
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS QUÍMICAS



**ESTUDIO DEL PROCESO DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE
CURTIEMBRES “SAUSALITO”**

Monografía para optar grado de Licenciatura

PRESENTADO POR: Univ. Sonia Hilda Villegas Vera

ASESORES:

Dra. Maria Eugenia Garcia

Ing. Alcides Castedo Paniagua

LA PAZ - BOLIVIA
2013

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad MAYOR DE SAN ANDRES, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Carrera de Ciencias Químicas, por permitirme acceder a una educación de calidad.

A la fábrica De Curtiembre "SAUSALITO" por facilitarme las instalaciones, los equipos para la realización del trabajo de grado.

Al ingeniero: Alcides Castedo Paniagua.
A la Dra.: María Eugenia García, quienes me han guiado a lo largo de la realización de este trabajo de grado.

A todos mis profesores que durante toda la carrera nos formaron y educaron para acceder a una mejor calidad de vida.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado el don de la vida y por guiarme por el camino del conocimiento y la sabiduría.
A mis queridos padres Félix Villegas Ortega y Teodora Vera Pinto, quienes con su amor, entrega, ejemplo y apoyo incondicional, me encaminaron a cumplir este sueño.

A mis queridas hermanas, Norma, Beatriz, quienes con su cariño y apoyo me dieron la fortaleza y la fuerza para seguir adelante cada día en este proyecto de sueño.

A todos mis compañeros de la carrera que me apoyaron y me brindaron su amistad incondicional y por hacerme sentir como parte de su familia gracias.

Sonia Hilda Villegas Vera

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I: OBJETIVOS.....	9
1.1 General.	10
1.2 Específicos.	10
1.3 Justificación.....	10
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....	12
2.1. Acerca de la historia de la fabricación de la piel.....	13
2.1.1. La piel	13
2.1.2. Estructura histológica de piel.....	14
2.1.3. Anexos de la piel	14
2.1.4. Conservación de la piel	16
2.1.5. División de la superficie de la piel	17
2.1.6. Defectos de la piel en bruto	18
2.2. Química de la piel	19
2.3. Punto isoeléctrico	20
2.4. pH	21
2.5. Controles de calidad en la industria del cuero	22
2.6. Flujograma del proceso de curtición	23
2.7. Descripción del proceso de rivera	25
2.7.1. Conservación de la piel	25
2.7.2. Descarnado	26
2.7.3. Remojo	26
2.7.4. Pelambre o Depilado	30
2.7.5. Descarnado y recortado	31
2.8. Proceso de curtido	38
2.8.1. Desencalado	38
2.8.2. Controles del proceso de desencalado	43
2.8.3 Purga enzimática	43

2.8.4. Desengrasado	46
2.8.5. Piquelado	48
2.8.6. Controles en el proceso de piquelado	53
2.8.7. Curtición al cromo	55
2.8.8. Ecurrido.....	63
2.8.9. Humedad en los cueros wet-blue	68
CAPÍTULO III: MARCO METODÓLOGICO.....	68
3.1. Localización.....	69
3.2. Recursos	70
3.3. Etapa del proceso de rivera	71
3.3.1. Controles sobre la materia prima	71
3.3.2. Controles en el proceso de remojo	71
3.3.2.1. Determinación de la Temperatura.....	72
3.3.2.2. Determinación del pH	73
3.3.2.3. Determinación de Grados Baumé (Bé).....	73
3.3.2.4. Determinación con el Indicador de remojo.....	74
3.3.3. Variables a controlar en el proceso de pelambre	75
3.3.3.1. Determinación de Ver corte translucido.....	76
3.3.3.2. Determinación de Verificación del atravesado con Fenolftaleína..	77
3.3.3.3. Determinación de ph del baño del depilado	78
3.3.3.4. Determinación de la Temperatura (°C)	79
3.3.3.5. Determinación de la Concentración de la sal en el baño de pelambre	80
3.4. Etapa de curtición de la piel	81
3.4.1. Variables a controlar en el proceso de desencalado	81
3.4.1.1. Determinación del pH del licor de baño	82
3.4.1.2. Determinación con el indicador de remojo	82
3.4.2. Controles en el proceso de purga	85
3.4.2.1. Determinación del pH	86
3.4.2.2. Determinación de la Huella digital	87

3.4.2.3. Determinación de la Soltura de repelo.....	87
3.4.2.4. Determinación de la test de lisura.....	88
3.4.3. Variables a controlar en el proceso de piquelado.....	88
3.4.3.1. Determinación de los grados Baumé (°Bé)	89
3.4.3.2. Determinación pH de la piel con verde de Bromocresol.....	89
3.4.3.3. Determinación pH del Baño de Piquelado.....	91
3.4.3.4. Determinación de la temperatura.....	92
3.4.4. Controles en el proceso de curtido	92
3.4.4.1. Determinación de Muestras de cuero para verificar el atravesado del cromo	93
3.4.4.2. Determinación del pH después del atravesado del cuero	94
3.4.4.3. Determinación de la temperatura	94
3.4.4.4. Determinación del pH final después de subir la temperatura.....	95
3.4.4.5. Determinación de la temperatura cuando esta se eleva a 45 °C....	96
3.4.4.6. Determinación del Test de encogimiento.....	97
3.5. Variables a controlar en el producto acabado de Wet-bue.....	99
3.5.1. Determinación de la humedad	100
3.5.2. Evaluación de la resistencia fúngica en cueros curtidos en la cámara tropical	101
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA	103
ANEXO.....	116
Glosario general.....	117

1. INTRODUCCION

Actualmente los problemas que afectan a la industria nacional del cuero: son la pérdida de la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas y Erradicación de las Drogas (ATPDEA), la carencia de materia prima de primera calidad, la crisis internacional de las principales empresas fabricantes de autos y el contrabando.

Aunque no hay cifras actuales de la producción de cuero, los empresarios y exportadores estiman que el mayor porcentaje se dirige a la exportación y muy poco al mercado interno,

El principal mercado es Italia, que importó en el primer semestre más de 1,4 millones de dólares. En el ámbito regional, el principal mercado es Chile, que compró 562.676 dólares.

El Ministerio de Producción entregó datos de la composición de las exportaciones de cuero y manufacturas, los que indican que entre el 94 y 96 por ciento son productos con poco valor agregado, entre el 4 y 5 por ciento corresponden a manufacturas de cuero y menos del 1 por ciento corresponden a productos de peletería.

Datos del sector productivo en cuero de Bolivia

El Análisis de la Cadena del Cuero y sus Manufacturas, del año 2002, es uno de los más actuales. Hasta 2001 se disponía de 19 millones de cabezas de ganado vacuno. El número de estos animales incide de forma directa en la cantidad de cuero disponible.

También se procesa cuero de oveja (ovino), de llama y de alpaca, pero en menor volumen.

El país produce cuero crudo, semiterminado (wet blue), cuero terminado y manufactura. El mayor volumen de producción se concentra en Santa Cruz por el número de empresas. Sin embargo, Cochabamba es el centro de la curtiembre, seguido de La Paz y Santa Cruz. La variedad de pieles que se procesan son de vacuno, ovino, camélido, caprino y de lagarto.

Las cifras Hasta 2001, según el INE, existían 45 unidades productivas en cuero.

La mayor parte se concentra en las pequeñas empresas con hasta 14 empleados.

Sin embargo, existen más de una centena de talleres en el sector informal.

La presente investigación se refiere al tema del curtido de pieles que se puede definir como el proceso de someter las pieles de animales a una serie de tratamientos con diversas sustancias llamadas curtientes y otras diversas operaciones, destinadas a producir en ellas modificaciones químicas y físicas, con el fin de convertirlas en material duradero, casi imputrescible, apenas permeable al agua y, a la vez, suave, elástico y flexible, o sea el cuero o la piel curtida.

