, si se desea realizar un secado intermedio o después del engrase, si este se realiza en el mismo bala, adicionándole un producto ácido, normalmente ácido fórmico (Bacardit, 2005).

2.7.5 ENGRASADO

Las fibras de la piel curtida húmeda se desplaza fácilmente entre si ya que es un material flexible. Cuando las pieles se secan el cuerpo puede quedar duro debido a que las fibras se han deshidratado y se han unido entre si formando una sustancia compacta. La operación de engrase se realiza con el fin de obtener un cuero más suave al tacto lo cual se logra con la incorporación de materias grasas solubles. Su función principal es tener las fibras separadas y lubricarlas para que no se puedan deslizar fácilmente unas en relación a otras, reduciéndose la rotura de la fibra y rozamiento de estirado (Adzet, 1985).

El objeto de este proceso es separar las fibras del cuero rodeándolas con un material lubricante que al actuar, disminuya el rozamiento interno de las paredes. Con ello disminuye la fragilidad de las fibras de cuero y este mejora en consecuencia su resistencia al desgarrar, e incrementa su capacidad de alargamiento a la rotura. Por otra parte, gracias a que los espacios interfibrilares quedan parcialmente rellenos del producto engrasante disminuye la humectabilidad del cuero, mejorando su impermeabilidad al agua (Churata, 2003).

2.7.6 ACABADO

El cuero teñido y seco pasa por varias sub etapas de acabado, los cuales le dan la presentación deseada según sea el tipo de producto final. Por ejemplo, los cueros son raspados, ablandados, estirados, planchados, pintados, lacados, etc. El acabado de piel es un proceso que se realiza al cuero después de la tintura, el engrase y secado. El objetivo fundamental del acabado es mejorar las propiedades físicas y estéticas del material curtido; como por ejemplo, incrementar la protección frente a la humedad, la suciedad, también el aspecto del cuero cubriendo defectos naturales o producidos en las operaciones previas del proceso de fabricación, y aumentar las resistencias de solidez en pruebas físicas, como lo son la resistencia a la luz del sol, resistencia al mojar el artículo, resistencia al rasgado, adherencia, flexión, entre otras que se exigen para cada artículo (Bacardit, 2004).

Son operaciones esencialmente de superficie, con los acabados se le confiere al cuero el aspecto final, que en algunos casos mejora la presentación y la selección, pero en otros prima la resistencia al uso, como en los cueros para tapicería automotriz. Se proporciona al cuero protección contra daños mecánicos, la humedad y la suciedad, así como el efecto de moda deseado: brillo, mate bicolor, entre otros. Durante la etapa de acabado también se igualan las tinturas y se puede reconstruir artificialmente la superficie flor del cuero esmerilado. En algunos casos se retira previamente parte de la flor natural del cuero para corregir notorias imperfecciones y entonces se denomina "flor corregida", la imitación de flor original se consigue mediante grabado en la prensa, al final se efectúan la clasificación, medición y el empaque (MINAMBIENTE, 2006).

2.8 CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL CUERO

Los residuos de las curtiembres pueden causar problemas que representan efectos negativos sobre el ambiente. Las emisiones gaseosas sobre los cuerpos de agua, suelo y aire, degradan la calidad de estos últimos, ocasionando daños ambientales, muchas veces irreversible. La composición de las aguas residuales puede variar mucho de una a otra curtiembre debido al proceso que se use (Esparza, 2011). Cabe resaltar que los procesos de ribera son responsables del 80% de la carga contaminante total expresada en demanda bioquímica de oxígeno

(DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO), debido a que emplea grandes cantidades de productos químicos tóxicos en todas sus etapas (Cueronet, 2000).

- a. **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅):** determina los requerimientos de oxígeno requerido por los organismos como las bacterias en sus procesos metabólicos para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general de aguas residuales o naturales (Esparza, 2011).
- b. **Demanda química de oxígeno (DQO):** proporciona la cantidad de oxígeno requerida para oxidar bajo condiciones específicas, la materia orgánica susceptible de oxidarse contenida en una muestra de agua. Se expresa en mg/L de oxígeno y proporciona una medida de la cantidad de sustancias, bajo las condiciones en las que se efectúa esta prueba (Esparza, 2011).

2.8.1 RESIDUOS LÍQUIDOS

- a. **Compuestos orgánicos:** Esta contaminación orgánica se ve expresada como demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Son los parámetros utilizados para medir la materia orgánica presente en el efluente. Cuando se presentan concentraciones altas de en los ríos, puede ocurrir desoxigenación del mismo y ocasionar daño a la fauna del medio receptor. Afortunadamente estas sustancias son relativamente fáciles de degradar biológicamente, por lo que técnicamente no hay problema para reducir los valores a niveles aceptables (Cueronet, 2000).
- b. **Sulfuros:** Utilizado durante el pelambre, es una de los efluentes más tóxicos, el cual es un producto generalmente muy contaminante para el medio ambiente. Esto por la posibilidad de generar sulfuro de hidrogeno a un pH bajo. Por ello hoy en día se realizan pelambres y caleros con recuperación del pelo o lana, para disminuir los parámetros contaminantes (Gavilanes, 2011).

- c. **El cromo:** El principal problema reside en la posibilidad de transformación del cromo trivalente usado en curtiembres en cromo hexavalente por oxidación. Este fenómeno sucede habitualmente cuando el cromo trivalente se encuentra en presencia de oxígeno combinado con otros factores como valores extremos del pH. El cromo hexavalente es mucho más móvil y tóxico. Es un ión cancerígeno a concentraciones muy bajas (Sanmarco, 1998).
- d. **El nitrógeno:** ha puesto en evidencia en Europa el riesgo de la presencia de nitratos en el agua potable. Si bien la industria del cuero es responsable sólo de una pequeña cantidad de nitrógeno eliminado, en forma amoniacal o de nitrato, es posible que se restrinja cada vez más su uso (Cueronet, 2000).

2.8.2 RESIDUOS SÓLIDOS

- a. **Residuos provenientes del cuero fresco:** Los recortes de cuero crudo son un riesgo desde el punto de vista ecológico para las curtiembres, ya que constituye un elemento que entra rápidamente en putrefacción y que no puede ser procesado ni aprovechado por la curtiembre. Los recortes de cuero en tripa son comercializables, por lo que no conforma en principio un problema (Cueronet, 2000).
- b. **Los residuos sólidos cromados:** son los provenientes de recortes y rebajaduras de cuero curtido y el barro proveniente de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La mayor parte de los residuos sólidos tienen un contenido de cromo tan elevado que son considerados tóxicos y deben descargar únicamente en sitios especialmente destinados a tales efectos (Cueronet, 2000).

2.9 LEGISLACIÓN AMBIENTAL

El Derecho Ambiental es una categoría de legislación avocada a regular asuntos ambientales. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En el Perú el derecho a un ambiente adecuado y equilibrado para el desarrollo de la vida se encuentra recogido como un derecho fundamental en el numeral 22 del Artículo 2 de la Constitución Política.

Asimismo, la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente, califica a este derecho como irrenunciable y señala que viene aparejado con el deber de conservar el ambiente (MINAM, 2009).

2.9.1 LEY GENERAL DEL AMBIENTE

El artículo 2.3 de Ley General del Ambiente señala que éste comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico que en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros. En el capítulo 4, artículo 74, señala que todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades (MINAM, 2009).

2.9.2 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

En el artículo 3 del D.S 021-2009-VIVIENDA, nos presenta los valores máximos admisibles, como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y /o químicos, que caracterizan a un efluente no domestico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados (Anexo 1 y Anexo 2), que se puede observar en el Cuadro 4, causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y tiene influencias negativas en los procesos de tratamientos de aguas residuales. El artículo 1 de la misma, regula los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Los VMA, son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales no domésticas en el alcantarillado

sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento como SEDAPAL (MVCS, 2013).

En el artículo 2 de la norma mencionada, da la aprobación de valores máximos admisibles para el sector saneamiento para las descargas de aguas residuales no domesticas en los sistemas de alcantarillado sanitario. Así mismo nos indica que deberán pagar la tarifa establecida por el ente competente, la cual es complementaria al reglamento de la presente norma, pudiéndose llegar a casos que se establezca en el reglamento, incluso a la suspensión del servicio de alcantarillado sanitario. Dentro de los pagos por exceso de concentración de los parámetros están: demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), solidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas (A y G) que se presenta en el Anexo 1 del Cuadro 4. Para los valores de pH, temperatura, sulfuros, cromo hexavalente, cromo total y nitrógeno amoniacal, no pueden superar los VMA del Anexo 2 (Véase Cuadro 4) en el caso de que se superen la empresa prestadora de servicios de agua y alcantarillado (EPS), puede disponer la suspensión del servicio de descarga al alcantarillado, de acuerdo al artículo 5 del D.S 021-2009- VIVIENDA (MVCS, 2013).

El artículo 9 de la norma D.S. N° 003-2011- VIVIENDA, prohíbe totalmente la descarga directa o indirectamente a los sistemas de alcantarillado de aguas residuales o cualquier otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos que en razón de su naturaleza, propiedades y cantidades causen por si solos o por interacción con otras descargas algún tipo de daño, peligro e inconvenientes en las instalaciones de los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales según lo indicado en el reglamento de la presente norma que entro en vigencia a partir del 22 de junio de 2011 (MVCS, 2013).

Cuadro 4: Valores máximos admisibles de las descargas residuales no domésticas.

ANEXO 01			
PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESION	VMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Solidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.T.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100
ANEXO 02			
pH		pH	6 - 9
Temperatura	°C	T	<35
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ₄ ⁺	80
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁶	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10

FUENTE: D.S 021-2009-Vivienda.

2.10 MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD

Según la norma NTP-ISO 2418: 2006, la localización de una muestra de laboratorio en un trozo de cuero y el método de etiquetado y marcado de las muestras de laboratorio para su futura identificación. Es aplicable a todos los tipos de cuero procedentes de mamíferos, cualquiera que sea su tipo de curtición (INDECOPI, 2008). Las superficies escogidas para cortar las muestras deben de estar exentas de todo efecto visible, tales como arañosos o cortes (Gutiérrez, 2012).

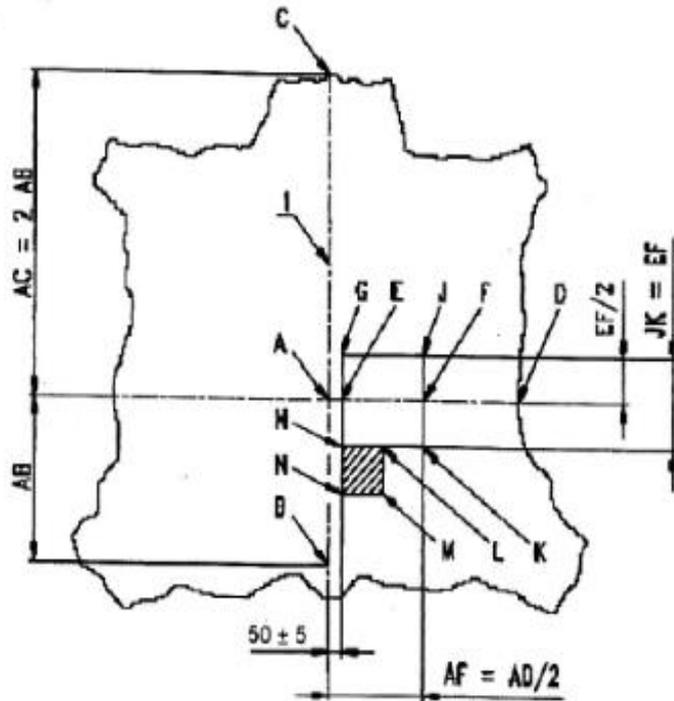
Si se trata de pieles enteras, se toman en cierto número, por lo menos 5 por cada 100 pieles de la totalidad, las muestras dependen de la zona de donde se tome y el tipo de ensayo que se realice. En la figura 5 se puede observar las muestras que se toman de las diferentes zonas de la piel. Para un piel entera se toma la zona GKH y /o la zona cuadrada rayada HLMN. Para la zona del cuello se toman muestra del fragmento ABCD o AEFG dependiendo de ensayo que se realice. Para la zona de las faldas se toman los fragmentos GJHK o los cuadrados LMNG y HPQR (Villavecchia, 1944).

A efectos de la comercialización industrial, el cuero debe tener ciertos requisitos de acuerdo con la utilización del producto final, el cual puede ser afectado por diversos factores que van desde la calidad de la piel, producida por los productores, hasta su transformación en cuero por la industria transformadora. La uniformidad y calidad del producto dependen de las normas o criterios de control de la producción de los cueros (Costa et al., 1998; citado por Costa, 2006).

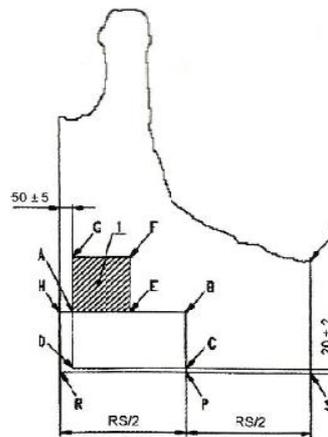
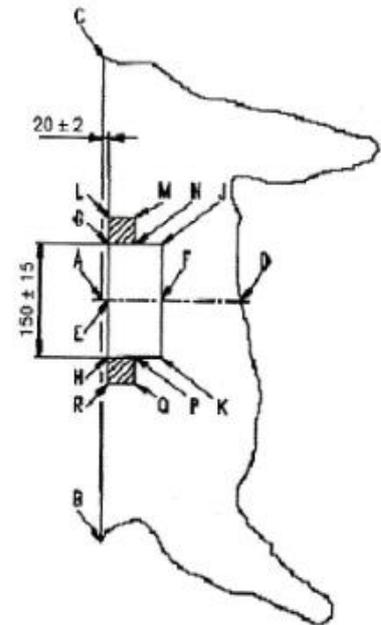
Las medidas físico-mecánicas son un instrumento valioso para garantizar la calidad de los cueros, dado que estas propiedades están relacionadas con la composición química del cuero (Hoinacki, 1989; citado por Costa, 2006).

Se debe controlar la materia prima, los procesos de fabricación, los productos químicos, el producto acabado y efluentes. Además menciona que son innumerables las pruebas físicas que se efectúan, así se sabe a ciencia cierta si el cuero examinado es idóneo para el uso determinado (Martignone, 1984).

PIEL ENTERA



FALDAS



CUELLO

FUENTE: Martignone (1984).