El trabajo lo centraremos en la problemática del control de los parámetros de producción de curtido de pieles, para obtención del cuero azul o Wet-blue, con el fin de profundizar en el conocimiento de los procesos fisicoquímicos relacionados con la industria.

En el marco de la metodología, la investigación se realizó mediante el muestreo en las distintas etapas que son parte de la producción del cuero.

Se utilizó la técnica de la experimentación y análisis en el trabajo de campo de investigación en los diferentes métodos de control aplicados para cada parámetro en la etapa pelambre como la del curtido del proceso productivo del cuero.

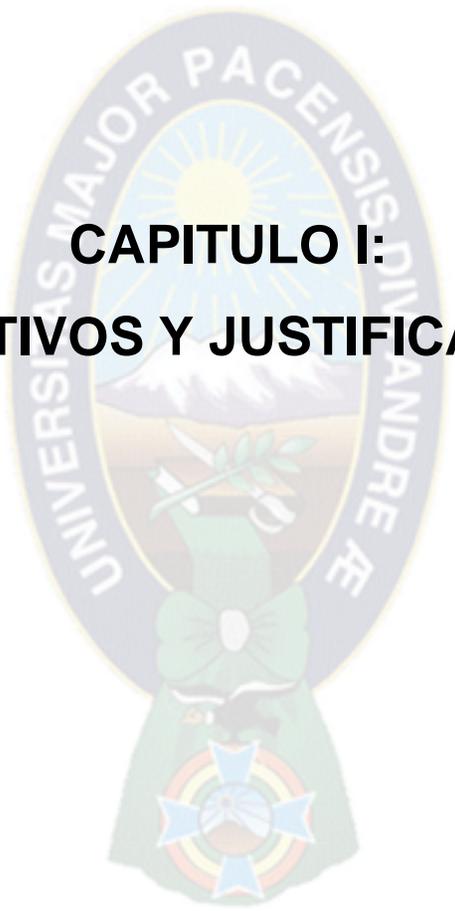
Diferenciar los métodos instrumentales y analíticos con los que fueron evaluados dichos análisis de campo.

En el capítulo I veremos los objetivos y la justificación del trabajo realizado.

En el capítulo II se presenta los antecedentes

En el capítulo III se desarrolla la metodología empleada en el trabajo de investigación

En el capítulo IV se hará referencia a los resultados, conclusión del trabajo investigativo.

The logo of the Universidad Mayor de San Andrés is a circular emblem. It features a sun at the top, a mountain range in the middle, and a green banner at the bottom with a white cross. The text "UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIANDRE Æ" is written around the perimeter of the circle.

CAPITULO I: OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar los controles de calidad en los parámetros de cada etapa final, del procesamiento del curtido de cueros vacunos, hasta la obtención del producto final, el cuero azul o Wet-blue, en la industria de curtiembres “Sausalito”.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los parámetros a controlar, dentro del proceso del curtido de cueros.
2. Determinar, para las operaciones críticas, los factores que influyen en el proceso y minimizan la productividad total de la empresa.
3. Analizar las causas de las fallas más comunes en el proceso productivo.

1.3 JUSTIFICACION

Un sistema eficiente de control de calidad a nivel productivo, dentro de una curtiembre, se deberán definir los parámetros a ser controlados, cómo serán controlados y cómo el análisis de los datos que se obtendrán retroalimentarán el sistema; es decir, se conocerá más a fondo todos aquellos aspectos que interfieran directa o indirectamente sobre el proceso productivo, deberán ser controlados para que la calidad se alcance y se pueda mantener.

El interés científico de la presente investigación, se basa en la importancia del control de las variables, que intervienen en la curtición y que son importantes controlar, y verificar si se están aplicando correctamente los métodos de referencia en los que la industria se guía para la producción del cuero. Esta investigación es necesaria para la industria de curtiembre Sausalito, ya que la misma no cuenta con trabajos realizados de esta índole, que permite evidenciar en general el estado actual de la industria con relación a la producción del cuero.

La presente investigación referida a la certificación se justifica porque brinda la oportunidad de consolidar mediante la investigación y el análisis en la práctica, de los conocimientos de la formación académica recibida en la institución superior de educación.

Igualmente el estudio puede servir de plataforma para emprender nuevos estudios dentro de la industria y contribuir a elevar la calidad educativa superior. Tengamos en cuenta que la investigación en la práctica realiza aportes valiosos, que de alguna manera incidirá en el progreso de la educación Boliviana.



CAPITULO II: ANTECEDENTES



2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Para obtener el producto acabado con calidad se deben cumplir los parámetros exigidos para la exportación por tanto es necesario hacer un buen control del proceso de curtición de las pieles vacunas.

2.1. ACERCA DE LA HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DE LA PIEL

La palabra cuero proviene del latín *curium* (Piel de los animales, curtida), es decir se trata de la piel tratada mediante curtido.

El origen de la industria del curtido se remonta a los tiempos más remotos. Los fenicios ya conocían perfectamente la elaboración de los cueros y su coloración. Los métodos empleados hoy en día tienen su origen en épocas remotas; con los años ha ido lográndose su perfeccionamiento y se ha podido abreviar el tiempo de curtido y mejorar las calidades.

En Oriente ya se utilizaban las nueces de agallas y la corteza de roble para curtir sus pieles de calidad fina. Los Árabes introdujeron el curtido con alumbre y sal común, y a mediados del siglo 20 se comenzaron a aplicar los procedimientos llamados al cromo.

Hoy en día la preparación de la piel para el curtido sigue basándose en la experiencia, tanto en los pequeños talleres que siguen trabajando artesanalmente como en las grandes fábricas. Las fases del trabajo son básicamente las mismas.

2.1.1. La Piel.

La piel constituye el revestimiento de los animales superiores. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta de pelos o lana y formada por varias capas superpuestas.

La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, por lo tanto reflejará en ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud.

La Piel se puede definir utilizando tres criterios diferentes: estructural, embriológico o funcional.

A. Criterio Estructural: Desde este punto de vista, se define como un órgano constituido por tres capas: Epidermis, Dermis e Hipodermis. En las tres intervienen los tejidos: Epitelial, Conjuntivo, Muscular y Nervioso. Toda la epidermis es un epitelio especializado sumamente complejo, mientras que la dermis e hipodermis están constituidas por tejido conjuntivo.

B. Criterio embriológico: Está constituido por tres capas: Ectodermo, Mesodermo y Endodermo.

C. Criterio funcional: La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

- a. Órgano de protección sumamente eficaz.
- b. También es un órgano termorregulador, cumple con la función de mantener la temperatura corporal y la cumple en base a determinadas estructuras fundamentales que son las glándulas sudoríparas y la vasculización (irrigación sanguínea).
- c. Es un órgano sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras.
- d. Es un reservorio sanguíneo.
- e. Actúa como depósito de determinadas sustancia químicas, como son los lípidos.
- f. Es un órgano de secreción de diferentes productos que van desde el sudor, hasta productos de secreción mucho más elaborados como la secreción láctea.

2.1.2. Estructura histológica de la piel.

La estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo de la parte que se haya tomado como muestra.

Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza del animal. Sin embargo, a pesar de las diferencias, la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los bovinos, ovinos y equinos.

La piel está constituida por tres capas sucesivas, que van desde la superficie hasta la más profunda:

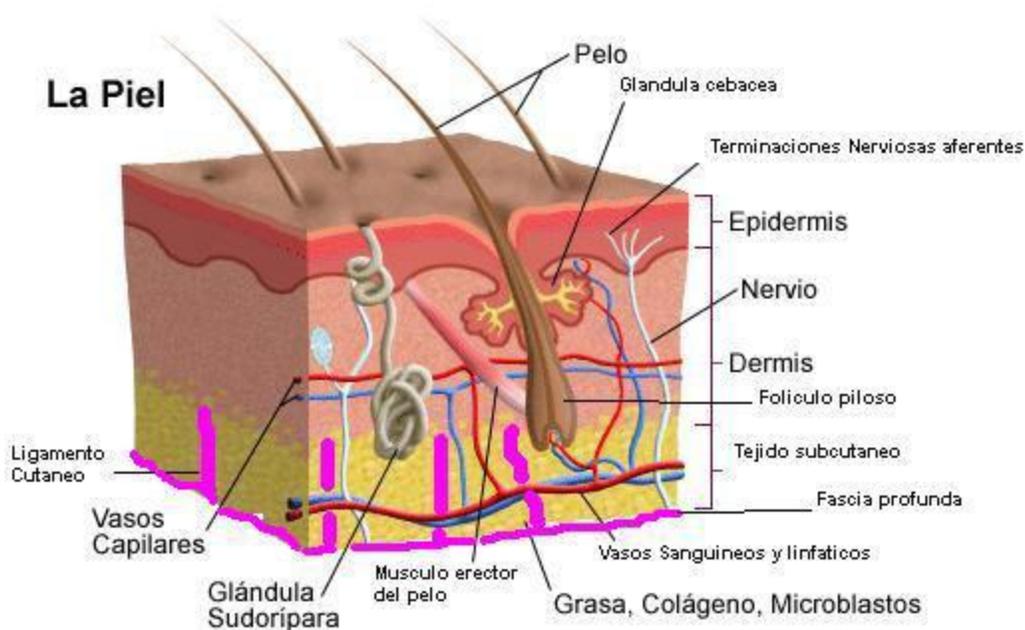


Figura 2.1: Estructura histológica de la piel

a. Epidermis (lado del pelo)

Es la parte más superficial o externa de la piel y sirve de revestimiento. Aproximadamente representa el 1% del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero se elimina en la operación de pelambre.

b. Dermis o corium

Es la parte primordial para el curtidor porque es la que se transforma en cuero. Representa aproximadamente un 85% del espesor de la piel en bruto.

Se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina. Esta membrana presenta el típico poro o grano, el cual es característico de cada tipo de animal. Presenta dos zonas, ambas constituidas por tejido

conjuntivo: la zona capilar y la reticular. La dermis presenta 2 regiones, funcional y metabólicamente distintas: dermis papilar y dermis reticular.

- Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno final, y orientadas preferentemente según un eje perpendicular.
- Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.

c. Tejido subcutáneo o endodermis (lado de la carne)

Constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruta y se elimina durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas.

2.1.3. Anexos de la piel

Son un conjunto de estructuras que están compuestas por los mismos componentes básicos de la piel, pero localizados específicamente.

- a. Glándulas sebáceas (fibras asociadas a los pelos, complejo pelo-sebáceo) y sudoríparas. Su funcionamiento es controlado por hormonas sexuales.
- b. Faneras (uñas, pezuñas y pelos).

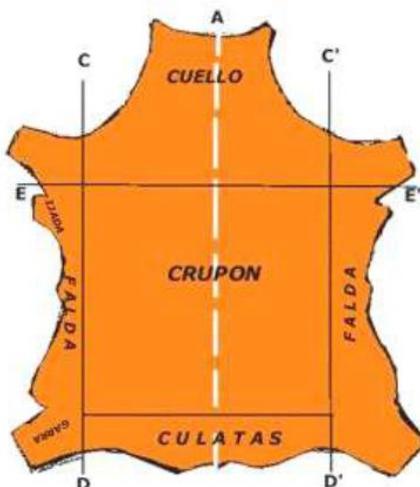
2.1.4. Conservación de la piel

Toda piel, una vez retirada del tronco del animal, pasa inmediatamente a un estado de tremenda labilidad, si no se toma una medida inmediata para deshidratar esa piel que está recubierta de gérmenes que producen en pocas horas la autólisis de esa piel. Si no se le somete a algún tratamiento que evite la hidrólisis de las proteínas que la componen, la piel estará perdida. La parte externa del animal tenía defensas hacia el exterior, es por lo tanto la parte de la piel que sucumbe lentamente al ataque de los microorganismos.

2.1.5. División de la superficie de la piel

La piel desollada se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciadas en lo que tiene que ver con espesor y compacidad. Se pueden diferenciar tres grandes partes:

Figura 2.2:



Fuente: Tecnología de la confección en piel. 2009

A. Crupón

El crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45% del total de la piel fresca.

B. Cuello

El cuello corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. El cuello presenta muchas arrugas que serán más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 25% del peso total de la piel.

C. Faldas

Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Son las partes más irregulares y fofas y tienen un peso aproximado del 30% del total.

2.1.6. Defectos de la piel en bruto

a) En el animal vivo

Daños mecánicos por marcas de fuego, pinchos, alambre de púas, almohazas, utensilios de labranza y roce mecánico. Daños por enfermedad tal y como verrugas, úlceras, enfermedades de la piel y hongos parásitos. Daño por excremento y orina. Daños por parásitos tal y como las garrapatas, ácaros y pulgas.

b) Defectos producidos por desollado, cuchilladas de matarife, flor reventada, defectos por escaldado.

c) Defectos producidos por conservación.

Putrefacción, piel venosa, manchas de sal, manchas de sangre y hierro, defectos de secado.

También puede hacerse una clasificación de los defectos de la piel en bruto según su origen, así los defectos en las pieles son de dos orígenes: naturales o artificiales.

1. NATURALES:

- a. Marcas de fuego, imposibles de minimizar.
- b. Cicatrices varias.
- c. Rayas abiertas o cicatrizados (estas son más fáciles de disimular)
- d. Parásitos que dejan marcas como ser: garrapatas (su consecuencia es muy difícil de disimular, queda toda la flor con agujeros. Es un parásito que toma absolutamente todo el cuerpo)
- e. Manchas de sal que pueden aparecer en ambos lados de la piel. En la flor por el empleo de una sal con exceso de bacterias que producen un ataque superficial en zonas húmedas. Del lado carne también atacan las bacterias y las más comunes son manchas rojas y violetas.
- f. Formación de solapas. Cuando el cuero ha sido mal salado se separa la capa reticular de la papilar. Se puede saber esto si se tira de los pelos, estos se desprenderán con mucha facilidad.
- i. Venas naturales del cuero que aparecen en general en las partes blandas y se ven sólo luego de la depilación. Se deberían a un mal lavado que deja

sangre y luego al descomponerse deja las venas vacías formando como tubitos que al planchar se notan.

- g. Manchas en la flor, luego de piquelado. Son de origen bacteriano. Luego del piquelado es común guardar los cueros y en muchas ocasiones aparece un moho que si queda mucho tiempo produce manchas. Para evitarlo se deben agregar fungicidas.

2. Las manchas artificiales son:

- a. Al ir separando la piel del resto del cuerpo, si no se hace bien se producen cortes más o menos profundos que pueden llegar a atravesar toda la piel y esto disminuye mucho el valor del cuero.
- b. Al curtirlo pueden ocurrir muchos defectos. Por ejemplo, se puede quemar un cuero por alta temperatura, ácidos, etc.

<http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel.htm>

2.2. QUÍMICA DE LA PIEL

Hidalgo, L (2003) asegura que la piel fresca esta formada por un retículo de proteína fibrosas bañadas por un liquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas subcutáneas minerales y orgánicas. La composición aproximada de una piel vacuna recién desollada es la siguiente Agua 64%, Proteína 33%, Grasas 2%, Sustancias minerales 0.5%, Otras Sustancias 0.5%. Entre estos valores se destaca el contenido de agua en la piel aproximadamente el 20% de esta agua se encuentra combinada con las fibras de colágeno de forma similar al agua de cristalización de total de la proteína que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95% es colágeno 1% elastina 1-2 % de queratina y el resto son proteínas no fibrilares.