Figura 5: Zonas de muestreo de un cuero

2.10.1 PRUEBAS FÍSICAS

Los ensayos que requiere un cuero que será utilizado para vestimenta, como lo dice la norma, NTP ISO 14931.2005.CUERO. “Guía para la selección de cuero para prendas de vestir (excluyendo las pieles de pelo)”. Establece los valores recomendados y los métodos de ensayo relacionados para su confección, excluyendo las pieles de pelo, esta NTP no se aplica a los materiales de cuero con grosor de cubierta que exceda los 0,15 mm (INDECOPI, 2008).

a. Temperatura de contracción

Se mide observando la temperatura a la cual una tira de cuero comienza a curvarse dentro del agua al calentarse esta durante tres minutos entre 70°C y 85°C para cuero vegetal (Gansser, 1953). El arreglo tridimensional del colágeno al ser sometido a temperaturas crecientes sufre varios cambios que causan una alteración en la apariencia física del mismo. La muestra sometida a cierta tensión por el calor, primero empieza a alargarse haciéndose suave, si la temperatura va en aumento el segundo cambio que ocurre es que se encoje y la muestra se vuelve dura (Hernández, 1987).

b. Ensayo de espesor

El espesor del cuero es un dato de interés comercial por sí mismo; y también, un dato necesario para el cálculo de propiedades como la densidad aparente o las resistencias mecánicas (Thorstensen, 2002). El espesor de un cuero vacuno rebajado varía desde 0,5-2,2 mm, para los diferentes artículos que se busca un espesor ideal; napa vestimenta 0,5 mm y cuero calzado 2mm (Paguay, 2010). Especifica un método de ensayo para determinar el espesor del cuero. Según la norma NTP ISO 2589:2006, se puede aplicar a todo tipo de cueros cualquiera sea su tipo de curtición. La medición es aplicable tanto a un cuero entero como a una probeta (INDECOPI, 2008).

c. Ensayo resistencia a la flexión

El comportamiento a la flexión de un acabado depende de su elasticidad, de su grosor, y de la adherencia con el cuero y entre las diferentes capas. Todas las pieles que en su uso práctico se flexionan repetidamente están expuestas a un deterioro de su acabado (Doria, 2004). Las recomendaciones técnicas peruanas muestran en el Cuadro 5 los valores mínimos requeridos del ensayo de flexión para cuero napa de vestimenta.

d. Ensayo resistencia al desgarro

El ensayo del desgarro se utiliza para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La resistencia al desgarro es particularmente necesaria en los cocidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión (Adzet, 1988). El ensayo de desgarro simple, es utilizado para cuero de vestimenta, realizando el desgarro solo por un borde, el Cuadro 5 muestra los valores mínimos requeridos para la fabricación de cuero napa de vestimenta. El ensayo de desgarro doble, utilizado para cuero destinado a calzado, realizando un desgarro por los dos bordes, es también llamado como desgarre Baumann o método del ojal. En el Cuadro 6 se puede apreciar los valores mínimos requeridos por la norma técnica peruana del desgarro doble para calzado de niños, dama, caballero y casual, con y sin forro (INDECOPI, 2008).

e. Ensayo solidez del color

Consiste en la migración del color del cuero a través de papel absorbente color blanco para el ensayo de solidez del color en seco, pero también se puede emplear el papel blanco y como medio de migración al agua cuando es utilizado para determinar solidez del color en húmedo y un preparado de solución sudor (mezcla de sustancias salinas con agua) para el ensayo de solidez del color al sudor (CIATEC, 2011). El Cuadro 5 nos indica los valores mínimos requeridos por la norma técnica peruana para la solidez del color al frote en seco, húmedo y sudor artificial. Resultan importantes saber dichos valores para prevenir el ensuciamiento de otros materiales, particularmente los puños y cuellos de camisa. La prenda debe ir sin forro se comprobará también la solidez por el lado carne (Soler, 2008).

f. Ensayo resistencia a la tracción

Se define como la gran fuerza longitudinal que puede soportar una sustancia. Es un método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción, el alargamiento bajo una carga especificada y el alargamiento a la rotura del cuero. El Cuadro 6 se encuentra los valores mínimos que recomienda la norma técnica peruana para la fabricación de calzado de niño, caballero, dama y casual (AENOR, 2012).

g. Ensayo de ruptura de flor

La resistencia a la rotura de la capa flor para pieles ligeras, la piel destinada a la puntera experimenta una brusca deformación que le lleva de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produce una fuerte tensión en la capa de flor pues que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quiebra y se agrita (Bacardit, 2004).

Cuadro 5: Resistencia a la flexión, desgarró simple y solidez de color al frote de cuero napa para vestimenta

Ensayo	NTP ISO 14931.2005
	Vestimenta
Resistencia a la flexión	sdad 20 000
Resistencia al desgarró	Min 20 N
Solidez del color al frote *	
filtro seco	Min 3
filtro húmedo	Min 2/3
filtro sudor artificial	Min 2/3

sdad= sin daño aparente después de numero de flexiones

N= Newton

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 6: Desgarro doble y tracción de cuero para calzado de niños, caballeros, damas y casual

Ensayo	Calzado para niños NTP 241.001.2014	Calzado de dama NTP 241.022.2007	Calzado de caballero NTP 241.021.2007	Calzado casual NTP 241.023.2007
Resistencia al desgarro doble				
Sin forro	≥ 100 N	≥ 50 N	≥ 50 N	≥ 100 N
Con forro	≥ 70 N	≥ 35 N	≥ 35 N	≥ 70 N
Resistencia a la tracción	≥ 100 N	150 N	150 N	100 N

FUENTE: Elaboración propia

2.10.2 PRUEBA QUÍMICA

Se estable los métodos analíticos los cuales se basan en el “American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater“. Realizados para el análisis de la calidad de aguas y efluentes. Se determinan los parámetros fisicoquímicos, metales, constituyentes inorgánicos, orgánicos y microbiológicos. Se presentan 44 normas técnicas identificadas por códigos de acuerdo al parámetro, al tipo de muestra y a la metodología (MVOTMA, 1996).

a. Efluente de remojo enzimático

La utilización de enzimas de remojo en la producción de piel de vacuno, fue probada y se obtuvo los siguientes resultados en el efluente de la etapa de remojo, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) 1025 mgO₂/L, demanda química de oxígeno (DQO) 8070 mgO₂/L, sólidos totales suspendidos 5475 mg/L y nitrógeno amoniacal 86,7 mg/L. El efluente fue tratado para lograr disminuir la concentración de contaminantes. El método seleccionado fue

el de coagulación-floculación con 800 mg/L de sulfato de aluminio y sedimentación (INNOVATE PERU, 2013). Obteniendo los valores que aparecen en el Cuadro 7.

Después de realizar el tratamiento de coagulación-floculación y sedimentación se obtuvo reducción en el DBO₅ y sólidos totales suspendidos, cumpliendo con los valores máximos admisibles que reporta la norma D.S 2009-VIVIENDA (INNOVATE PERU, 2013).

Cuadro 7: Efluente de remojo enzimático tratado por el método de coagulación-floculación y sedimentación

ANALISIS	EFLUENTE REMOJO	Tratamiento por coagulación - floculación con 800mg/L de sulfato de aluminio y sedimentación	
		% de remoción	Concentración final
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	1025	16,7	499,8
DQO (mgO ₂ /L)	8070	43,8	2300
Sólidos Totales Suspendidos (mg/L)	5475	65,4	353,3
Nitrógeno Amónico (mg NH ₃ -N/L)	86,9	0	106,5

FUENTE: INNOVATE PERU (2013)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN

La fase experimental del presente estudio se realizó en el Taller de Curtido de Pieles y Cueros de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina- UNALM

Las etapas de descarnado y rebajado se realizaron en las instalaciones de la empresa Industria Peletera Peruana S.A (IPEPESA), ubicado en el distrito de Ate Vitarte, Lima.

Las pruebas físicas de espesor, flexión, desgarrado doble, solidez del color al frote se realizaron en los laboratorios del Centro de Investigación de Tecnología del Cuero, Calzado e Industrias Conexas (CITEccal), ubicado en la Av. Caquetá N° 1300 del distrito del Rímac. Las pruebas físicas de tracción, desgarrado doble y ruptura de flor se realizaron en el Laboratorio de la empresa TAUROQUIMICA S.A Bogotá, Colombia.

El análisis del efluente de la operación de remojo se realizó en el Laboratorio de análisis químico-UNALM.

La parte experimental se realizó en dos periodos. El primer periodo constituye la etapa de ribera hasta curtido, del 24 al 29 de Noviembre del 2014. En el segundo periodo se realizó las etapas de recurtido hasta acabado, del 19 al 27 de Enero del 2015. Para terminar con las pruebas de control de calidad del cuero y efluentes en el mes de Abril del presente año.

3.2 PROCEDENCIA Y CANTIDAD DE MATERIA PRIMA

Se utilizaron 34 pieles saladas de ovino adulto, las cuales procedieron de la sierra central del Perú. Se manejó un estándar en el tamaño y peso de las pieles obtenidas, por cada método se utilizaron 17 pieles

3.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Ver Anexo 3.

3.4 TRATAMIENTOS

Para la presente investigación se evaluaron dos (02) métodos de curtido, uno de los cuales correspondió al curtido con cromo (wet-blue) y el otro a un curtido con glutaraldehído (wet-white). Las pieles fueron tratadas en el mismo botal hasta la etapa de piquelado, luego se asignó completamente al azar un total de diecisiete (17) pieles de ovino a cada método de curtido. A continuación se detallan los tratamientos:

- Tratamiento I: Piel de ovino curtido y recurtido con sales de cromo
- Tratamiento II: Piel de ovino curtido con glutaraldehído y recurtido sintético/vegetal.

3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Las pieles obtenidas fueron distribuidas en un diseño completamente al azar (DCA), para los dos tratamientos.

3.5.2 PROCESO DE CONSERVACIÓN

Debido a que las pieles fueron obtenidas con un mes de anticipación al inicio de los procesos, se procedió a salar nuevamente las pieles, para lo cual se utilizó sal industrial en un porcentaje de 30 por ciento del peso de cada piel a fin de evitar la proliferación de bacterias que pudieran afectarla. Posteriormente, fueron colgadas en un cordel de madera para evitar su contacto con el piso y la deshidratación de la piel sea correcta, además de estar bajo sombra para evitar el contacto con los rayos solares.

3.5.3 CONTROL DEL PESO DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

El control de peso de las pieles se realizó en tres momentos (Ver el Cuadro 8):

El primer pesaje fue antes de iniciar el proceso de ribera, al estado seco-salado. Previo a ello, las pieles fueron sacudidas para retirar el exceso de sal. El peso inicial de las 34 pieles fue de 44.90 kg. El segundo pesaje se realizó durante el proceso de ribera, después del descarnado la piel al estado tripa. Se obtuvo un peso de 52.97 kg. El tercer pesaje de las pieles se realizó después de la operación de rebajado. El peso obtenido por las pieles curtidas al estado wet-blue fue de 11.99 kg y las pieles curtidas al estado wet-white fue de 7.88 kg. El último pesaje de las pieles se realizó cuando estas fueron acabadas y estaban listas para la confección de prendas, obteniendo el peso de 5.66 kg para el cuero wet-blue y 4.35 kg para el cuero curtido wet-white.

Cuadro 8: Pesos de las pieles en diferentes estados

Peso de pieles		
Estado	Peso promedio (Kg)	Peso total (kg)
Seco-salado	1.32	44.90
Piel tripa	1.56	52.97
Cueros rebajados		
Con cromo	0.71	11.99
Sin cromo	0.46	7.88
Cueros acabados		
Con cromo	0.33	5.66
Sin cromo	0.26	4.35

3.5.3 PROCESO DE RIBERA Y CURTIDO

Durante este proceso las 34 pieles que conforman los dos tratamientos fueron procesadas en el mismo botal durante todo el proceso de ribera, que incluyen las operaciones de remojo, pelambre, desencalado, purga, desengrase y piquelado. En esta última operación de piquelado las pieles son asignadas en dos grupos que contienen 17 pieles escogidas completamente al azar, el primer grupo fue curtido con glutaraldehído y el segundo grupo con cromo. Los productos químicos y el agua utilizada se encuentran en función al peso total de las pieles.

Antes de iniciar el pre-remojo o lavado, las pieles fueron pesadas debido a que los productos químicos son usados en base al peso total de las 34 pieles de ovinos adultos, las pieles se encontraban en el estado seco salado, pesando 44.90 kg.

a. Pre-remojo

Durante ésta operación se realizó lo siguiente:

- Se llenó el botal con agua al 300% del peso de las pieles, a temperatura ambiente (25°C).
- Se introdujeron las pieles y se hizo girar el botal por 5 minutos para lograr una uniformización de las pieles.
- Se agregó el eusapon® OC y se procedió a girar el botal por 30 minutos. Este producto ayuda a la emulsión de las grasas, además de proporcionar humectación a las pieles.
- Después de transcurrido el tiempo, se midió la densidad del baño (o solución) en grados Baumé, lo que nos dio el grado de suciedad, sal y restos orgánicos que contiene la solución ($^{\circ}\text{Bé} = 4$).
- Luego se escurrió el baño y se procedió a lavar por 5 minutos.

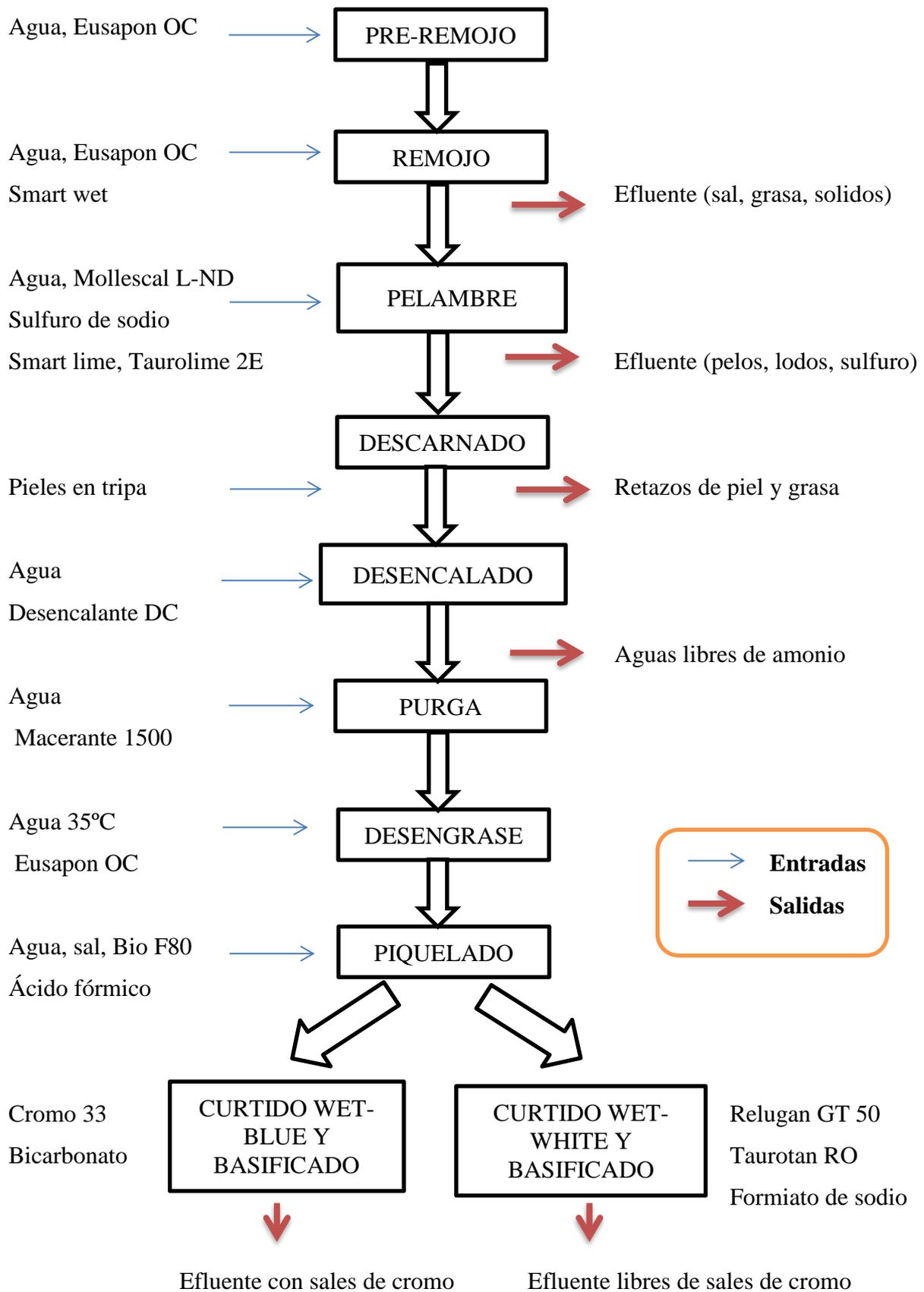


Figura 6: Flujo de operaciones del proceso de ribera y curtido

b. Remojo

Esta operación tiene una duración total de un día, incluida la noche que se deja reposando las pieles con el baño dentro del botal en rotación automática. A continuación se indican los pasos seguidos:

- Después del pre remojo, se adicionó agua en un 150% del peso de las pieles al botal.
- Se agregaron los productos químicos: 0.01% eusapon® OC y 0.8% smart wet.
- Se dejó rotar el botal por 60 minutos.
- Culminado el tiempo se procedió a dejar reposar el botal por 50 minutos. Durante el tiempo de reposo los productos actuaron directamente sobre la piel.
- Después del reposo se dejó rotar el botal por 10 minutos. Esto se repitió 3 veces más.
- Se dejó reposar el botal con las pieles y baño hasta el día siguiente.
- Durante la mañana del día siguiente, se realizaron los controles respectivos de pH, densidad y corte.