La Cerca, M (1993) dice que la piel vacuna contiene poca grasa, las de cerdo a 4 a 40% en los ovinos 3 - 30% y en las cabras 3 -10% Estos porcentajes están calculados sobre la piel seca. De esta cantidades el 75 – 80% son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifica en dos grandes grupos fibrosos y globulares.

Hidalgo, L (2003) menciona que las proteínas fibrosas son las queratinas el colágeno y elastina; a 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, cuyos porcentajes sobre peso

seco de proteína varían entre los valores de 4 – 18%, químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que la proteína globular.

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

Entre los lípidos que contienen la piel, los triglicéridos son los componentes más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentran diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo sobre el tejido subcutáneo constituye el tejido adiposo.

¿QUÉ HAY QUE TENER EN CUENTA EN LA QUÍMICA DEL Cr (VI)?

El Cr (VI) es inestable a pHs ácidos. A estos valores de pH es un fuerte oxidante que tiende termodinámicamente a reducirse.

Por el contrario, a pH básicos, el Cr (VI) es mucho más estable.

La siguiente tabla muestra los valores de los potenciales normales de reducción del electrodo Cr (VI)/Cr(III) a pH ácido y a pH básico5:

	Semireacción	E°
pH ácido	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$	1'33 V
pH básico	$\text{CrO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5 \text{OH}^-$	-0'13 V

En resumen, el Cr (III) es difícilmente oxidable en soluciones ácidas, pero cuanto menos ácido sea el valor pH, más fácil va a ser la oxidación a cromo hexavalente.

Los cromatos sódico y potásico son sales muy solubles. En consecuencia, las operaciones de lavado pueden reducir su concentración en el cuero.

2.3. PUNTO ISOELECTRICO

Leach, M (1985) menciona que como consecuencia del carácter anfótero que tiene la piel su carga global varía con el pH del baño que se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxílicos se encuentran en su forma no disociada y la carga total es fuertemente positiva, por el contrario en baños muy básicos los grupos carboxílicos están disociados y su carga global es fuertemente negativa. Como estas variaciones de la carga global de la piel con relación al pH del baño la influencia del clima en particular de la temperatura es evidente en razón del protector que tiene la piel. La dieta influye sobre la

salud del animal y por consiguiente sobre las características y calidad de la piel, cada raza proporciona unas pieles cuyas características son muy típicas, la influencia del sexo sobre la piel es importante, la piel es el reflejo del estado de salud del animal. El punto isoeléctrico de la proteína colágena es el punto donde ocurre el equilibrio entre las cargas de los grupos amino (NH_3^+) y carboxílico (COO), y se sitúa en pH de aproximadamente 5.0. Con la disminución del pH, tenemos la disociación de los grupos amino, mientras que con el incremento del pH el grupo carboxílico sufre la disociación.

2.4. pH

El pH es sin duda uno de los parámetros más importantes en todas las operaciones químicas del procesamiento del cuero, ya que este, por estar constituido de proteínas con carácter anfótero, modifica la forma de reacción con varias sustancias en función del valor de pH del medio.

Debido a los procesos de curtido el pH normalmente es ácido. Si un cuero presenta un pH muy bajo (exceso de acidez) podemos tener problemas de baja resistencia al rasgado de las fibras a largo plazo. Esto ocurre porque el exceso de ácidos en la estructura del cuero (principalmente ácido sulfúrico) afecta las fibras, destruyéndolas lentamente, generando un cuero flaco. Este fenómeno ocurre más intensamente cuanto más fuerte sea el ácido presente en el cuero.

La cifra diferencial del pH nos da información respecto a la fuerza del ácido existente en la estructura del cuero. Cuanto mayor sea el valor de la cifra diferencial del pH de un cuero, más fuertes son los ácidos presentes.

Para determinar el pH y la cifra diferencial de un cuero, se debe obtener su extracto acuoso y realizar las terminaciones con un medidor de pH.

Las especificaciones exigidas para cualquier tipo de cuero son las siguientes:

pH mínimo= 3.5 cifra diferencial máxima= 0.7

2.5. CONTROLES DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL CUERO

Control de Calidad.- En todos los procesos de fabricación existen variaciones que pueden afectar la calidad final del producto. En el caso de la Industria del Cuero al trabajar con productos químicos y materia prima de diversas procedencias y calidades,

estas variaciones se vuelven más subjetivas. De ahí nace la necesidad del control de calidad para reducir al mínimo estas variaciones y obtener en el producto final los resultados deseados. La calidad es un término subjetivo que se puede cuantificar y con ello saber si tal o cual partida de cueros se encuentran dentro de los límites aceptables de calidad. Para que esta calidad se pueda medir numéricamente se deben aplicar una serie de normas de ensayo o métodos de análisis que nos van a servir para tener el nivel de calidad del cuero.

A excepción de algunas curtiembres que producen artículos piquelados, se puede decir que prácticamente toda la Industria del Cuero vende sus productos en tres estados diferentes:

- wet-blue
- semi-acabado
- acabado

Para cada uno de estos artículos existen las pruebas necesarias para evaluar la calidad de los mismos y pueden ser divididos en tres grandes grupos:

1. TEST SUBJETIVOS
2. TEST FÍSICO-MECÁNICOS
3. ANÁLISIS QUÍMICOS.

Los llamados **test subjetivos** se realizan a través del toque o visualización del cuero, obteniendo resultados rápidos e importantes en la evaluación de la calidad del cuero. Pero esta calidad no se puede expresar en valores numéricos ni existen aparatos que puedan sustituir el tacto humano para definir si un tacto es sedoso por ejemplo, necesita que la realicen personas con experiencia en el trabajo con el cuero. Entre algunos de estos test subjetivos se encuentran:

1. **TOQUE.**- Tocar el cuero, evaluando su comportamiento al tacto y transmitir a la mano la sensación de liso, deslizante, cálido, etc.
2. **FLOR SUELTA.**- Consiste en doblar el cuero con la flor hacia adentro, pasar el dedo y con una leve presión detectar la presencia de arrugas.

-
3. **LISURA.-** Se verifica mediante el tacto de la mano si la superficie del cuero es lisa. También se verifica en una observación general, ya que las partes más ásperas producen mayor difusión de la luz.
 4. **COBERTURA.-** Comprobar que la cobertura sea uniforme y no presente manchas en la superficie.
 5. **ADHERENCIA.-** Se coloca sobre el cuero un trozo de cinta adhesiva y luego se despega con fuerza (de un sólo golpe) para comprobar la adherencia del acabado.
 6. **BRILLO.-** Observar la intensidad del brillo para verificar que el mismo esté de acuerdo con el deseado.
 7. **UNIFORMIDAD.-** Verificar si existen manchas originadas por colorantes o grasas.

Los **test físico-mecánicos** son realizados a través de equipos y personas entrenadas, no dejando dudas en relación a los resultados obtenidos. Este tipo de pruebas se realizan en cuero semi-acabado y acabado y la finalidad que persiguen es demostrar la resistencia del cuero al agua, flexión, calor, luz, etc.

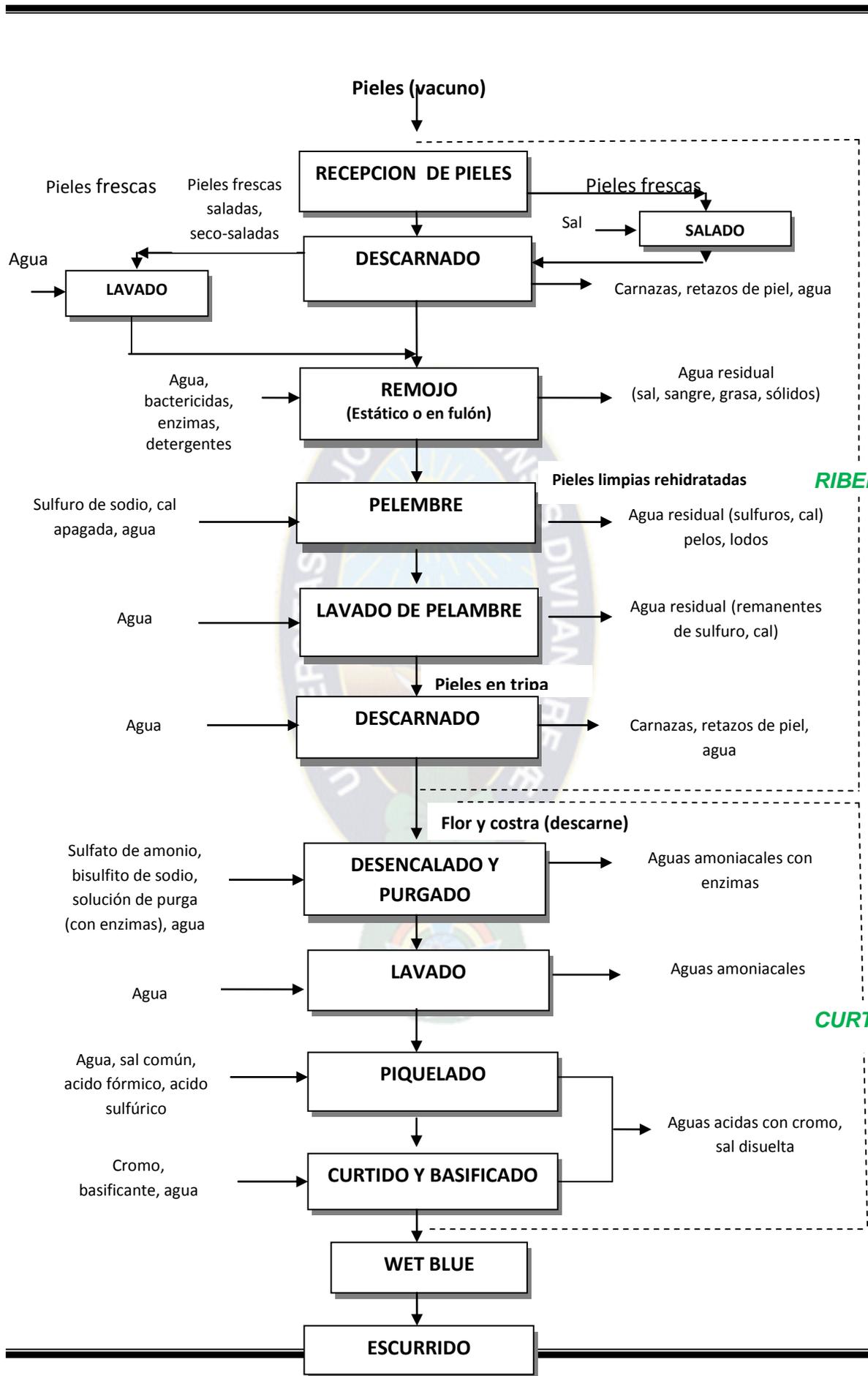
Los **análisis químicos** del cuero tienen como objetivo demostrar la concentración de ácidos o bases fuerte, grado de curtimiento, etc. Estos análisis también los realizan personas entrenadas y se obtienen resultados medibles y precisos.

Con la utilización de normas, métodos y especificaciones estándares obtenemos valores aceptables. Las normas nos dicen como efectuar un determinado test, su objetivo, procedimiento, los aparatos necesarios a ser utilizados, los cálculos de los resultados, etc. Existen organismos internacionales dedicados a la normalización de los ensayos a realizar sobre el cuero para llegar a determinar su calidad.

http://www.cueronet.com/normas/controles_calidad.htm

2.6. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE CURTICIÓN

La figura 2.3: muestra el flujo del proceso típico del proceso de curtición hasta obtener un cuero en wet blue, este tipo de cuero en azul es el que se obtiene en la fábrica como producto terminado.



El proceso del curtido involucra 3 etapas básicas que se describen a continuación:

Ribera, Curtido, y Acabado.

- **Ribera**, En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad, comprende las operaciones de: Recepción, salado y almacenaje de pieles frescas; Lavado, remojo y pelambre; Descarnado y dividido.
- **Curtido**, Consiste en la estabilización de la estructura de colágeno que compone al cuero, comprende las operaciones de: Desencalado, purga y acidulado; Curtición, escurrido y rebajado.
- **Acabado**, Consiste en la aplicación por pistola o rodillo de anilinas o pigmentos dispersos, comprende las operaciones de: Recurtición, tintura y engrase; acondicionado y acabado.

2.7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RIVERA

El proceso de ribera (denominación que obedece a la gran cantidad de agua con la que se realizan los diferentes trabajos) comprende las operaciones de recepción de piel, salado o curado, remojo, y/o lavado, pelambre, descarnado y dividido. Su objetivo es preparar la piel para el curtido limpiándola y acondicionándola, además de asegurar la humedad requerida para los subsiguientes procesos. Se calcula que alrededor del 50% del consumo de agua de la curtiembre es empleado en este proceso. A continuación se describe las operaciones del proceso de ribera.

2.7.1. Conservación de la piel

Las pieles pueden llegar a la curtiembre sin acondicionamiento alguno, como pieles “frescas”, o como acondicionadas con sal, como “frescas saladas” o “secas saladas”. Las pieles frescas que llegan sin haber sido lavadas, traen consigo estiércol, tierra y suciedad, que constituyen un aporte a la carga de DBO del efluente líquido de la curtiembre y generan un mayor consumo de agua en su lavado. Las pieles saladas, por su parte además aportaran sal común (NaCl) al efluente.

2.7.2. Descarnado

Este es un proceso mediante el cual se eliminan restos de carne y grasa para evitar entre otras consecuencias, el desarrollo de bacterias sobre la piel.

Con ello se elimina el tejido subcutáneo. El proceso consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas. La piel circula en sentido contrario a este último cilindro, el cual esta ajustado de tal forma que presiona la piel, lo suficiente, como para asegurar el corte o eliminar definitivamente solo el tejido subcutáneo (grasa o carne) adherido a ella.

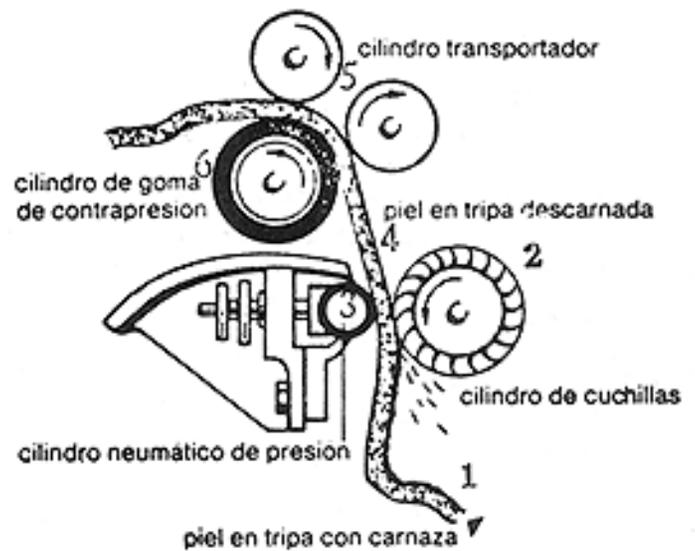


Figura 2.3: Remoción del tejido subcutáneo.
Descarne realizado por una maquina.