La densidad que se obtuvo en grados Baumé fue igual a 2 ($^{\circ}\text{Bé} = 2$), esto debido a la suciedad de las pieles y la sal presente. El pH se encontró dentro del rango de 8 a 9 durante el remojo. Al final de la operación de remojo se obtuvieron: pieles limpias, flexibles, hidratadas, con apariencia más blanda y caída.

c. Pelambre

Este proceso se llevó a cabo con el objetivo de extraer y recuperar la lana y no destruirla, para evitar la contaminación de restos de lana en el efluente. Durante el pelambre los productos más contaminantes como el sulfuro de sodio y cal fueron agregados por partes y en la menor proporción posible. Siempre verificando la soltura de lana y evitando la degradación total de esta. Involucro los siguientes pasos:

- Se llenó el botal con agua a 200% del peso de las pieles, a temperatura ambiente (25°C).
- Se procedió a agregar la primera parte sulfuro de sodio y los productos químicos: 2% mollescal ® L-ND, 2% sulfuro de sodio, 1% smart lime y taurolime 2E.
- Se puso a funcionar el botal, haciéndolo rotar por 90 minutos.

- Transcurrido el tiempo se dejó reposar por 30 minutos.
- En la segunda parte se agregó 0.5% cal.
- Se deja rotar por el bombo por 60 minutos.
- Culminado el tiempo se dejó reposar por 30 minutos.
- Se evaluó el depilado, observando la soltura cuando se ejercía fuerza.
- En la tercera parte se agregó: 1% de cal y 0.5% de sulfuro de sodio.
- Se dejó rotar por 30 minutos.
- Se dejó reposar por 30 minutos.
- La cuarta parte comprendió el agregado de 0.5% de sulfuro de sodio.
- Se dejó rotar el botal por 30 minutos. En este momento del pelambre se observó la soltura completa de la lana; ya que pasando la mano por la piel con una pequeña presión, la lana sale con facilidad pudiendo observar la degradación de la epidermis como una capa de grasa amarilla sobre la piel.
- Se dejó reposar durante toda la noche en el botal.
- Al día siguiente se procedió a sacar una por una las pieles y retirar la lana.
- Después de retirar toda la lana de las pieles, se introdujeron dentro del botal con el mismo baño y se agregó la última parte de insumos: 0.5% de mollescal PA, y 0.5% de cal.
- Se dejó rotar el botal por 60 minutos.
- Se escurrió el baño y se procedió a lavar las pieles por 2 minutos.
- Al final se contó con pieles totalmente depiladas y ligeramente hinchadas.
- El total de lana recuperada durante el proceso de pelambre fue de 11,79 kg.

d. Descarnado

Esta operación se realizó con una maquina descarnadora, la cual retira el exceso de grasa en el lado carne obteniéndose pieles denominadas “tripa”. Las pieles fueron pesadas obteniendo 52,96 kg, siendo este el nuevo peso con el cual se calculó el peso de los productos químicos que se utilizaron en las posteriores operaciones de desencalado, purga, desengrase, piquelado y curtido. Luego del descarnado se obtuvieron pieles totalmente limpias de grasa y carne. Se dejaron las 34 pieles reposando durante toda una noche en un baño alcalino que consta de: 200% agua y 0.5% cal.

e. Desencalado

Este proceso tuvo por finalidad tratar de remover la mayor cantidad de cal que se encontraba en la piel a causa del pelambre. En razón que la cal se encuentra combinada en la misma piel o disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y fibras. Además, el retiro de la cal ayudó a evitar que durante el curtido se tengan problemas de absorción del curtiente que pudiera provocar un mal curtido, manchas o poca resistencia en el cuero acabado.

Antes de iniciar el desencalado se lavaron las pieles que reposaron en el baño alcalino. Para el desencalado se utilizaron los siguientes productos:

- Se llenó el botal con 50% de agua a temperatura ambiente (25 °C).
- Luego se agregó 2% de taurolime DC, un desencalante libre de sulfato de amonio.
- El botal se dejó rotar por 90 minutos.
- Luego se procedió a medir el pH del baño, el cual debía estar en 8.5 porque en los procesos posteriores, los productos actúan a pH por encima de 8.
- Se retiró una piel para realizarle un corte a la altura del anca, y verificar el pH de la piel. Para esto se agregó fenolftaleína (indicador del desencalado), que es incoloro persistente si la piel fue bien desencalada y si el desencalado no ha sido el adecuado la piel cambiará a un color rojo grosella. Al agregar la fenolftaleína la piel no cambio de color.
- Al final del proceso se obtuvieron pieles desencaladas con un mínimo contenido de cal, deshinchadas, sin presencia de sulfato de amonio y con un pH óptimo para la purga.

f. Purga

Esta operación buscó el aflojamiento de las fibras de colágeno mediante el uso de enzimas pancreaticas.

- Antes de iniciar la purga se escurrió todo el baño del desencalado.
- No se lavaron las pieles.
- Se adicionó al botal 100% de agua a temperatura ambiente (25 °C).
- Se añadió la purga, que implicó la adición de 0.5% de macerante 1500.

- Se accionó el botal por 30 minutos. El tiempo en esta etapa fue importante, debido a que una vez terminado el tiempo de rotación, el producto químico que contiene enzimas sigue actuando sobre las pieles, puede ocasionar un aflojamiento del colágeno, que no es deseado.
- Después de transcurrido los 30 minutos de rotación, se procedió a retirar una piel y realizó la prueba de permeabilidad del aire. Haciendo un globo con la piel y apretando, cuando salieron burbujas con facilidad significó que la piel abrió todos sus poros facilitando la salida del aire. Esta permeabilidad ayuda el ingreso de los productos químicos durante el posterior proceso de piquelado.
- Después de comprobar la abertura de los poros, se procedió a escurrir todo el baño posible, para evitar que el producto siga actuando sobre la piel.
- Se lavaron las pieles con agua durante 5 minutos.
- Al final se obtuvieron pieles limpias con buena abertura de poros, sueltas y abiertas.

g. Desengrase

La grasa de la piel impide un buen curtido, originando formaciones de manchas, erupciones y arrugas de grasas; por esos motivos los restos de grasa deben de ser profundamente eliminadas o minimizarlas.

- Al inicio del desengrase se realizó sin baño, esto quiere decir que fue en seco. Solo se incorporó 2.5% de eusapon® OC, un desengrasante biodegradable.
- Se encendió el botal rotándolo durante 45 minutos.
- Después se agregó 200% de agua a 35 °C de temperatura.
- Se dejó rotando el botal por 15 minutos más.
- Para terminar la operación, se escurrió el baño y se procedió a lavar bien las pieles una por una.
- El lavado se realizó en cilindros llenos de agua, para evitar el gasto excesivo de agua.
- Al final del desengrase se obtuvieron pieles desengrasadas y limpias.

h. Piquelado

En esta operación se preparó la piel para que durante el curtido, éstas puedan absorber todo el material curtiente; además, de eliminar la cal que se encontraba combinada con el colágeno y completar así el desencalado.

- Después de lavar el botal se agregaron las pieles y 50% de agua a 25 °C.
- Se agregó 7% de sal industrial y 0.2% del fungicida bio F 80.
- Se dejó rotar el botal por 20 minutos.
- Después de transcurrido el tiempo se retiró un poco de baño en un recipiente y se procedió a medir la densidad en grados Baumé (°Bé) con el hidrómetro, buscando que marque 6 °Bé.
- Se preparó el ácido fórmico al 2.4%. Este ácido no se agregó directamente a las pieles, porque ocasionaría quemaduras en la piel debido a su alto grado de acidez; por lo que fue diluido en agua en la proporción 1 L de ácido fórmico en 10 L de agua a 25 °C. Se adicionó en dos partes en un lapso de media hora y se dejó rotando el bombo por 3 horas.
- Al término de la rotación, se midió el pH (que fue 3), quedando las pieles listas para el curtido.

i. Curtido

Después de culminado el proceso de piquelado las pieles fueron divididas en dos grupos de 17 pieles cada uno. Se separaron y dejaron reposar toda la noche en el mismo baño del piquelado. El primer grupo se curtió con sales de cromo (wet-blue) y el segundo grupo se curtió con glutaraldehído (wet-white). El curtido nos ayuda a evitar la putrefacción del cuero, estabilizar la proteína del colágeno y dar a la piel una mayor resistencia a altas temperaturas por medio de los agentes curtientes.

• Curtido con sales de cromo (wet-blue)

- El otro 50% restante del baño del piquelado fue usado en el curtido con cromo.
- Antes de iniciar el cromado se tuvo que acondicionar las pieles a pH 3, agregando 0.3% de ácido fórmico diluido en la proporción de 1:1.

- Se accionó el botal durante 10 minutos.
- Transcurrido el tiempo se agregó 8% de cromo 33 (cromo trivalente), dividido en dos partes: 4% de cromo 33 con el bombo en movimiento por 90 minutos, y 4% de cromo 33 durante 90 minutos más.
- Después del curtido se procedió a basificar. Para ello se usó el mismo baño del curtido, agregando 1.2% de bicarbonato dividido en cuatro (4) partes; cada parte contuvo 0.3% de bicarbonato con un lapso de 15 minutos cada uno.
- Luego se dejó el bombo en movimiento durante 6 horas.
- Después de transcurrido el tiempo, se midió el pH del baño (3.8) , y al realizar un corte en el cuero se observó que el cromo había atravesado el cuero y al agregar el indicador verde bromocresol este cambiaba de color a verde manzana indicando que el pH al cual se encontraba el cuero era el mismo que el del baño.
- Para finalizar se procedió a escurrir y lavar el cuero por 15 minutos, y descargar; obteniéndose pieles wet-blue, con cuerpo y de color azulino.

• **Curtido con glutaraldehido (wet-white)**

- El 50% del baño del piquelado fue utilizado para acondicionar las pieles al pH óptimo.
- Se usó 0.5% de ácido fórmico y se acciono el botal por 10 minutos.
- Se agregó 2% del recurtiende regulan GT 50 (glutaraldehido) diluido en la proporción de 1:1 y se accionó el bombo por un tiempo de 4 horas.
- Se agregó 1% de taurotan RO por 30 minutos y después 2% de formiato de sodio con el botal en movimiento. Se accionó el botal por 30 minutos.
- Transcurrido el tiempo, se agregó 0.3% de bicarbonato y se dejó rotando el botal por 30 minutos más.
- Se detuvo el botal y se controló el pH del baño (3.8).
- Para culminar el proceso se adicionó 4% de taurotan SF un tanino sintético para darle estabilidad al cuero, con el botal en movimiento por cuatro (4) horas.
- Luego se procedió a medir el pH del baño final (4.2).
- Al final se obtuvieron cueros curtidos al estado wet-white, libres de cromo, suaves, flexibles, tacto agradable y blancos.

j. Temperatura de contracción

Para evaluar la temperatura de contracción de los métodos de curtido wet-white y wet-blue, se procedió a extraer cinco muestras totalmente al azar, realizando un corte a la altura del anca de cada método de curtido con las siguientes dimensiones: 5 cm de ancho x 10 cm de largo.

Las muestras de curtido wet-blue y wet-white fueron sumergidas en agua a una temperatura de 100 °C y 75°C respectivamente, durante 3 minutos tal como se describe en la bibliografía. Luego de transcurrido el tiempo son retiradas y se mide el encogimiento de las muestras. En el caso del wet-white también se puede observar si se produce un amarillamiento del cuero, esto ocurriría si se hubiesen utilizado un desencalante con sales de amonio.



Figura 7: Recuperación de lana durante el pelambre



Figura 8: Cuero curtido wet-blue



Figura 9: Cuero curtido wet-white

3.5.4 PROCESAMIENTO DE CUERO NAPA CURTIDO CON SALES CROMO (WET-BLUE)

a. Rebajado

El rebajado se realizó con una maquina rebajadora, para esto la piel debió tener la humedad adecuada de lo contrario se podría haber roto el cuero en la máquina. Los cueros curtidos al estado wet-blue fueron rebajados a un espesor de 1mm, después se procedió a pesar las pieles obteniendo un peso de 11,99 kilos.

b. Neutralizado

- Se agregó al botal 300% de agua a 35 °C de temperatura.
- Se procedió a agregar los productos químicos: 0.3% de ácido fórmico y 0.2% de eusapon® OC.
- Se encendió el botal y se dejó rotar por 30 minutos.
- El uso del ácido fórmico fue para restablecer el pH ácido al que deben estar los cueros antes de recurrirlos. Así, los recurientes pudieron penetrar el cuero con mayor facilidad y actuar eficientemente, debido a que al estar expuesto al medio ambiente hizo que el pH ácido al cual se encontraba se vuelva básico.
- Luego se escurrió el baño y se lavó para iniciar el recurtido.

c. Recurtido

Durante el recurtido el cuero que haya tenido algunos defectos en el curtido, podrán ser corregidos. Esta operación influencia en el engrase, teñido y acabado, le da las características adecuadas que se desea en el cuero. Este proceso, cuando se tienen cueros al estado wet-blue también se le denomina recromado, debido a que se vuelve a curtir con cromo tetravalente y cromo sintético.

- Se llenó el bombo con 50% de agua a 45 °C de temperatura.
- Se agregó 3% de cromo 33 y 3% de cromo sintético y se dejó rotar el bombo por 30 minutos.

- Después de transcurrido el tiempo, en el mismo baño se agregó 2% de smart oil PSA diluido en la proporción 1:5 y se giró durante 20 minutos.
- Luego se llenó el bombo con agua al 100% a 25 °C, con 2% de formiato de sodio y 2% de Taurotan RO.
- Se dejó rotar el bombo por 30 minutos.
- Culminado el tiempo se agregó 3% de bicarbonato y se dejó rotar por 60 minutos más.
- Después se dejó reposar los cueros dentro del bombo hasta el día siguiente.
- Por la mañana se procedió a rotar el bombo por cinco minutos y se procedió a tomar el pH del baño (5.5).
- Luego se escurrió el baño y se procedió a lavar los cueros.

d. Teñido

- Se agregó al botal 100% de agua a 40 °C de temperatura.
- Luego se adicionó 0.5% de anilina de color negro, diluida con agua a 80 °C en la proporción de 1:15.
- Se accionó el botal y se dejó rotar por 20 minutos.
- Después de culminado el tiempo, agrego taurotan CM-35 durante 30 minutos más. Luego se retiró un cuero y se procedió a controlar el teñido realizando un corte en el área del anca y se observó si el color había atravesado todo el cuero. En esta observación se apreció el 90% del cuero atravesado.
- Después se agregó 2% de tamol NNOLy 2,5 % de anilina negra, se dejó actuar el producto por un lapso de 30 minutos con el botal en movimiento.
- Al finalizar el teñido se realizó otro control haciendo un corte en el área del anca para que el cuero se encuentre atravesado al 100%.
- Se escurrió el agua y lavaron las pieles.

e. Engrase

- Se procedió a lavar las pieles antes de iniciar el engrase y se agregó 150% de agua a 70 °C, 15% de smart oil FS y 4% smart oil PSA, este último diluido en la proporción de 1:4 con agua a 60 °C.
- Se dejó rotar el bombo por 60 minutos.

- Después se agregó 3% de ácido fórmico, que se dividió en tres partes. La primera parte con 1% durante 15 minutos de rotación del bombo.
- La segunda parte con 1% durante 15 minutos, lo cual ayudó a fijar la anilina en el cuero. Debido a que el color que se quiere obtener es un negro intenso, después de haber agregado la segunda parte del ácido fórmico se adicionó 0.5% de anilina (color negro) y se giró el bombo durante 10 minutos. Siempre el bombo se encontraba en movimiento constante, porque con el movimiento mecánico ayudó a que el color se quede dentro de la piel.
- Para culminar el engrase, se agregó la última parte de ácido fórmico (1%) girando el bombo durante 30 minutos. Esto ayudó a darle un mayor brillo a los cueros.
- Al final del proceso de engrase se obtuvo el pH 3.5.
- Se escurrió el baño y se procedió a lavar las pieles.
- Para luego dejarlas estiradas en los bastidores
- Al final se realizó el acabado.



Figura 10: Rebajado de cuero wet-blue



Figura 11: Cuero teñido atravesado al 90%



Figura 12: Teñido total de color negro cuero wet-blue

3.5.5 PROCESAMIENTO DE CUERO NAPA CURTIDO CON GLUTARALDEHIDO (WET-WHITE)

a. Rebajado

Después de haber sido curtidos los cueros deben de ser rebajados. En el presente trabajo de investigación se deseó obtener cuero napa para la fabricación de vestimenta, por lo tanto las pieles se tenían que rebajar a un espesor de 1 mm.

Se utilizó una máquina de rebajado con la cual se calibra el espesor adecuado al cual se desea obtener. Las pieles en estado wet-white al no contener metales pesados, el efecto de llenura no es igual al curtido con cromo, por lo cual su espesor es menor. Se solicitó un rebajado de 1 mm, pero se obtuvo pieles con valores menores a este llegando a 0,8 mm, por lo antes mencionado.

Después del rebajado se procede a pesar las pieles. Con el nuevo peso se trabajara los posteriores procesos de recurtido y acabado. Se obtuvo un peso total de 7.88 kg.

b. Lavado

- Se agregó al botal 200% de agua a temperatura de 35 °C.
- Las pieles fueron añadidas.
- Después se agregó 0.2% de ácido fórmico diluido en la proporción de 1:1.
- Se agregó 0.1% de eusapon® OC.
- Se encendió el botal y se dejó rotar por 30 minutos.
- Al finalizar el tiempo de rotación se obtuvieron pieles suaves y flexibles.
- El pH del baño fue 4.5, y adecuado para ingresar al recurtido.
- Se escurrió y se lavaron los cueros.

c. Recurtido

Es una operación por la cual pasa el cuero para darle algunas características especiales al cuero que no se obtienen con un solo curtido convencional, por lo tanto se pueden obtener

cueros más llenos, con mejor resistencia al agua, mayor blandura y con mayor predisposición al teñido.

En el presente estudio se realizó el recurtido sintético-vegetal, manteniendo la premisa de que el cuero final se encuentre libre de metales pesados.

- Se llenó el botal con 50% de agua a 45 °C de temperatura.
- Se agregó 1% de recurtiente relugan GT-50, en la proporción de 1:1.
- Se accionó el botal durante 20 minutos.
- Después se agregó 3% de taurotan SF con el botal rotando por 40 minutos.
- Transcurrido el tiempo, se procedió a realizar el control del pH del baño (5.5).
- Se agregó al botal 100% de agua a 25 °C de temperatura.
- Luego se agregó 1.5% de formiato de sodio y 2% de bicarbonato, dejando rotar el botal por 60 minutos.
- Luego de transcurrido el tiempo, se agregó 3% de smart oil PSA diluido en la proporción de 1:5 con el movimiento del botal por 30 minutos.
- Se controló el pH del baño (6.5).
- Se escurrieron y lavaron los cueros.

d. Teñido

Esta operación consistió en conferirle un determinado color al cuero recurtido. Se usó el color marrón pardo, y el teñido se hizo atravesando el corte transversal del cuero para permitir que en la fabricación de productos se observe un producto homogéneo.

- Se agregó al botal 50% de agua a 35 °C de temperatura.
- Luego se adicionó 1.5% de tamol NNOL y 1.5% de anilina de color pardo diluida con agua a 80 °C en la proporción de 1:15.
- Se accionó el botal y se dejó rotar por 30 minutos.
- Después de culminado el tiempo, se retiró un cuero y se procedió a controlar el teñido realizando un corte en el área del anca y se observó si el color había atravesado todo el cuero. En esta observación se apreció el 90% del cuero atravesado.
- Después se agregó 8% de taurotan CM-35 y se dejó actuar el producto por un lapso de 30 minutos con el botal en movimiento.

- Para la última parte del teñido se agregaron los recurtientes vegetales: 0.1% de quebracho y 1% de tara; y se accionó el bombo por 20 minutos.
- Al finalizar el teñido se realizó otro control haciendo un corte en el área del anca para observar si había atravesado el cuero. Pues para obtener la napa se necesita que el cuero se encuentre atravesado al 100%.
- Se escurrió el agua y lavaron las pieles.

e. Engrase

Esta operación fue el último proceso en fase acuosa en la fabricación del cuero. Con el engrase se buscó incorporar sustancias grasas y lubricar los espacios entre las fibras, y mantenerlas separadas para obtener cueros más suaves y flexibles que a su vez tengan mayor rendimiento al desgarrar y al alargamiento.

- Se agregó al total 150% de agua a 70 °C de temperatura.
- Se agregó 15% de smart oil FS diluido en la proporción de 1:4
- Se activó el bombo por 45 minutos.
- Luego se agregó 1.5% de ácido fórmico diluido en la proporción de 1:1 y girando el botal por 30 minutos. El ácido fórmico se agregó para poder fijar el color y la grasa en el cuero, para así evitar la migración de los colorantes no fijados a la superficie, su oxidación y oscurecimiento del color; de lo contrario durante el primer lavado del cuero, el color se disiparía.
- Se controló el pH del baño (4.5).
- El baño fue escurrido y se procedió a lavar, para después descargar.
- Los cueros se dejaron escurrir en un caballete para después estirarlos en bastidores (marcos de madera) y se dejaron secar bajo sombra de manera uniforme. El secado fue una operación simple en el que se trató de eliminar la humedad para permitir la utilización del cuero.



Figura 13: Rebajado de cuero wet-white



Figura 14: Secado y estirado de cuero wet-white en bastidores

3.5.6 EVALUACIONES Y CONTROLES

Los ensayos físicos fueron realizados después del acabado del cuero napa.

a. Temperatura de contracción

La evaluación de la temperatura de contracción se realizó cuando el cuero estaba en el estado semiterminado con muestras tomadas de la zona del anca y las faldas.

Este ensayo se puede utilizar en cualquier tipo de cuero cuya temperatura de contracción sea inferior a 100 °C (ebullición del agua). Si una tira de cuero se calienta en agua, tiene lugar a una súbita contracción a una temperatura que es característica de la curtición (Cueronet, 2000). Se determina mediante la NTP ISO 3380:2009 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos (INDECOPI, 2008).

b. Espesor

Especifica un método de ensayo para determinar el espesor del cuero. Según la norma NTP ISO 2589:2006, se puede aplicar a todo tipo de cueros cualquiera sea su tipo de curtición. La medición es aplicable tanto a un cuero entero como a una probeta (INDECOPI, 2008).

c. Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión se determina mediante el método del flexómetro, según la norma NTP-ISO 5402-01:2014. Se puede determinar la resistencia a la flexión en seco o en húmedo del cuero y de los acabados aplicados al mismo. Este método es aplicable a todo tipo de cueros con un espesor menor de 3,0 mm. (INDECOPI, 2008)

La prueba del flexómetro reproduce el efecto del doblado que sufre el cuero cuando es usado. Es una prueba muy exigente para el acabado del cuero. El comportamiento del cuero al plegado continuo se mide con el flexómetro Bally. Este examen se efectuará con muestras de cuero (Figura 14). Las muestras se fijarán a dos mordazas (pinzas) del equipo, una fija y otra dotada de movimiento de avance y retroceso formando un ángulo de 22°30'. El control

se realizará con un lente de aumento observando si es que ha habido o no alguna alteración; así como, la presencia de fisuras, exfoliaciones y polvo (Martignone, 1984; AENOR, 1988).

El cuero es sometido a un doble repetido hasta un determinado número de flexiones o hasta que se produzca un daño aparente en la superficie del cuero acabado, en el cuero napa para vestimenta la mínima cantidad de flexiones que debe de soportar el cuero, lo establecen las especificaciones técnicas siendo mayor o igual a 20 000 ciclos, con lo cual el cuero no debe de mostrar daño aparente en la estructura de la flor.

d. Resistencia al desgarro

La resistencia al desgarro simple utiliza la norma NTP ISO 3377-01:2013. Se establece un método para la determinación de la resistencia al desgarro simple del cuero realizando el desgarro solo por un borde y para la resistencia al desgarro doble utiliza la norma NTP ISO 3377-02:2008, especifica un método para determinar la resistencia al desgarro del cuero realizado por los dos bordes (INDECOPI, 2008).

Esta prueba es realizada para todo tipo de cuero, en donde se somete el cuero a una fuerza de tracción de 100 ± 20 mm/minuto, con una precisión de 1 por ciento permitiendo la lectura de la fuerza aplicada. Se usa para esta prueba un dinamómetro y dos mordazas accesorias que son láminas de acero 10 mm de ancho por 2mm de espesor de lado recto (Figura 15). Se ajusta la máquina de ensayo de forma que los extremos doblados de los accesorios mordazas se toquen, pasen por la misma entalladura y queden perpendiculares a los lados mayores de la misma; se pone en funcionamiento la maquina hasta que se desgarre la muestra. Se anota la fuerza al desgarro en Newton y se indica el grosor de la probeta, cuyo grosor es la media aritmética de 3 medidas (AENOR, 1988).

e. Determinación de solidez del color al frote

El ensayo de solidez del color al frote establece un método para determinar el comportamiento de la superficie del cuero al frote con un fieltro, Se utiliza la norma NTP ISO 11640:2014. (INDECOPI, 2008).

Se frota una cara del cuero a ensayar con piezas de fieltro de lana de preferencia, bajo una presión determinada durante un número especificado de movimientos en vaivén (ciclos). Se evalúa el cambio de color (descarga) de las piezas del fieltro y del cuero (degradación) con las escalas de grises. También se informa cualquier otro cambio o daño visible en la superficie del cuero para esto se realiza con un frotómetro (AENOR, 1990).

El fieltro húmedo, este se sumerge en agua desmineralizada, se calienta hasta ebullición y se deja hervir hasta que se sumerja, se decanta el recipiente y se sustituye con agua fría desmineralizada, se deja reposar hasta que fieltros tomen temperatura ambiente y se saca cada pieza del agua al momento de utilizarla (AENOR, 2012).

Cada muestra debe de tener una resistencia de 10 a 50 ciclos para cada prueba (Figura 16). El frotómetro consta de un perno de aproximadamente 500 gramos con una base de 1.5 cm² a esta base se le coloca un fieltro de lana de dimensión 1.5 cm² el cual va a realizar el frote sobre el cuero. Al perno se le pone un peso adicional de 500 gramos más, teniendo entonces el fieltro una masa de 1000 gramos aprox. El recorrido del fieltro por cada ciclo es de 3.5 cm y la frecuencia de frote es de 40 ± 2 ciclos/minuto (AENOR, 2012).

f. Resistencia a la tracción

Este método es aplicable a todo tipo de cueros, según la NTP ISO 3376:2007, especifica el método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción. (INDECOPI, 2008).

Para la prueba de resistencia a la tracción se utiliza un dinamómetro, el cual debe de tener una velocidad constante de separación de sus pinzas equivalente a 100 mm/min. Se medirá el ancho de la probeta o muestra de cuero (25 mm de ancho por 90 mm de largo) en tres puntos de la misma, con una aproximación de 0.01 mm. Se considerará la media aritmética como representante de la anchura, y se calculará el área de la sección transversal de la muestra o probeta (ancho por espesor). Previamente acondicionada y realizada la medida de su espesor, la muestra o probeta será sometida a la tracción y se determinará la fuerza necesaria para su rotura. Se pondrá en marcha el dinamómetro hasta que se rompa la probeta y se registrará la fuerza máxima ejercida, como la fuerza de rotura (AENOR, 2012).

La resistencia a la tracción, expresada en Kg/cm² se calcula aplicando la siguiente formula (Guanilo, 1983):

$$\delta = \frac{F}{h \times e}$$

Siendo:

δ = la resistencia a la tracción, en Kilogramos fuerza por centímetro cuadrado.

F = la carga, al momento de la rotura del espécimen, en kilogramos fuerza.

h = el ancho promedio del espécimen, en centímetros.

e = el espesor del espécimen.

g. Ruptura de flor

Esta norma NTP 1042 establece el método de ensayo para determinar la carga y la distensión a la rotura de la flor y al reventado de los cueros, está indicado para cueros destinados a la confección de capelladas (INDECOPI, 2008). Para el ensayo de ruptura de flor se necesita una mordaza para fijar el borde de la probeta permitiendo que la porción central de la misma tenga libre movimiento. La agarradera debe ser de forma tal que la probeta quede firmemente sujeta, sin presentar deslizamientos, cuando se aplica en su zona central una carga de hasta 80 kg. El límite entre el área sujeta por la mordaza y el área libre debe estar perfectamente definida. El diámetro del área libre debe ser de 25 mm (AENOR, 1990).

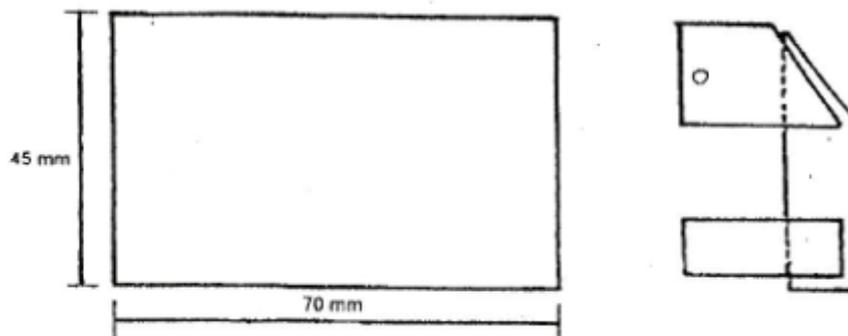
El aparato de medición debe tener una escala dividida en 0,1 mm, calibrada de modo que el error máximo no sobrepase 0,05 mm. La distensión debe ser tomada como la distancia medida en mm, a través de la cual se desplaza el vástago en dirección normal a la superficie de la probeta. Se pone en marcha el aparato a una velocidad aproximada de 12 mm/min y observar la superficie flor hasta que ocurra la rotura de la misma. Cuando ocurre la rotura de la flor se detiene la marcha y se anota la carga en kilogramos y la distensión en milímetros. Si la probeta o muestra no estalla, el ensayo se detiene al llegar a los 80 kg (AENOR, 1990).

h. Análisis de efluente de remojo enzimático

El efluente obtenido en la etapa de remojo fue analizado mediante Standard Methods 20th Edition 1998, para los análisis de sólidos totales suspendidos, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y nitrógeno amoniacal.

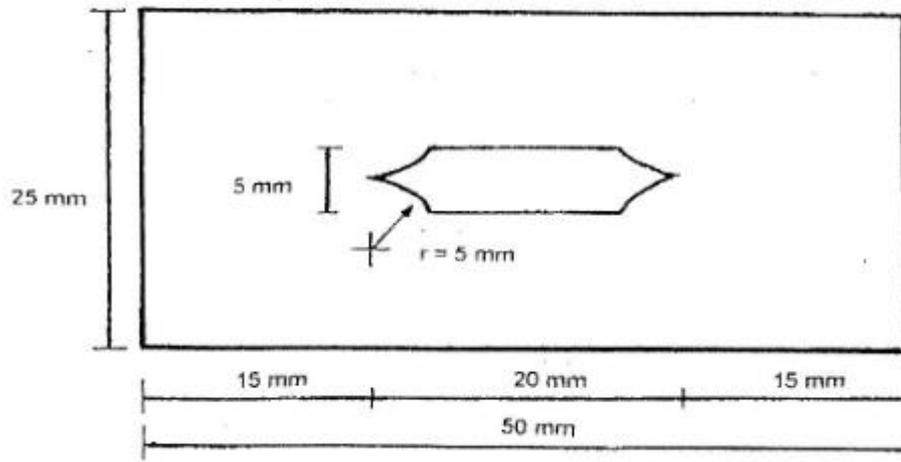
- Sólidos totales suspendidos: El método utilizado en el laboratorio Standard Methods 20th Edition. 2540 D.
- Demanda química de oxígeno: El método utilizado en el laboratorio Standard Methods 20th Edition. 5520 B.
- Demanda bioquímica de oxígeno: El método utilizado en el laboratorio Standard Methods 20th Edition. 5210 B.
- Nitrógeno amoniacal: El método utilizado en el laboratorio Standard Methods 20th Edition. 4500-NH₃-E.