2.7.3. Remojo

Este es el primer trabajo de ribera y su objetivo es devolver a la piel su estado de hinchamiento natural y eliminar la suciedad (barro, sangre, estiércol, microorganismos, etc.) así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación.

PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS:

Cuadro 2.1: (Cantidades sobre el peso del cuero verde salado o peso en sangre)

PRODUCTO	CANTIDADES
AGUA	100 – 300 %
BACTERICIDA	0.05-0.10 %
TENSOACTIVO	0.2 - .1.5 %
CARBONATO DE SODIO (Na ₂ CO ₃)	0.10 – 0.30%

Fuente: Revista Couro business – marco/ Julio 2009

❖ **Factores que influyen en el proceso de remojo:**

1. Efecto mecánico
2. Tiempo
3. Temperatura
4. Agua
5. Empleo de auxiliares

▪ **Efecto mecánico**

Al aumentar la acción mecánica aumenta la rapidez de la limpieza y rehumectación sin embargo también aumenta la temperatura (lo que provoca crecimiento bacteriano). Así como abrasión que puede originar rompimiento de las fibras. Por tal motivo lo recomendable es lo siguiente:

- tambor (velocidad 2-4 R. P. PM.)
- Paleto (velocidad 20 R.P.M.)

▪ **Tiempo:** esta relaciona con la temperatura del baño, el grado de conservación (estado conservación), o uso de productos auxiliares y la estructura de las diferentes razas.

○ **Tiempo medio de proceso:**

- Para **pieles verdes:** 30 min a 2 h
- Remojo para **pieles saladas:** 4 a 6 h
- Remojo de **pieles saladas secas:** 12 a 48h

-
- **Temperatura:** temperaturas más elevadas proporcionan tiempos de remojo menores; temperaturas más bajas requieren permanencia de las pieles en remojo por tiempo mayor.
 - Cuanto mayor la temperatura, mayor la limpieza y la velocidad de rehidratación de las pieles.
 - La temperatura no debe pasar 28- 30°C debido al riesgo de contracción de las pieles (proteína colágeno) y también debido al aumento de la actividad bacteriana.

 - **El agua:** el agua utilizada en el remojo debe ser pobre en materia orgánica, y tener número reducido de bacterias y es deseable que presente una dureza relativamente baja.
 - **Volumen del agua:** la relación de agua esta en función de la masa de las pieles, varia en función del tipo de equipamiento y estado de la materia prima a ser remojada.

 - **Empleo de auxiliares:**
 - A. **Bactericidas.-** inhiben el desarrollo bacteriano su uso depende de las condiciones como se encuentren las pieles. Se recomienda ´para todo tipo de pieles. Las cantidades adicionadas son de 0,30%, sobre peso seco, e inferior a 0.15% sobre el peso de pieles saladas.
 - B. **Tensoactivos.-** son emulsionantes, detergentes y nos ayuda a humectar mas rápido las pieles, se recomienda de 0,1 – 0,3% dependiendo que tan secas se encuentren. Entre los más usados son los que tengan como base de polietoxilados.
 - C. **Sales neutras.-** Cloruro de sodio (NaCl) para pieles seca o verdes favorecen la disolución de las proteínas globulares (proteínas de la sangre) la adición de sal (3 – 5% sobre el volumen de baño), favorece a la rehidratación de las pieles. Superiores al 5% sobre el volumen de agua producen un efecto de deshidratación pronunciado en las pieles.

D. Enzimas.- son productos específicos que deben actuar solamente sobre un grupo de sustancias (proteínas solubles, proteínas estructurales y grasas) las enzimas trabajan mejor a pH (8,5 a 10,5) y temperaturas (aprox. 30°C) son empleadas para acelerar o intensificar la acción de remojo, solo son empleados para cueros bien conservados tienen la ventaja de dar cueros mas suaves y con mayor rendimiento.



La importancia del remojo reside en tanto en que agua funciona, en todas las operaciones posteriores, como vehículo llevando los diferentes productos químicos que están en solución que entra en contacto con las fibras, posibilitando de esta manera la ocurrencia de reacciones.

Normalmente este proceso se realiza poniendo la piel en un recipiente cilíndrico llamado “bombo” que gira alrededor de un eje, el cual contiene agua y algunos otros productos auxiliares como tensoactivos, enzimas, biosidas entre otros que ayudan a optimizar el proceso.

Un remojo malo o insuficiente puede ocasionar serios inconvenientes para los procesos siguientes, en la fabricación del cuero, como ser:

- **en el pelambre:** repelo
- **en el curtido:** cueros crudos y duros, cueros con formación de grandes arrugas, cueros con problemas de ruptura de flor.
- **en el tintado:** manchas, flor floja y dureza.

❖ Controles en el proceso de remojo

- ☞ **pH:** remojo en alcalino, el pH del baño debe estar entre 9 – 10,5
- ☞ **Temperatura:** no debe ultrapasar 30°C
- ☞ **Concentración Salina:** medida en grados Baumé (Bé). Al final del remojo debe encontrarse entre 0,5 – 3,0° Bé.
- ☞ **Perdida de pelo:** no debe haber pérdida de pelo al final del proceso de remojo, porque este hecho indica la descomposición de las proteínas de la piel.
- ☞ **Desengrase:** desliza la mano sobre los pelos y verifica la existencia de un líquido grasoso sobre la superficie de las pieles.
- ☞ **Corte con indicador universal de remojo:**

Centro tecnológico de cueros – SENAI/RS **Curso intensivo de tecnología de cueros**

2.7.4. Pelambre o Depilado

Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de depilado o pelambre, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar de la piel la epidermis junto con el pelo, y por otro aflojar las fibras del colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido. El depilado, normalmente se realiza deshaciendo el pelo, lo cual ocasiona mucha contaminación, especialmente sólidos en suspensión.

El pelambre es fuertemente dependiente de la temperatura. El depilado es más drástico conforme se incrementa la temperatura. Sin embargo, a temperaturas superiores a 30° C, la piel puede sufrir daños, especialmente la flor.

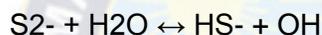
Para completar la operación de pelambre, se debe remover el contenido de sulfuro de las pieles, agregando lechada de cal al 1%, lo que permite la precipitación del sulfuro como sulfuro de calcio (CaS). Dependiendo de la curtiembre, las pieles son lavadas ya sea a fulón o tapa abierta o cerrada. El lavado del pelambre a fulón con tapa abierta es una de las prácticas más cantidad de agua consume.

Pelambre reductor con sulfuro y cal en bombo

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.

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.

El sulfuro sódico al reaccionar con el agua genera las siguientes reacciones:



Al observar las reacciones se podría decir que la presencia reductora de los sulfuros (HS⁻ y OH⁻) genera la ruptura de los puentes de disulfuro de la cistina y la hidrólisis de la queratina.

En muchas ocasiones se suele combinar sulfuro sódico y el sulfhidrato sódico en el baño, porque el sulfhidrato es menos reductor que el sulfuro y además se añade primero el NaHS para llegar a obtener valores de pH =12-13 antes de añadir la cal.

Otro producto empleado en éste tipo de pelambre reductor es el hidróxido cálcico, 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. No obstante, es un producto muy poco soluble y los baños se preparan con un exceso de cal, ya que así la cal disuelta se puede fijar en la piel. Hay que tener cuidado porque el hidróxido cálcico que se encuentra fijado en la piel puede reaccionar con el aire y generar una serie de manchas en la piel, las cuales son difíciles de eliminar.

Normalmente la cal deja la piel un poco vacía, por el mencionado efecto liotrópico que tiene sobre la piel, rompiendo los puentes de hidrógeno, formando enlaces más fuertes y haciendo que las proteínas se vuelvan solubles. En el calero también se produce una hidrólisis de grupos peptídicos (-CO-NH-), forman grupos y hacen que los curtientes reaccionen posteriormente mejor con la piel.