Figura 15: Muestra para la determinación de resistencia a la flexión



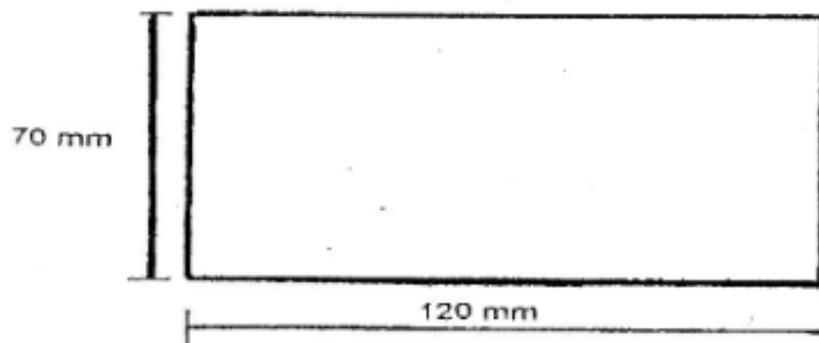
FUENTE: AENOR, 1988

Figura 16: Muestra para la determinación de resistencia al desgarro



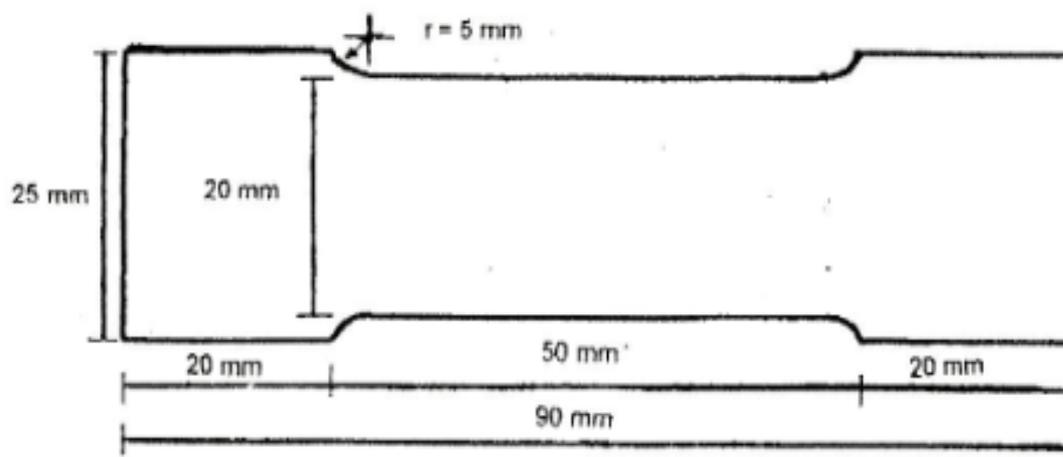
FUENTE: AENOR, 1988.

Figura 17: Muestra de determinación de solidez de color al frote



FUENTE: AENOR, 1990

Figura 18: Muestra de determinación de resistencia a la tracción



FUENTE: INDECOPI, 2008

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las evaluaciones estadísticas de las características tecnológicas de las variables se utilizó el modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta correspondiente a la j -ésima repetición y el i -ésimo tratamiento (wet-white y wet-blue)

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (wet-white y wet-blue).

E_{ij} = Error experimental

Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan a un nivel de significancia del 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN

La temperatura de contracción fue tomada en la zona del anca y de la falda, para los dos tratamientos (Anexo 6). El cuero curtido wet-blue (T1) fue sometido a 100° C por 3 minutos, el 100% de las muestras del anca resistieron a dicha temperatura, mientras que las muestras de la zona de la faldas solo resistieron el 95% la temperatura de contracción. Esto ocurre gracias al sulfato básico de cromo que le confiere al cuero la característica de resistencia a temperaturas altas, la zonas de las faldas son menos uniformes en el espesor, debido a la menor cantidad de concentración de colágeno lo que puede afectar en la temperatura de contracción.

La elevada estabilidad molecular del colágeno con tipos de enlaces cruzados permite que la mayor fijación del cromo sea producto de una concentración óptima, en tanto con el aumento de las concentraciones disminuye la fijación del cromo por la acción deshidratante sobre el colágeno (Küntzel, 1961, citado por Gómez 1994).

El cuero curtido wet-white (T2) fue sometido a 75°C por tres minutos tal como se describe en la literatura, esto debido a que el curtido se realizó con glutaraldehído una sustancia orgánica que a diferencia del cuero curtido con cromo no le confiere una alta resistencias a temperaturas superiores de 80 °C. El T2 no presento contracción alguna en la zona del anca, mientras que las muestras tomadas de la zona de la faldas, solo resistieron el 95%, puede deberse a que el espesor de las faldas es menos uniforme, al igual que el T1.

La temperatura de contracción se encuentra en función a la adición de aldehído. La piel muestra una temperatura de contracción de 72 °C si el glutaraldehído es aplicado en una concentración de 0,5% - 2% (al 100% de materia activa) con respecto al peso de las

Pieles a curtir la cual es perfectamente adecuada para resistir el calor generado en subsecuentes operaciones como el rebajado (Sanmarco, 1998).

4.2 ESPESOR

La medición del espesor para los dos tratamientos, fueron tomadas de diferentes zonas del cuero acabado de ovino. Además dichas muestras sirvieron para realizar los ensayos de resistencia al desgarro simple.

El espesor de los T1 y T2, no presentan diferencias significativas entre ambos tratamientos ($p > 0.05$). Se tomaron 6 muestras de cada tipo de tratamiento y se obtuvo los siguientes resultados: el promedio de 0.80 mm para T1 y 0,81 mm para el T2.

Se debe de tener en consideración que el espesor que se obtuvo fue de los cueros rebajados después del curtido y que posteriormente fueron lijados en el acabado para uniformizar el lado carne.

El espesor de la piel no es uniforme en todo el cuerpo (Gómez, 1994). La napa de alpaca en la zona del crupón valores de 1.18 y 1.23 mm de espesor y 1.10 y 1.04 mm en la zona del cuello, para las pruebas de resistencia a la tracción y resistencia al desgarro respectivamente (Doria, 2005).

4.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Los resultados de la resistencia a la flexión obtenidos de los dos tratamientos fueron de forma subjetiva en las instalaciones del laboratorio de CITEccal, los dos métodos de curtidos han sido sometidos a más de 20, 000 flexiones tal como indica la NTP ISO 14931.2005, Guía para la selección de cuero para prendas de vestir (excluyendo las pieles de pelo).

Los resultados obtenidos del ensayo para los dos tratamientos cumplen con las recomendaciones que pide la norma técnica peruana (Ver Cuadro 5). Ninguno de los dos tratamientos se observaron daños aparentes en la zona de la flor del cuero. No se observó daño aparente en el cuero de ovino curtido al 6 y 8% de sulfato básico de cromo (Gómez,

1994). Por tanto el cuero de ovino adulto curtido wet-white puede ser utilizado para la fabricación de napa de vestimenta.

4.4 RESISTENCIA AL DESGARRO SIMPLE

Este tipo de ensayo es realizado generalmente para las prendas de vestir. Los valores obtenidos en el presente ensayo se dividen en dos partes, el ensayo de desgarro simple longitudinal y transversal, a continuación se muestran los resultados obtenidos.

a. Desgarro simple longitudinal

El ANVA realizado muestra diferencia significativa ($p < 0.05$), para los dos tratamientos en el ensayo de desgarro simple longitudinal, en el cual se midió la fuerza en newton (N) a la cual soporta el cuero a ser desgarrado del sentido paralelo al espinazo. Los resultados de la media general que se obtuvieron para el T2 fue 21.45 N y para el T1 16.86 N (Cuadro 9).

Cuadro 9: Desgarro longitudinal del cuero napa

Tratamiento	Sentido	Valores de probetas ensayadas	Desviación Estándar (σ)	Fuerza de desgarro longitudinal (N)
T1	L	19,95	2,21	16,86
	L	15,74		
	L	14,90		
T2	L	20,58	0,71	21,45
	L	21,46		
	L	22,31		

N: Newton

L: longitudinal, paralelo al espinazo

b. Desgarro simple transversal

El ensayo de desgarro simple transversal se realiza en sentido perpendicular al espinazo, el análisis estadístico no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los dos tratamientos (wet-blue y wet-white). Los resultados fueron de 23.92 N y 21.88 N para los tratamientos T1 y T2 respectivamente. Para cada ensayo se realizaron tres repeticiones por tratamiento (Cuadro 10).

En trabajos de investigación anteriores no se han realizado prueba alguna de fuerza al desgarro longitudinal y transversal en cuero de ovino, por lo que no hay valores registrados para realizar las respectivas comparaciones.

Cuadro 10: Desgarro transversal de cuero napa

Tratamiento	Sentido	Repeticiones de probetas ensayadas	Desviación Estándar (σ)	Fuerza de desgarro longitudinal (N)
T1	T	29,76	5,10	23,92
	T	24,68		
	T	17,33		
T2	T	18,33	2,58	21,88
	T	22,92		
	T	24,39		

N: Newton

T: Transversal, perpendicular al espinazo

c. Desgarro simple promedio

Este ensayo muestra el promedio entre el desgarro simple longitudinal y transversal, en el cual se obtuvo el valor de 21.66 N para el T2 y 20,40 para T1, según el análisis estadístico realizado no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los dos tratamientos tal como lo muestra el Cuadro 11.

Según la NTP ISO 14931.2005, pide un valor mayor o igual a 20 N (Cuadro 5) para aquellos cueros que son destinados a la confección de vestimenta, además de realizar una acotación de aquellas pieles que obtienen un valor mayor o igual a 10 N se pueden utilizar, siempre que se preste atención al diseño y construcción de la prenda. El análisis en pieles de alpacas para cuero napa, obteniendo el valor de 64 N en la muestra tomada de la zona del crupón y 35 N en la zona del cuello (Doria, 2004).

Cuadro 11: Desgarro promedio de cuero napa

Tratamiento	Repeticiones de probetas ensayadas	Desviación Estándar (σ)	Fuerza de desgarro longitudinal (N)
T1	24,86	3,57	20,40
	20,21		
	16,12		
T2	19,45	1,64	21,66
	22,19		
	23,35		

N: Newton

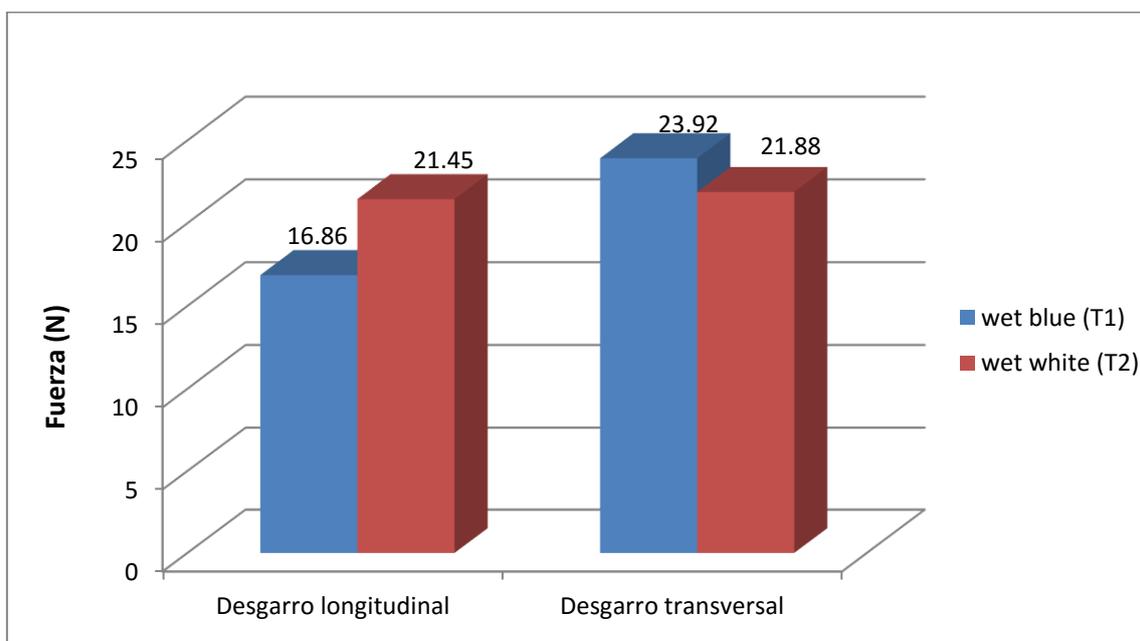


Figura 19: Comparación de fuerza de desgarro simple longitudinal y transversal de los tratamientos T1 y T2.

4.5 SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE

Este tipo de ensayo es utilizado para prendas de vestir y medir el cambio de color de la prenda cuando es frotada con un fieltro seco, húmedo y sudor. Los resultados obtenidos en esta prueba se pueden observar en el Cuadro 13.

El T1 obtuvo resultados satisfactorios para las pruebas en seco, húmedo y sudor artificial, tanto para la degradación del color del cuero como para la descarga de color en el fieltro. Las tres repeticiones que se realizó por cada tratamiento sobrepasaron las recomendaciones dadas por la norma (Cuadro 6).

El T2 obtuvo buenos resultados para las pruebas en seco, húmedo y sudor artificial, tanto para la degradación de color en el cuero como para la descarga en el fieltro, obteniendo en algunas repeticiones el valor mínimo recomendado por la norma, además se obtuvo menores valores en la degradación y descarga a diferencia del T1.

El cuero napa de alpaca obtuvo una puntuación de 4/5 en el fieltro en seco, 2/5 en el fieltro húmedo y 2/5 en el fieltro sudor artificial, solo se obtuvo una puntuación favorable para el fieltro seco (Doria, 2004).

Los resultados de solidez al frote pueden estar relacionados con la anilina que es utilizada para el teñido de los cueros, el cuero curtido wet-white (T2) fue teñido de color marrón pardo y se utilizó 1,5% de anilina parda con 1,5% de ácido fórmico para fijar el color a diferencia del cuero curtido wet-blue (T1) que se utilizó 3,5 % de anilina de color negro con 3% de ácido fórmico, el aumento en los porcentajes de anilina y ácido fórmico influyen en la penetración del color dentro de las fibras del cuero. Acotando que los dos tipos de curtidos tuvieron un teñido con penetración completa.

El cuero curtido wet-white (T2) cumple con las normas establecidas para la fabricación de cuero de vestimenta, por lo cual la napa puede ser utilizada sin problemas en la fabricación de prendas de vestir además de utilizar menores proporciones de insumos.

Cuadro 12: Solidez al frote en seco, húmedo y sudor artificial de cuero napa

Tratamiento	T1			T2		
Repeticiones	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Solidez al seco						
Degradación	5	4/5	4/5	5	1/2	4/5
Descarga	5	4/5	4/5	5	2/3	3/4
Solidez al húmedo						
Degradación	5	4/5	4/5	5	4/5	2/3
Descarga	4/5	4/5	4/5	4/5	4	2
Solidez al sudor						
Degradación	5	4/5	4/5	5	5	2/3
Descarga	4/5	4	4	4/5	4/5	2/3

Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

R₁, R₂, R₃: Repeticiones de los tratamientos

Los posteriores ensayos de resistencia a la tracción, fuerza resistencia desgarro doble y ruptura de flor, fueron realizados en el laboratorio de la empresa TAUROQUIMICA S.A con sede en Bogotá, Colombia, en el mes de Febrero del presente año. Los ensayos que se realizaron fueron los que normalmente se realiza a un cuero destinado para calzado. Los ensayos no fueron comparados numéricamente, debido a que solo se obtuvo un resultado por cada ensayo.

4.6 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

El ensayo de resistencia a la tracción se utiliza en cueros destinados para calzado de niño, caballero, dama y casual. Los valores obtenidos fueron de 21,9 N/mm² o 282.51N o 223,317 kg-f/cm² para el T1 y 17,8 N/mm² o 229.6 N o 181,509 kg-f/cm² para el T2 (Cuadro 14). Los valores antes mencionados deben de cumplir con los valores recomendados para la fabricación de calzados según las normas técnicas peruanas (Cuadro 6).

Si nos basamos solo en esta prueba el T1 y T2 alcanzan los requerimientos mínimos pedidos por la norma técnica peruana. Reporta Doria (2005), para la misma prueba en cuero napa de alpaca alcanzo valores de 17 N/mm² o 220 N en la zona del crupón y 15 N/mm² o 178 N en el cuello.