❖ **Objetivos del proceso**

Entre los objetivos del *apelambrado* o *pelambre* podemos destacar los siguientes:

1. Quitar o eliminar de las pieles remojadas la lana o el pelo y la epidermis.
2. Favorecer un hinchamiento de la piel que promueva un aflojamiento de la estructura reticular.
3. Promover la acción química hidrolizante del colágeno que aumenta los puntos de reactividad en la piel, al mismo tiempo que la estructura sufre desmoronamiento en sus enlaces químicos.
4. Conversión de grasas en jabones y alcoholes por saponificación, las cuales, al ser más fácilmente solubles en agua, se facilita su eliminación.
5. Aumentar el espesor de la piel para poder ser descarnada y si es necesario para la definición del artículo final, también poder ser dividida.
6. Extracción y eliminación de las pieles de un grupo de proteínas y otros productos interfibrilares solubles en medio alcalino, o degradables por el efecto de la alcalinidad.



Figura 2.4: Piel apelambrada sin presencia de raíces o pelos

La industria aplica la recirculación parcial, de los baños residuales de pelambre en la que se repone sulfuro, cal y agua, con un previo tratamiento de separación total de barros del licor previo a su rehuso en cada ciclo, separación que se puede efectuar por filtración. El efecto del pelambre sobre la piel puede dividirse en 4 etapas principales:

Cuatro etapas principales

- ☞ Un efecto sobre el pelo y epidermis.

- ☞ Efecto sobre las proteínas interfibrilares.
- ☞ Efecto sobre las grasas naturales de la piel.
- ☞ Efecto de hinchamiento.

<http://ecologiafacil.files.wordpress.com/2012/05/curtido.pdf>

PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS:

Cuadro 2.2: Rango de las variables de la operación de pelambre (%sobre el peso de la piel que ingresa a la operación).

Insumo	Valores en curtiembres de Bolivia	Valores en curtiembres según bibliografía
% Agua para pelambre	100 – 300 (no incluye lavados)	150 – 3,000 (incluye lavados)
% Agua para lavado de pelambre	0 - 800	n.d.
% Sulfuro de sodio (Na ₂ S)	1.0 – 2.5	1.0 – 5.0
% Sulfuro acido de sodio (NaHS)	0.6 – 10	1.0
Sulfuros totales S ⁻² (kg/t piel)	2.7 - 10	3.0 – 6.0
CAL (CaOH) ₂	1.7 – 5.0	3.0 – 6.0
Enzimas	0.08 – 0.20	0.5 – 1.0
% Aminas	0.2 – 0.6	0.2 – 1.0

Fuente: Elaboración del CPTS.

Un **efecto sobre el pelo y epidermis**, con lo cual se hidrolizan las proteínas lentamente rompiéndolas gradualmente en partes más y más pequeñas. Donde la acción de los álcalis sobre la queratina de la epidermis y del pelo consiste en una rotura de la unión disulfuro del aminoácido cistina, formándose u compuestos sulfhídrico y un ácido sulfénico.



Efecto sobre las proteínas interfibrilares (no estructurales), donde la separación de éstas comienza en el remojo y continúa en el pelambre. Si estas proteínas no estructurales se dejan en la piel, mantienen unida la estructura fibrosa, produciendo un cuero duro y quebradizo.

Efecto sobre las grasas naturales de la piel, fisiológicas y triglicéridos, las cuales son necesarias para el mantenimiento de la temperatura de la misma y la lubricación del pelo. Ya que el tratamiento alcalino del pelambre tiene una acción importante sobre estas grasas, que aumenta con el incremento de la alcalinidad y temperatura.

Efecto de hinchamiento, debido a que las pieles se hinchan en medio alcalino. Este hinchamiento de la piel es un efecto físico-químico que se da cuando la piel absorbe agua y algunos de los enlaces químicos se rompen quedando disponibles más grupos reactivos.

Por lo tanto, cuanto más largo sea el pelambre, tanto más reactivas serán las proteínas y mayor apertura de la fibra tendrá lugar, de tal forma que el efecto del apelmbrado influye decisivamente sobre las propiedades finales del cuero.

Los productos químicos usados en esta etapa de pelambre se clasifican como materiales depilantes e hinchantes.

❖ *Productos químicos usados en el pelambre.*

Depilantes

Hinchantes

Depilantes

a) Sulfuro de Sodio Na₂S

Es un producto depilante de efecto fuerte que eleva el pH y aumenta el hinchamiento al usarse de 1.5 - 2.0 %.



Con el uso de este producto la flor es más fina y lisa y generalmente se usa de 0.5 -1.5 %.

c) Aminas

Son productos químicos donde hoy día solamente las aminas alifáticas tienen mayor poder depilatorio, en especial la dimetilamina (NH(CH₃))₂.

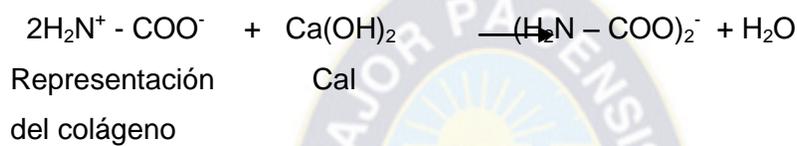
El efecto que éstas tienen en el proceso de pelambre es que aumentan la apertura en la estructura interfibrilar, mejoran el rendimiento en la superficie del cuero y reducen a la

mitad o menos la cantidad de sulfuro empleado. Por lo que se recomiendan como sustituyentes parciales del sulfuro de sodio, donde estos productos tamponan el pH del sistema, reduciendo el efecto de hinchamiento. Siendo el % de uso del 0.5 al 1.5%

Hinchantes

Hidróxido de Calcio $Ca(OH)_2$

La cal sola es muy poco soluble en agua (1.29 g/lit a 20 °C) y por ello proporciona una reserva de alcalinidad, manteniendo el pH alrededor de 12.5. Usándose del 2.5 - 4 %



Enzimas

Son sustancias orgánicas producidas por células vivas, que poseen la habilidad de digerir otra sustancia orgánica específica.

El uso de este tipo de enzimas se basa en la acción selectiva que tienen las enzimas para consumir y/o destruir ciertas proteínas, especialmente la epidermis, además de lograr cierto abrimiento de fibras, permiten la reducción del sulfuro de sodio, y resultan piel en tripa mas lisas.

Las enzimas son altamente selectivas de tal forma que las que se utilizan en la etapa de pelambre son las proteolíticas o proteasas, pero se usan solamente como auxiliares y en pieles que se encuentran en buen estado.

Durante el proceso de pelambre intervienen los siguientes factores que son determinantes y directamente influyen en las características del artículo final que se desea procesar.

❖ Factores que influyen en el proceso

- ★ Cantidad de baño
- ★ Temperatura
- ★ Efecto mecánico
- ★ Tiempo
- ★ Productos químicos
- ★ pH

Cantidad de baño:

Influye sobre la concentración de los productos y puede utilizarse para controlar el grado de hinchamiento. De tal forma que una flota baja con alta concentración de productos químicos provoca un depilado rápido pero un hinchamiento insuficiente.

El % de agua es respecto al peso de la piel. Donde con el 150 % de agua es suficiente para lograr un buen hinchamiento.

Temperatura:

Debe trabajarse con temperatura ambiente (18 - 20 °C). Se sabe que a una temperatura de 30 °C, se depila más rápido que a 15 °C pero el efecto de hinchamiento se reduce porque al aumentar la temperatura se disminuye la solubilidad de la cal.

Efecto mecánico:

Las pieles se hinchan durante el proceso de pelambre y por ello son muy sensibles a la abrasión y flexión, por lo que el efecto mecánico debe ser mínimo. Siendo este en tambor de 2 - 3 vueltas por minuto, y cuando este en reposo durante el encalado girar 5 minutos cada hora.