El espesor de un cuero es directamente proporcional a la resistencia a la tracción (Doria, 2005). El cuero de alpaca curtido al cromo es cuatro veces mayor a la resistencia a la tracción que el ovino, el mismo autor indica que para un cuero de ovino curtido al 6% y 8 % de cromo los valores son de 56.93 kg f/cm² y 74.93 kg-f/cm² (Gómez, 1994). Para un cuero de ovino curtido con cromo presenta una resistencia a la tracción de 105 kg-f/cm² (Trejo, 1983).

Comparando entre las especies se reportó valores para pieles de llama sometidas a 6 y 8% de cromo de 290.50 y 296.8 Kg-f/cm² respectivamente, así como en vacuno curtido al cromo en porcentajes también de 6 y 8 % con resultados de 427.20 Kg-f/cm² y 122.80 Kg-f/cm² respectivamente (Jiménez, 1998). El cuero de chivo la resistencia a la tracción de 145 kg f/cm² (Trejo, 1983). Reporta valores de resistencia a la tracción de pieles curtidas de alpaca en el rango de 81.25 a 175.60 kg f/cm² (Guanilo, 1983).

Con los resultados obtenidos se demuestra la gran resistencia a la tracción que poseen los dos tratamientos, superando los valores de trabajos anteriores, demostrando que el cuero curtido wet-white podría utilizarse en la fabricación de calzado.

4.7 RESISTENCIA AL DESGARRO DOBLE

Este ensayo se realizó para saber si los dos tratamientos realizados pueden ser utilizados para la fabricación de calzados, aunque su proceso haya sido para obtener cuero napa para vestimenta. Los resultados obtenidos fueron de 64.3 N para cuero curtido wet-blue (T1) y 92.2 para el cuero curtido wet-white (T2) (Cuadro 14). En trabajos de investigación anteriores no se han realizado este tipo de prueba por lo que no se cuentan con datos para contrastar.

El ensayo fue realizado en el laboratorio de la empresa TAUROQUIMICA S.A, Colombia, cumpliendo con la norma internacional IULTCS. El artículo será utilizado en nuestro país y debe de cumplir las normas técnicas peruanas, es por eso que en el Cuadro 6 muestra los valores mínimos que deben de cumplir los cueros destinados para la fabricación de diferentes tipos de calzados.

En este ensayo el T2 obtuvo un valor superior al T1. Después de analizar el T2 cumple con los requerimientos de calzado para dama y caballero con y sin forro, además de calzado para niño y casual con forro (Ver Cuadro 6). El T2 cumple con los requerimientos para la fabricación de calzado de dama y caballero con y sin forro. Estos valores pueden deberse a que durante la etapa de recurtido se utilizó un engrasante (smart oil PSA) que le confiere a las pieles una flexibilidad adecuada que a su vez ayuda a incrementar la resistencia al desgarro, y que actúa mejor en cueros libres de cromo.

Cuadro 13: Resistencia a la tracción, desgarro doble y ruptura de flor de cuero napa

Ensayo	Resultado	
	T1	T2
Resistencia a la tracción	21,9 N/mm ² = 282.51 N	17,8 N/mm ² = 229.6 N
Resistencia al desgarro doble	64.3 N	92.2 N
Ruptura de Flor	14 mm; 9.3 Kg	14 mm; 20.5 Kg

1kg-f/cm²=0.098 N/mm² (úsese solo para comparaciones con kg-f/cm²)

Para pasar de N a N/mm², debe dividirse entre l sección transversal de la probeta.

4.8 RUPTURA DE FLOR

Los valores que se obtuvieron para el ensayo de ruptura de flor en el T1 fue de 14 mm de distensión con una carga de 9.3 Kg y para el T2 fue de 14 mm de distensión con una carga de 20.5 Kg (Cuadro 13).

El T2 obtuvo mejores resultados soportando una mayor carga antes de presentar la ruptura de flor, aun cuando esté presente un menor espesor que el T1. Estos resultados pueden estar influenciados debido a que el curtido wet-white (T2) se realizó con glutaraldehído y este le confiere una mayor resistencia a la ruptura de flor, pero solo en concentraciones adecuadas. El aumento de aldehído añadido a la piel disminuye la ruptura de flor, además de mostrar un cambio en la coloración del artículo obtenido, presentando un amarillamiento no deseado (Sanmarco, 1998).

Si bien esta norma puede ser aplicada a todos los tipos de cueros flexibles, pero su uso está particularmente indicado para ensayar cueros destinados a la confección de capelladas. Las directrices de calidad para el empeine de calzado, especifican el cumplimiento mínimo de 7mm. No existe reporte alguno en trabajos de investigación anteriores sobre el ensayo de ruptura de flor, por lo que no hay valores registrados para hacer las comparaciones respectivas (Monsalve, 2009).

4.9 EFLUENTE DE REMOJO ENZIMÁTICO

El efluente de ribera analizado fue el de la operación de remojo. Los resultados serán contrastados con el reporte de INNOVATE PERU (2013) descrito en la revisión de literatura, debido a la similitud en el uso de enzimas de remojo.

El efluente de remojo enzimático obtuvo los siguientes valores DBO₅ de 1600 mgO₂/L, DQO 2995 mgO₂/L, Sólidos totales suspendidos 2339 mg/L y Nitrógeno amoniacal 254 mg NH₃-N/L (Cuadro 14). Todos los valores obtenidos sobrepasan los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S.N° 021-2009-VIVIENDA del anexo 1, recomendado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Si al fluente de remojo del presente estudio se le diera el mismo tratamiento de precipitación-floculación y sedimentación se esperaría que lleguen a los valores admisibles con mayor facilidad o incluso un menor valor. El problema radica en el tratamiento del nitrógeno amoniacal, que aún no se puede lograr llegar al valor máximo pedido.

Los resultados del remojo enzimático utilizado en el presente estudio muestran menores concentraciones de solidos totales suspendidos y DQO, pero obtuvo un mayor valor en la cantidad de nitrógeno amoniacal y DBO₅.

Cuadro 14. Efluente de remojo enzimático

ANALISIS	Unidad	EFLUENTE REMOJO	V.M.A
DBO ₅	mg O ₂ /L	1600	500
DQO	mgO ₂ /L	2995	1000
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	2339	500
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	254	80

V.M.A: valores máximos admisibles

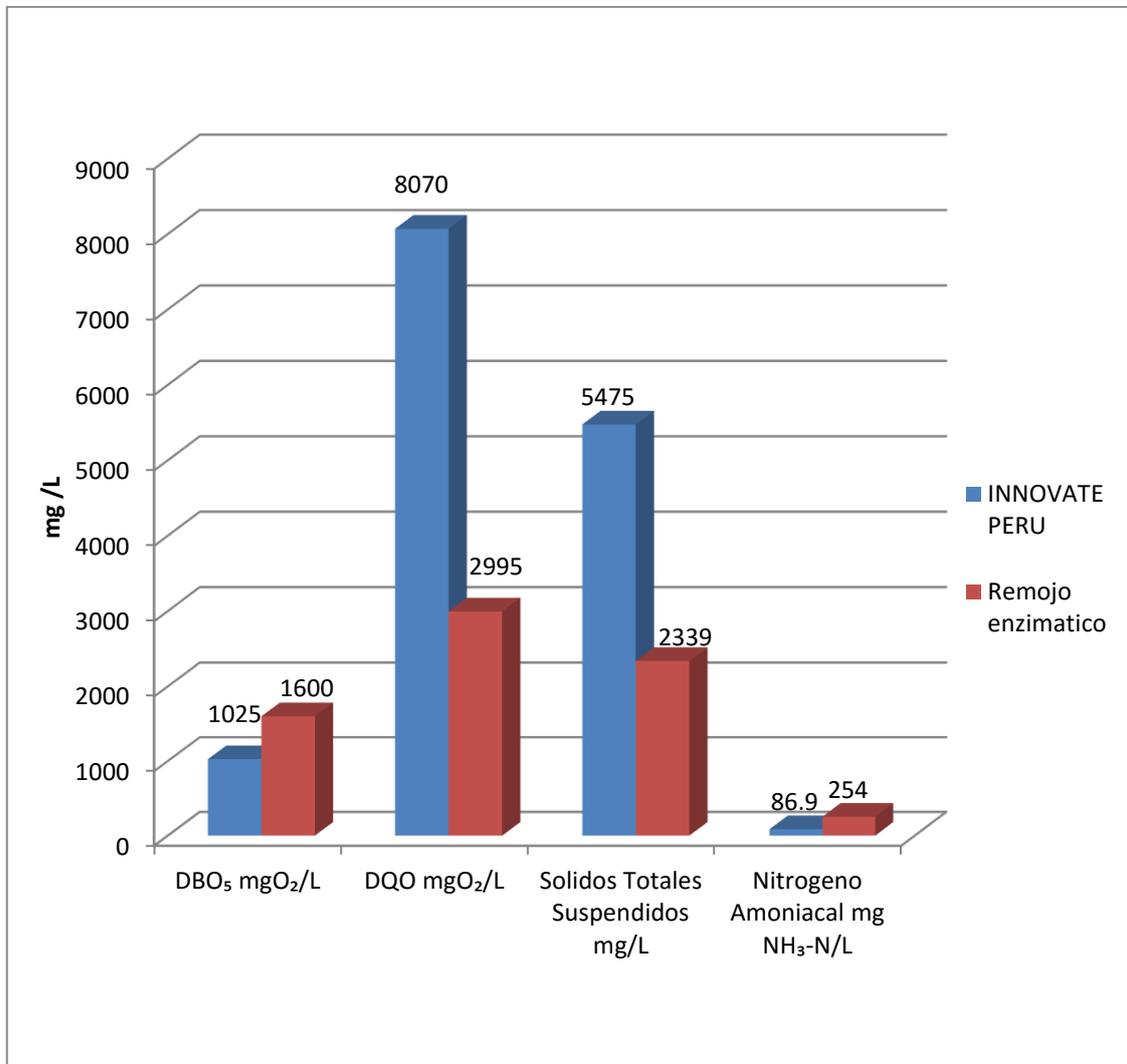


Figura 20: Comparación de efluente de remojo enzimático

V.CONCLUSIONES

1. El cuero curtido con cromo (wet blue, T1) y glutaraldehído (wet white, T2) mostraron que pueden resistir altas temperaturas durante las operaciones de acabado (teñidos, planchado y grabado).
2. El espesor, flexión, desgarró transversal y solidez de color de los cueros napa estudiados, fueron similares para ambos tratamientos; no obstante, para el desgarró longitudinal fue superior para el cuero curtido con wet white (T1) respecto a wet blue (T2), evidenciando su mejor aptitud para la fabricación de prendas de vestir, sin que la calidad del cuero se afecte.
3. La tracción, desgarró doble y ruptura de flor de los cueros de ambos tratamientos fueron satisfactorios, al sobrepasar los valores mínimos requeridos por la norma técnica peruana para la fabricación de calzado; aun cuando, el cuero fue producido para vestimenta.
4. El efluente de remojo enzimático exhibió valores de demanda química de oxígeno y sólidos totales suspendidos, por encima de los mínimos admisibles, que a vez fueron menores que los reportados por INNOVATE PERU.

VI. RECOMENDACIONES

1. Considerar en futuros experimentos con pieles, su corte simétrico de manera que una misma piel pueda ser sometida a los tratamientos estudiados.
2. Realizar el análisis económico de utilizar un curtido wet-blue y wet-white, tomando en cuenta el proceso de tratamiento de efluentes que debería consignar el curtido wet-blue.
3. Realizar la curtición wet-white en pieles de camélidos como alpaca o llama, debido a que no existen estudios en dichas pieles, además que poseen diferencias en sus fibras de colágeno que podrían otorgar al cuero características adecuadas para el uso en especial de zapatos (cuero capellada).
4. Realizar otros ensayos para estudiar la absorción del glutaraldehído durante el curtido wet-white, realizando el monitoreo en diferentes periodos de tiempo de neutralizado.
5. Realizar trabajos de investigación que ayuden a crear nuevas metodologías para reducir el nitrógeno amoniacal de los efluentes de ribera, que causan la destrucción de los ecosistemas marinos.
6. Disponer en la UNALM de un laboratorio apropiadamente equipado para llevar a cabo investigaciones en procesamiento, acabado y análisis de pieles y cueros, que garanticen estudios más completos.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADZET, J. 1985. Química Técnica de Tenerife. 1ª ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp 5, 25, 44-128.

ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). 2003. CUERO Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la Permeabilidad al vapor de agua. Editada e impresa por AENOR. Madrid- España. 14 pp.

ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). 2012. CUERO ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento. Editada e impresa por AENOR. Madrid- España. 12p.

ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). 1990. UNE 59-029-90. Determinación de solidez del color al frote. Madrid. 7 pág.

ANGELINETTI, A y LACOUR, N. 1993. Primer curso nacional de tecnología del cuero. ITINTEC-CITEC. Lima- Trujillo. Perú.

AGENCIA INTERNACIONAL DE DESARROLLO (AID), 1963. Química de curtiduría para sobre estantes. México. 151 p.

ALVES, W. 1988. Curtición al cromo con FELIDERM-cs. Centro de investigación para el Desarrollo Integral. Boletín Técnico 13. Colombia.9-16.

ASOCIACION QUIMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO (AQEIC) 1988.Ponencias de curtiembres y acabado del cuero- curso-taller. sn. Barcelona España. se. pp 12-26.

ASOCIACION NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR. ANCE. 2002. Conferencias sobre procesos de curtición. sn. Ambato- Ecuador. pp. 1-21.

BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.

BASF. 1985. Vademécum para el técnico en curtición.3ª edición. Ludwigshafen,- Alemania. Pp. 1223-1230.

BARRETTO, S. 2006. Diseño de calzado urbano- 1era Edicion. Nobuko. Buenos aires- argentina. Pp 68,69.

BOSE, C., Y JOSEPH, T., 1963. Naturaleza de los enlaces del ácido glutámico en el colágeno y la elastina. ION. Revista española de química aplicada. N° 264:424.

CIATEC (CENTRO DE INNOVACION APLICADA EN TECNOLOGIAS COMPETITIVAS). 2011. Ensayo de solidez del color. Solidez del color al frote. (ISO 11640: 2012, IDT). Primera edición, 7-9 pp.

CANTERA, C.2004. Proceso de depilado conservador del pelo Parte7.El estrato corneo como barrera difusiva .Injuria química y mecánica de la epidermis. Tecnología del Cuero; 11:518-20.

CARLES, J. 1992. El reto ecológico en la fabricación de cuero. CIBA. Brasilea.

CITEccal (Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas). 2014. Laboratorio. (http://www.citeccal.com.pe/data.php?m_id=7).

CHURATA, M. 2003. Curtición de pieles. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias. Tacna, Perú

CORMACK, D. 1988. Histología de Ham. Editorial Harla. México. 675 pág.

COSTA, R. 2006. Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia. Artículos técnicos. Argentina, numero.2:24-29.

COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.

CUERONET [en línea]. [Fecha de consulta: 01 de Marzo del 2015]. Disponible en: (<http://www.cueronet.com/tecnica/residuos.htm>)

DORIA, G. 2005. Características tecnológicas de la napa de piel de alpaca (*lama pacus*) Tesis UNALM. Pp 60, 92-98.

ESPARZA, E. 2001. Contaminación debida a la industria de la curtiembre. Pontificia Universidad Católica del Peru. Departamento de Ciencias, Sección Química. Revista de Química. Vol. XV. N°1. Lima, Perú. Pp 41-43.

FAWCETT, D.W. 1995. Tratado de Histología Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 12° edición.

FRANKEL, A. 1989 Tecnología del cuero. Sn. Buenos Aires, Argentina. Edit. ALBATROS. pp 112-139.

GANSSEER, A. 1953. Manual el curtidor. Cuarta edición ampliada. Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona, España.

GAVILANES, R. 2011. Estudio de un pelambre reductor-oxidante. Universidad Politécnica de Cataluña. Escuela de Ingeniería de Igualada. España. pp. 12-20, 24-30.

GARRO, M. 2012. Depilado Enzimático conservador del pelo: Injuria química y mecánica de la epidermis para incrementar los procesos difusivos. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 24-48.

GÓMEZ, C. 1994 a. Conservación y preservación de pieles de camélidos. Instituto Nacional de Investigación Agraria-Dirección General de Transferencia de Tecnología. Lima- Perú. 58 p.

GÓMEZ, C. 1994 b. Proceso de curtido de la piel de alpaca y ovino adulto con dos niveles de sulfato básico de cromo. Tesis UNALM. Lima.

GRATACOS, E., Y LLUCH, G., 1960 Métodos de desengrase de pieles. Química e Industria. Vol.7. Set-Oct: 202-203.

GRAVES, R. 1997. La materia prima y su conservación. 2ª. ed. se. Igualada, España. Edit. Penélope. pp. 19-23. 57, 59, 72, 79.

GUANILO. 1983. Estudio tecnológico de la conservación de pieles de alpaca, ovino y caprino. Tesis UNALM. Lima.

GUTIERREZ, A. 2012. Procesamiento de piel de Guangana (*Tayassu pecari*) al estado crust. Tesis UNALM. Lima.

HERNÁNDEZ, J. 1985 a. Desuello, clasificación y conservación. En curso sobre el curtido al cromo. CIATEG. México.

HERNÁNDEZ, J. 1987 b. Nuevas teorías sobre diferentes procesos de curtido y aplicaciones prácticas. En revista calzatecna Vol. N°9. N°2: 53-62, 68-70.

HIDALGO, L. 2003 a. Texto básico de curtición de pieles. Sn. Se Riobamba, Ecuador. se .pp 5, 12, 25, 52.

HIDALGO, L. 2004 b. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.

INDECOPI. 2001. NTP ISO 3376-2001 Y UNE 59005-94. Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento. Lima. 12 pág.

INDECOPI. 2008 a. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 2: desgarro doble. Editorial Comisión de Normalización de INDECOPI. 1º Edición. Lima-Perú. 9p

INDECOPI. 2008 b. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la flexión mediante el método del flexómetro. Editorial Comisión de Normalización de INDECOPI. 1º Edición. Lima-Perú. 3 pág.

INDECOPI. 2008 c. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la ruptura de flor. Editorial Comisión de Normalización de INDECOPI. 1º Edición. Lima-Perú. 5 pág.

INDIGO QUIMICA, 2010. Curtición wet white. Enciclopedia virtual. Madrid, España. pp 1, 7-23.

INDIGO QUIMICA, 2011. Capítulo 8: Piquelado. Enciclopedia virtual. Madrid, España. pp 6-11.

INDIGO QUIMICA, 2013. Capítulo 6: Desencalado. Enciclopedia virtual. Madrid, España. pp 2-9.

INNOVATE PERU, 2013. Mejorar el proceso de curtido en pequeños productores de cuero, a través de la modificación del proceso productivo tradicional con el uso de nuevos insumos en la etapa de ribera que facilite el cumplimiento de las normas ambientales del sector curtiembre en el Perú. HELIANTHUS- UNALM. Pp. 13-18.

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA E INDUSTRIAL Y NORMAS TECNICAS (ITINTEC). 1981. Proceso de ribera. Banco de datos. Lima. 26 p.

JIMENEZ, J. 1998. Evaluación de dos niveles de sulfato básico de cromo en cuero de llama y vacuno al estado wet-blue. Tesis UNALM. Lima –Perú.

KELLEY, W. 1992. Medicina interna, volumen N° 1. Segunda edición. Editorial Médica Panamericana. Bs As. Argentina. Pág. 1008.

KIRK; R. 1966. Enciclopedia de Tecnología Química. Tomo IV. Editorial Hispano-Americana. México. 1032 p.

LACERA, A., 1976. Curtición de cueros y pieles. Editorial Albatros. Buenos Aires. 227p.

LABERCA, M.1993.Curticion de cueros y pieles. 2^a ed. buenos Aires, Argentina. Edit. ALBATROS. pp 29-56.

LANGERWERF, J. 1985. Trivalent chromium, arecyclable raw material of the leatherindustry: A questionable genotoxic substance. Journal of the Society of Leather technologists. Vol. 69:6: 166-174.

LA TORRE, A. 2012. Control de calidad en la industria del cuero. Escuela Superior Técnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.

LEACH, M.1985. Utilización de diferentes pieles. Curso llevado a cabo por el instituto de Desarrollo y Recursos Tropicales de Inglaterra, en colaboración con la Facultad de Zootecnia en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sn. Chihuahua, México. se. Pp 15-20.

LÓPEZ, G.1997. Efectos de diferentes tiempos y niveles de encalado en las características tecnológicas del cuero napa de alpaca. Tesis UNALM. Lima.

MANZO, G., Y FEDELE, G. 1986. Determinación del contenido de aminas emitidas en el apelmbrado. Cuoio pelli materia concianti. N° 2: 3-12.

MARTIGNONE, G. 1984. Conceria práctica. Editorial Universitaria. Torino- Italia. 410 pág.

Mc CANN, M. 2000. INDUSTRIA TEXTILES Y DE A CONFECION: Cuero, Pieles y Calzados. Pp. 2.

MELENDO,J. 2002. Manual de técnicas de monana e interpretación de la naturaleza. Editorial Paidotribo, 1era edición. Barceano- España. Pp 53.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI), 2013. Ministerio de Agricultura y Riego. Principales aspectos agroeconómicos de la cadena productiva de ovinos. Primera edición. Lima. 7p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MINAMBIENTE), 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía ambiental para la industria del curtido y preparado de cuero. Segunda edición. Bogotá- Colombia, D.C.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (MVCS). 2013. Valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 021-2009-VIVIENDA. Pp 1-4.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MVOTMA). 1996. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes. Sección VI: Determinación de constituyentes orgánicos. Montevideo, Uruguay.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2009. Compendio de la legislación ambiental peruana, Volumen I: Marco normativo general. Viceministro de gestión ambiental. Lima, Perú. Pp 2-4.

MORALES, J. 1990. Manual técnico de curtición. Folleto de UNQUIMICAS.A. Lima.

MONSALVE, Y. 2009, Estudio de Caracterización del Cuero. Santa Fe de Bogotá. SENA, pp. 84.

NAVARRETE, G. 2003. Histología de la piel. Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Facultad de Medicina. Vol. 46, N° 4. Julio-Agosto.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT SCREENING INFORMATION DATASET (OECD SID) 2005. GLUTARALDEHYDE. CAS N°: 111-30-08, UNEP Publications. pp 6- 15.

PAGUAY, M. 2010. Comparación de diferentes neutralizantes en la obtención de cuero para la elaboración de calzado femenino. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela superior politécnica del Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

PALOP, R. Recurtición "wet white" una posible alternativa para la fabricación sin cromo. Cromogenia Units. Barcelona. España.

PAOLETTI, S. 2004. Las fascias: el papel de los tejidos en la mecánica humana. Primera edición. Editorial Paidotribo. Barcelona, España. pág. 147.

PROCKOP, D; GUZMAN, N. 1981. Educación Médica: El colágeno. Facultad de Medicina de New Jersey. N° 191, Septiembre. Pp. 3-6.

Progress in wet-white system. Dr G. Wolf, G. Igl, M. Breth. BASF.

QUIROZ, F. 1985. Remojo III Curso nacional de tecnología del cuero CIATEG- ITINTEC. Agosto, 19- Septiembre, 02. Lima.

RAMÍREZ, L. 1985. Pelambre. III Curso Nacional de Tecnología de Cuero. CIATEG- ITINTEC. Agosto, 19- Septiembre, 02. Lima.

RENTERÍA, R. 1985. desencalado y rendido. III Curso Nacional de Tecnología de Cuero. CIATEG-ITINTEC. Agosto, 19- Septiembre, 02. Lima.

RUIZ DE CASTILLA, M. 1994. Camelicultura: Alpacas y llamas del sur del Perú. Cuzco, Peru. 206 pág.

SANMARCO, U. 1998. Curtidos orgánicos en la producción de cueros para automóviles. Cromogenia Units. Barcelona- España. 1-9 pp.

SANTA CRUZ, M. 1984. Piel de Auquénidos en la industria del cuero. Tesis de grado. UNMSM .Lima

SALVADOR, C. 2013. Historia de la industria curtidora Argentina: desde salta y Tucuman hasta Riachuelo. Editorial Dunken. Buenos Aires- Argentina. Pp 161.

SANTIAGO C., 1999. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial - Curtiembre. 117 p.

SOLER, J. 2008. Procesos de curtido. Sn. Barcelona, España. Editorial CETI. Pp. 12,45,97,98.

TEDDER, J., NECHVATAL, A., Y JUBB, A., 1979. Química orgánica .productos Industriales. Urmo S.A Bilbao-España.618 p.

THORSTENSEN, T. 1985. Practical Leather Tecchnology. 3ª Edition. Malabar, Florida. 329 Pàg.

THORSTENSEN, T. 1997. “Fundamentals of Pollution Control for the Leather Industry”; Shoe Trades Publishing Co., Arlington, MA, USA, 617-698-8160, FAX 617- 492-0126. Also, from Shoe Trades Publishing Co., Leather Technicians’ Handbook

TREJO, W. 1993. Tecnología del cuero ii. Departamento de Producción Animal- Programa de Ovino y camélidos Americanos (POCA). UNALM.

TREJO, W. 1996. Comunicación personal. UNALM. Lima-Perú.

VALORES MAXIMOS ADMISIBLES (VMA). 2009. Valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.D.S.Nº 021-2009- VIVIENDA.

VILLAVECCHIA, V. 1963. Tratado de química analítica. Tomo ii. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España. 1012 pág.

WOLF, G., BRETH, M. 2011. Progress in wet-white system. BASF. Pp. 96, 111.

ZARATE, A. 1993. Tecnología de la conservación y curtido de pieles. En manual de producción de alpacas y tecnología de sus productos. Proyecto TTA.142 pág.

VIII.ANEXOS

ANEXO 1. BOTAL

En esta investigación el proceso de ribera, curtido, recurtido, teñido y engrase se realizaron en un único botal de madera, cuya característica técnica es:

- Ancho exterior de 28 pulgadas
- Diámetro exterior de 47 pulgadas
- Espesor de madera de 2 pulgadas
- Potencia instalada de 2,5 HP
- Fajas redondas con giros constantes de 12 rpm
- Puerta ubicada en el centro del ancho exterior
- Eje hueco lateral, lugar por donde se introduce los productos químicos



Figura 21: Botal experimental del taller de curtiembre

ANEXO 2. MAQUINA DESCARNADORA

Datos técnicos

- Largo de trabajo útil: 1500 m/m
- Velocidad del motor : 1450 r.p.m
- Potencia instalada: 15 HP
- Peso neto: 2450 kg

Características:

- La máquina es especialmente adecuada para descarnar pieles de cabras, de ovejas, de carneros, terneros, venados, etc.
- La apertura y el cierre de cilindro se efectúan hidráulicamente. Este automatismo permite una superior velocidad de maniobra y la parada instantánea de la carrera de cierre en cada momento, evitando así cualquier daño a las pieles y peligro al operario.
- El movimiento de apertura puede ser regulado automáticamente mediante un temporizador.
- El traslado se consigue utilizando un hidromotor de precisión notable. La velocidad de rotación del cilindro de transporte y en consecuencia las velocidad de traslado de la piel, puede variar de modo continuo desde 5 hasta un máximo de 42 metros por minuto debido a la rotación de un pomo.
- La variación del espesor de la piel se efectúa por la operación de un pequeño volante a estrella, graduado para indicar el espesor de las pieles de trabajo.

ANEXO 3. EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS	
Botal	Descarnadora
Rebajadora	Balanza
Terma	Calibrador de espesor
Compresora	Soplete
MATERIALES	
INSUMOS QUIMICOS	
Eusapon® OC	Smart oil PSA
Smart wet	Smart oil FS
Mollescal ® L-ND	Nobuctan SF
Mollescal PA	Taurotan CM-35
Smart lime	Tamol NNOL
Taurolime 2E	Sulfuro de sodio
Taurotan RO	Cal
Taurotan SF	Formiato de sodio
Cromo 33	Bicarbonato
Taurotan SCR	Ácido fórmico
Macerante 1500	Tara
Desencalante DC	Quebracho
Bio F 80	Anilina negra
Relugan GT- 50	Anilina parda
Compacto 707	Corial EM
Ligante 2611	Pigmento negro plus
Blinder 711	Pigmento marrón
OTROS MATERIALES	
Cintas de pH	Guantes
Verde bromocresol	Cuchillas
Fenolftaleina	Mandil
Probeta	Hidrómetro de baume
Baldes	Caballetes
Embudo	Parihuelas
Brocha para pigmentar	Bastidores de madera

ANEXO 4. PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS

INSUMOS	DENOMINACION QUIMICA	PROPIEDADES
EUSAPON® OC	Desengrasante universal no iónico	Desengrasante, extraordinario efecto humectante y emulsionante además de ser biodegradable.
SMART WET	Enzimas proteolíticas de remojo	Buen poder dispersante de grasas naturales y suciedad, solubilización de proteínas residuales y mucopolisacaridos interfibrilares, favorece la penetración del agua en la piel relajando la estructura fibrosa.
MOLLESCAL ® L-ND	Compuesto orgánico de acción reductora	No contiene sulfuro sódico ni aminos, acción depilante sobre el folículo piloso, reduce tensión de la estructura fibrosa, disminución de hinchamiento alcalino.
SMART LIME	Enzimas vehículo de pelambre	Facilita el pelambre y evita el uso de tenso activos, aminos y desengrasantes. Disminuye la cantidad de sulfuro de sodio.
TAUROLIME 2E	Auxiliar enzimático	Poder desengrasante y humectante, acelera el proceso de depilación, reduce la cantidad de sulfuro empleado, incrementa la distensión de la estructura dérmica, ideal para recuperación del pelo.
MOLLESCAL PA	Sal de sodio de ácido poli carboxílico	Efecto dispersante de los productos químicos y mejora la solubilidad de la cal, elimina la suciedad adherida a la piel.
TAUROTAN SCR	Curtiente sintético	Complejo curtiente basado en tanino sintético y sales de cromo

INSUMOS	DENOMINACION QUIMICA	PROPIEDADES
MACERANTE 1500	Enzima pancreática	Enzima pancreática selectiva con propiedades específicas en el proceso de rendido de las pieles.
RELUGAN GT 50	Recurtiente 50% de glutaraldehido	Puede ser utilizado para todo tipo de piel como agente de recurtido o como agente único de recurtido. Alta capacidad de dispersión de la grasa. Da cueros suaves y resistentes a la transpiración.
TAUROTAN RO	Tanino sintético de sustitución	Tanino sintético de sustitución, base fenólica, modificado. Neutralizante con buenas propiedades dispersantes y curtientes.
TAUROTAN SF	Tanino sintético fenólico	Tanino sintético Fenólico de uso en la Curtición y Recurtición de cueros minerales y vegetales de buena estabilidad a la luz.
SMART OIL PSA	Combinación de derivados sulfuro esterres	Da pieles con menos peso, no da problemas de olores fuertes, no se oxida o formación de Cr 6+, altos niveles de resistencia al calor y a la luz.
SMART OIL FS	Ester de ácido fosfórico de hidrocarburos alifáticos de alto peso molecular	Buena distribución del agente recurtiente, fijación parcial en las fibras efecto antiestático, uniforme distribución de la rasa natural y buena igualación de tintura.
TAUROTAN CM-35	Polímero engrasante	Doble efecto recurtiente y engrasante, efecto de llenura, pieles suaves, mejora la resistencia al desgarre y elasticidad de la flor.
TAMOL NNOL	Polímero catiónico para tintura	No contiene formaldehido, efecto aflojador, buena estabilidad al calor, aumento de la solidez al lavado, tinturas iguales y brillantes.

ANEXO 5. DETERMINACION DE TEMPERATURA DE CONTRACCION

Tratamiento	Temperatura °C		Resistencia a la contracción (%)	
	Anca	Falda	Anca	Falda
T1	100	95	100	95
R1	100	95		
R2	100	95		
R3	100	95		
R4	100	95		
R5	100	95		
T2	75	70	100	95
R1	75	70		
R2	75	70		
R3	75	70		
R4	75	70		
R5	75	70		

ANEXO 6. PESO (KG) DE PIEL CRUDA SALADA Y PIEL TRIPA

PESO PIEL CRUDA	
Nº de piel	Peso Kg
1	1,720
2	1,060
3	1,195
4	1,260
5	1,720
6	1,440
7	1,600
8	1,350
9	1,480
10	1,680
11	2,300
12	1,560
13	1,480
14	0,980
15	1,460
16	1,000
17	1,300
18	1,060
19	1,020
20	1,300
21	0,940
22	0,960
23	0,940
24	1,740
25	1,380
26	1,000
27	0,900
28	1,500
29	1,150
30	1,150
31	1,350
32	1,340
33	1,340
34	1,200
TOTAL	44,855
PROMEDIO	1,3193

PESO PIEL TRIPA	
Nº de piel	Peso Kg
1	1,125
2	1,620
3	1,340
4	1,160
5	1,180
6	1,540
7	2,100
8	1,540
9	1,020
10	1,080
11	1,400
12	1,880
13	1,220
14	1,600
15	2,120
16	1,300
17	1,480
18	1,180
19	1,520
20	1,100
21	1,620
22	1,800
23	0,900
24	1,820
25	2,540
26	1,420
27	1,900
28	1,760
29	1,840
30	2,260
31	1,880
32	1,420
33	1,320
34	1,980
TOTAL	52,965
PROMEDIO	1,5578

ANEXO 7. ANALISIS DE VARIANZA DEL ESPESOR

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F	SIG
Modelo	1	0.00007500	0.00007500	0.01	0.9428	NS
Error	10	0.13855000	0.01385500			
Total	11	0.13862500				

SIG: Significancia.

NS: No significativo.

ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA FUERZA DE DESGARRO LONGITUDINAL

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F	SIG
Modelo	1	31.55626667	31.55626667	7.82	0.0490	*
Error	4	16.14066667	4.03516667			
Total	5	47.69693333				

SIG: Significancia.

*: Diferencia significativa ($p < 0.05$).

ANEXO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA FUERZA DE DESGARRO TRANSVERSAL

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F	SIG
Modelo	1	6.2628167	6.2628167	0.26	0.6399	NS
Error	4	98.0954667	24.5238667			
Total	5	104.3582833				

SIG: Significancia.

NS: No significativo.

ANEXO 10. FUERZA DE DESGARRO PROMEDIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F	SIG
Modelo	1	2.40666667	2.40666667	0.21	0.6720	NS
Error	4	46.26713333	11.56678333			
Total	5	48.67380000				

SIG: Significancia.

NS: No significativo.

ANEXO 11. ANÁLISIS FÍSICOS

Página 1 de 4



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



INFORME DE ENSAYO N° 072-01/2015/LAB/CITEccal

Rímac, 03 de marzo de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
Teléfono: 954199111
Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet -white (ecológico)"

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
Identificación y descripción de la muestra:
Una manta, color negro. **La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-blue".** El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

 CITEccal, 25 de febrero de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS:

 27 de febrero y 02 de marzo de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac, Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe

Informe de Ensayo N° 072-01/2015/LAB/CITEccalR-01/PT-09-IE/IE, Ed. 07



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empeine (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

- Humedad relativa: 50 ± 5%
- Temperatura: 23 ± 2°C
- Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

- Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
- Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarro de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

- Humedad relativa: 50 ± 5%
- Temperatura: 23 ± 2°C
- Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

- Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
- Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarro (N)	Fuerza de desgarro promedio (N)
3	L	0,83	19,95	24,86
3	T	0,70	29,76	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: fabciteccal@itp.gob.pe



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 2

Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	5	5
Húmedo	20	5	4/5
Sudor	10	5	4/5

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
1. NTP ISO 3377-01: 2013. Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014. CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén.
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.

Guil
Lic. María Luz Meneses Begazo
 CQP 991
 Dirección de Laboratorio de
 CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac, Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gov.pe



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



INFORME DE ENSAYO N° 072-02/2015/LAB/CITEccal

Rímac, 03 de marzo de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
 Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
 Teléfono: 954199111
 Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
 Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet -white (ecológico)

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
 Identificación y descripción de la muestra:
 Una manta, color marrón. La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-white". El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: CITEccal, 25 de febrero de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS: 27 de febrero y 02 de marzo de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@ltp.gob.pe



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empeine (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
 Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarro de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarro (N)	Fuerza de desgarro promedio (N)
3	L	0,71	20,58	19,45
3	T	0,58	18,33	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe

Informe de Ensayo N° 072-02/2015/LAB/CITEccal

R-01/PT-09-IE/IE, Ed. 07



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 2

Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	5	5
Húmedo	20	1/2	2/3
Sudor	10	4/5	3/4

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
1. NTP ISO 3377-01: 2013. Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014. CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén.
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.

[Firma]
Lic. María Luz Meñeses Begazo
 CQP 991
 Dirección de Laboratorio de
 CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe

Informe de Ensayo N° 072-02/2015/LAB/CITEccal

R-01/PT-09-IE/IE, Ed. 07

INFORME DE ENSAYO N° 107-01/2015/LAB/CITEccal

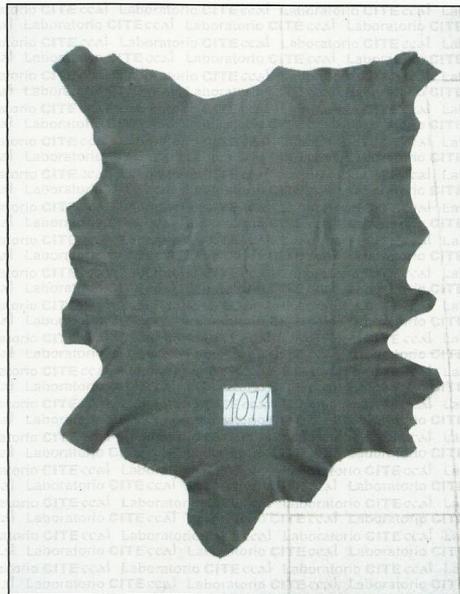
Rímac, 09 de abril de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
Teléfono: 954199111
Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet -white (ecológico)

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
Identificación y descripción de la muestra:
Una manta, color negro. **La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-blue".** El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: CITEccal, 30 de marzo de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS: 07 y 08 de abril de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empeine (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: $50 \pm 5\%$
 Temperatura: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Humedad relativa ambiental: $50 \pm 5\%$

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
 Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarro de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: $50 \pm 5\%$
 Temperatura: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Humedad relativa ambiental: $50 \pm 5\%$

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarro (N)	Fuerza de desgarro promedio (N)
3	L	0,92	15,74	20,21
3	T	0,92	24,68	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 1

Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	4/5	4/5
Húmedo	20	4/5	4/5
Sudor	10	4/5	4

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
2. NTP ISO 3377-01: 2013. Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014.CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén .
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.


 Lic. María Luz Meneses Begazo
 CQP 991
 Dirección de Laboratorio de
 CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 107-02/2015/LAB/CITEccal

Rímac, 09 de abril de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
 Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
 Teléfono: 954199111
 Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
 Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet -white (ecológico)"

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
 Identificación y descripción de la muestra:
 Una manta, color negro. **La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-blue".** El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: CITEccal, 30 de marzo de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS: 07 y 08 de abril de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe

Informe de Ensayo N° 107-02/2015/LAB/CITEccal

R-01/PT-09-IE/IE, Ed. 07



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empene (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
 Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarramiento de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarramiento (N)	Fuerza de desgarramiento promedio (N)
3	L	0,77	14,90	16,12
3	T	0,72	17,33	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa:	50 ± 5%
Temperatura:	23 ± 2°C
Tiempo de acondicionamiento:	48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental:	23 ± 2°C
Humedad relativa ambiental:	50 ± 5%

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 1

Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	4/5	4/5
Húmedo	20	4/5	4/5
Sudor	10	4/5	4

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
2. NTP ISO 3377-01: 2013. Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014.CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén .
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.


Lic. María Luz Meneses Begazo
CQP 991
Dirección de Laboratorio de
CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rimac. Lima 25 Telefex 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 107-03/2015/LAB/CITEccal

Rímac, 09 de abril de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
 Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
 Teléfono: 954199111
 Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
 Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet-white (ecológico)"

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
 Identificación y descripción de la muestra:
 Una manta, color marrón. **La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-white".** El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: CITEccal, 30 de marzo de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS: 07 y 08 de abril de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gov.pe

Informe de Ensayo N° 107-03/2015/LAB/CITEccal

R-01/PT-09-1E/IE, Ed. 07

5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empeine (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
 Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarro de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarro (N)	Fuerza de desgarro promedio (N)
3	L	0,92	21,46	22,19
3	T	0,93	22,92	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 1

Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	5	4/5
Húmedo	20	4/5	4
Sudor	10	2/3	2

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
2. NTP ISO 3377-01: 2013. Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014. CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén.
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.


 Lic. María Luz Meneses Begazo
 CQP 991
 Dirección de Laboratorio de
 CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gov.pe



INFORME DE ENSAYO N° 107-04/2015/LAB/CITEccal

Rímac, 09 de abril de 2015

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre: SANDRA GOMEZ
 Domicilio Legal: Pasaje 27 de agosto # 150. Carmen de La Legua. Callao
 Teléfono: 954199111
 Correo electrónico: sandra12386@hotmail.com
 Objetivo del ensayo: Investigación "Proyecto de Tesis - Evaluación de dos tipos de curtido de pieles de ovinos al estado semiterminado en wet-blue y wet -white (ecológico)"

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Cuero
 Identificación y descripción de la muestra:
 Una manta, color marrón. **La muestra es identificada por el cliente como "Cuero curtido wet-white"**. El uso de la muestra fue identificado por el cliente como "Cuero para prenda de vestir".



3. LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: CITEccal, 30 de marzo de 2015

4. FECHA DE LOS ENSAYOS: 07 y 08 de abril de 2015

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25. Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gov.pe

Informe de Ensayo N° 107-04/2015/LAB/CITEccal

R-01/PT-09-IE/IE, Ed. 07



**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS**



5. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRA:

NTP ISO 2418:2006. CUERO. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras

6. ENSAYOS

6.1 Determinación de la resistencia a la flexión del corte o empeine (seco):

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Cuero

Resultados:

Número de probetas ensayadas: Seis probetas
 Efectuadas 20 000 flexiones no se observan defectos en el material.

6.2 Determinación de la resistencia al desgarro de cuero:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 50 ± 5%
 Temperatura: 23 ± 2°C
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: 23 ± 2°C
 Humedad relativa ambiental: 50 ± 5%

Resultados

Cuero

Número de probetas ensayadas	Sentido	Espesor (mm)	Fuerza de desgarro (N)	Fuerza de desgarro promedio (N)
3	L	0,83	22,31	23,35
3	T	0,86	24,39	

L: longitudinal (paralelo al espinazo); T: transversal (perpendicular al espinazo)

Observaciones: ninguna

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefax 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe



6.3 Determinación de la solidez del color al frote:

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: $50 \pm 5\%$
 Temperatura: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Tiempo de acondicionamiento: 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)

Condiciones ambientales del ensayo:

Temperatura ambiental: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Humedad relativa ambiental: $50 \pm 5\%$

Cuero, (Lado flor):

Número de probetas ensayadas: 1

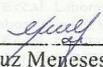
Resultados:

Filtro	Nº de ciclos	Degradación	Descarga
Seco	50	5	4/5
Húmedo	20	5	4/5
Sudor	10	2/3	2/3

*Los resultados se expresan asignando una nota según la escala de grises, cuyos valores de mayor a menor son: 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2, 1.

Métodos de ensayo:

1. NTP-ISO 5402-01:2014. Determinación de la resistencia a la flexión. Parte 1: Método del flexómetro
2. NTP ISO 3377-01: 2013. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Desgarro simple
3. NTP ISO 11640:2014. CUERO. Ensayos de solidez del color. Solidez del color al frote de vaivén.
4. NTP ISO 2419 2007. CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras.


 Lic. María Luz Meneses Begazo
 CQP 991
 Dirección de Laboratorio de
 CITEccal

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento

Av. Caquetá N° 1300 - Rímac. Lima 25 Telefaz 3820115 4825870 Email: labciteccal@itp.gob.pe

R6-05-R ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS DE RECURTIDO

EMPRESA: Sr : ELIAS
 ATENCIÓN: Sr : ELIAS
 TIPO DE CUERO: CUERO AL CROMO
 CALIBRE PROMEDIO: 0,5 mm FECHA: 3 de febrero de 2015

NTC 3376 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		NTC 3377-2 RESISTENCIA AL DESGARRE		NTC 1042 RÚPTURA DE FLOR	
HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL		
					
21,9 MPa		64,3 Newton		14 mm	9,3 Kg
0,0 MPa		0,0 Newton			
NTC 5403 PRUEBA DE HIDROFUGACION					
Observaciones: Realizado en PENETROMETRO BALLY 5266 al 15 % de extensión.					
RESULTADOS:					
▪ Tiempo de penetración del agua:				No aplica	
▪ Porcentaje de absorción de agua (Mín. 30%):				No aplica	
▪ Absorción de agua en masa (Mín. 0,2 gramos):				No aplica	

PARAMETROS SEGÚN EL CALIBRE DEL CUERO							
CALIBRE (mm)	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	1,8-2,0	2,0-2,2
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Mpa)	9,7	13	13	14	16	18	19
RÚPTURA DE FLOR (mm)	7	7	7	7	7	7	7
RESISTENCIA AL DESGARRE (N)	17,8	22,5	34	35	40	55	70

R6-05-R ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS DE RECURTIDO

EMPRESA: Sr. ELIAS
 ATENCIÓN: Sr. ELIAS
 TIPO DE CUERO: CUERO WEI WHITE
 CALIBRE PROMEDIO: 0,4 mm FECHA: 3 de febrero de 2015

NTC 3376 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		NTC 3377-2 RESISTENCIA AL DESGARRE		NTC 1042 RÚPTURA DE FLOR	
HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL		
					
		92,2 Newton	0,0 Newton	14 mm	20,5 Kg
NTC 5403 PRUEBA DE HIDROFUGACION					
Observaciones: Realizado en PENETROMETRO BALLY 5266 al 15 % de extensión.					
RESULTADOS:					
Tiempo de penetración del agua:				No aplica	
Porcentaje de absorción de agua (Mín. 30%):				No aplica	
Absorción de agua en masa (Mín. 0,2 gramos):				No aplica	
17,8 MPa	0,0 MPa				

PARÁMETROS SEGÚN EL CALIBRE DEL CUERO							
CALIBRE (mm)	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	1,8-2,0	2,0-2,2
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Mpa)	9,7	13	13	14	16	18	19
RÚPTURA DE FLOR (mm)	7	7	7	7	7	7	7
RESISTENCIA AL DESGARRE (N)	17,8	22,5	30	35	40	55	70

ANEXO 12. PRUEBA QUIMICA DE EFLUENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
LABORATORIO DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO (LASAQ)



INFORME DE ENSAYOS LASAQ N°001-2015-DQ

SOLICITANTE : SANDRA GOMEZ OCHANTE
PRODUCTO DECLARADO : Efluente de curtiembre 3° (Remojo)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
CANTIDAD RECIBIDA : 1 L
MARCA : S/M
FORMA DE PRESENTACIÓN : En taper de plástico.
MUESTREADO POR : Muestra proporcionada por el solicitante.
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de Enero del 2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADO: 20 de Enero del 2015
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO

ENSAYO	RESULTADOS
1. DBO ₅ (mgO ₂ /L)	1 600
2. DQO (mg O ₂ /L)	2 995
3. Sólidos totales en suspensión (mg/L)	2 339
4. Nitrógeno amoniacal (mg NH ₃ -N/L)	254

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1. Standard Methods 20th Edition. 5210 B
2. Standard Methods 20th Edition. 5520 B
3. Standard Methods 20th Edition. 2540 D
4. Standard Methods 20th Edition 4500- NH₃-E

Atentamente:


Mg. Sc. Juan Carlos Palma
JEFE DEL LABORATORIO DE
ANÁLISIS QUÍMICO


Mg.Sc. Juan Carlos Palma
JEFE (E) DEPARTAMENTO
ACADÉMICO DE QUÍMICA

Departamento Académico de Química : Tlf: 6147800 Anexos (305-307)
Av. La Molina s/n La Molina Facultad de Ciencias (1er. Piso)
Email : dqquimica@lamolina.edu.pe