Tiempo:

A mayor tiempo de encalado, mayor efecto de apelmbrado y mayor número de puntos reactivos para los materiales siguientes. El depilado tarda de 3 a 4 horas pero el abrimiento fibrilar requiere más tiempo, aproximadamente unas 18 horas.

Productos químicos

Estos son depilantes y encalantes siendo importante el orden de adición de los mismos, a fin de obtener un depilado e hinchamiento controlado.

pH:

Este deberá incrementarse lentamente, quedando al final del proceso de pelambre entre 11.5 y 12.5.



Fig. 2.5: De izquierda a derecha pieles del final del proceso de controles sobre las variables en el proceso de pelambre y calero depilación o calero.

Las variables más importantes del pelambre son el tiempo, la temperatura, el pH y la concentración de sulfuro, las cuales, además de la acción mecánica, son críticas para la calidad del cuero e influyen en el grado de destrucción del pelo, en el consumo de reactivos químicos (cal, sulfuro de sodio, aminos, enzimas), de agua y de energía, que en este caso depende del tiempo de rotación del fulón, así como la carga contaminante que se genera. Además, todos estos factores influyen a la calidad del cuero. En el transcurso del proceso y al final del mismo las variables que deben ser sometidas a control son generalmente la evaluación de las pieles apelambradas y el baño residual:

- a. **pH:** (menor que 11 y mayor que 12,5)
- b. **Temperatura:** (24 a 28°C)
- c. **Tiempo**
- d. **Efecto mecánico:** (1 – 4 rpm)
- e. **Color del cuero**
- f. **Volumen del baño:** (30 80%)
- g. **Olor –Densidad:** (en grados Baumé= °Bé) en la solución sin filtrar y posterior filtrado. (depende del proceso o receta)
- h. **Tacto de la piel:** Limpieza de la flor (traslucida)
- i. **Control del depilado:** eficacia del proceso de depilado al remover el pelo y su raíz folicular.
- j. Control de la hinchazón y del grado de turgencia a través de tacto manual.
- k. Grado de atravesamiento de los productos, haciendo un corte transversal (particularmente en pieles gruesas)

2.7.5. Descarnado y recortado

Las pieles depiladas son conducidas a la zona de descarnado, donde se recortan las partes que no son interesantes para curtir, a las cuales se denomina carnazas.

Después, se introducen en la máquina de descarnar donde mediante cuchillas se arrancan de la piel el tejido subcutáneo y adiposo que tenía la piel bruta. Con ello obtenemos un subproducto llamado sebo que normalmente va acompañado de un 80% de agua. La operación concluye con un recortado final que elimina aquellas partes que pueden ocasionar problemas en las operaciones posteriores.

Tesis sobre Estudio experimental de minimización de la contaminación de efluentes de la industria de curtidos aplicando reutilización de baños residuales y tratamientos con procesos de membrana y biológicos Dpto. Ingeniería Química y Nuclear.

2.8. PROCESO DE CURTIDO

El proceso de curtido comprende las operaciones de desencalado, purgado, desengrasado, piquelado y curtido. En estas operaciones, existen variaciones significativas en cuanto a la dosificación de insumos y de reactivos químicos, que dependen del tipo de piel a procesar, del producto requerido y del método empleado. A continuación, se describe las operaciones más comunes del proceso de curtido, así como la magnitud de cada rango en las variables más importantes para cada una de dichas operaciones.

2.8.1. Desencalado

El desencalado sirve para la eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares o almacenada mecánicamente) lo cual se logra por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio) o de sales ácidas (bisulfito de sodio), para el deshinchamiento de las pieles y conseguir la reducción del pH, que será útil en el siguiente proceso.

Esta eliminación se produce debido a que los agentes químicos de desencalado producen sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno.

Objetivos:

- Remover la cal libre y ligada a la proteína
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar el pH de la piel para el proceso de purga. Reducir la alcalinidad

Proceso de desencalado

El principal objeto de un agente desencalante es reducir la elevada alcalinidad de la piel a un pH óptimo para la actividad proteolítica de la enzima empleada en el rendido. Además algunos desencalantes tienen un efecto específico en la estructura de la piel en adición a su acción química sobre la cal.

La cal se encuentra en la piel en tripa en diversas formas:

- a) Combinada por enlace salino con los grupos carboxilos del colágeno.
- b) Disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares.
- c) Depositada sobre las fibras
- d) En forma de jabones de calcio formadas por saponificación de las grasas en el apelmado.

Las últimas tres formas son más fáciles de eliminar que la primera. Cuando se controla con fenolftaleína un corte de la piel desencalada, la ausencia de color no significa ausencia de cal. El cambio de color solo representa un cambio en el pH dentro del rango del indicador específico usado. El cambio desde rosado e incoloro ocurre aproximadamente a pH 8,5 y representa la neutralización de toda la cal libre y parte combinada, dependiendo por supuesto del sistema desencalante empleado; en términos generales puede decirse que durante el proceso de desencalado normal la piel no se desencala a fondo en el sentido estricto de la palabra.

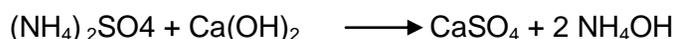
Agentes desencalantes

A. Desencalado con sales de amonio

La cal tiene buena solubilidad en sulfato o cloruro de amonio. En presencia de hidróxido de calcio y sales de amonio el pH de la solución se encuentra de 7 a 8, con buena solubilidad de la cal.

La cal es gradualmente eliminada desde la piel por difusión, manteniéndose el hinchamiento de la misma a un mínimo durante el proceso desencalado.

El desencalado con cloruro de amonio se da según la siguiente reacción:



Según la cuál se sustituye el hidróxido de calcio por el hidróxido de amonio; que con el exceso de las sales de amonio del baño, forma una solución tampón de alcalinidad inferior al del amoniaco. El sulfato de calcio formado en el desencalado con sulfato de amonio puede provocar un aflojamiento de la estructura de la piel a causa de su poder liotrópico sobre el colágeno.

El cloruro o sulfato de amonio, sólo pueden combinarse con la cal disuelta entre fibras; pero no pueden desplazar el calcio de sus combinaciones con colágeno.

B. Desencalado con Metabisulfito de sodio:

Es de uso universal, tiene fuerte acción desencalante, forma compuestos solubles con el calcio, tiene bajo costo, tiene acción amortiguadora, tiene un fuerte olor característico.

Para la eliminación de la cal y productos alcalinos del interior de la piel se usan agentes desencalantes de carácter ácido, que neutralizan el álcali presente formando sales solubles que son eliminadas al drenar el baño de desencalado.

Los productos empleados para el desencalado de las pieles eliminan la cal que está superficial, disuelta y entre las fibras, sin embargo la cal que se encuentra ligada químicamente al colágeno no se logra extraer, ya que para desplazar a los iones calcio se requiere de ácidos que tengan una constante de disociación superior a los grupos carboxílicos del colágeno, pero el uso de ese tipo de ácidos en el proceso de desencalado no es recomendable debido al fuerte efecto hinchante que provocan.

En el proceso de desencalado, aunque se desea eliminar la cal y productos alcalinos empleados en el pelambre, está restringido el uso de ácidos minerales, como es el caso del ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico, ya que al ser ácidos inorgánicos fuertes

ciertamente disuelven la cal que se encuentra ligada químicamente al colágeno, pero su uso provocaría un efecto de hinchamiento irreversible en el cuero.



En el proceso de desencalado, parte de la cal se elimina con un lavado con agua y luego mediante el uso de ácidos orgánicos débiles (fórmico o acético), o mediante el uso de sales amoniacales como el sulfato de amonio y cloruro de amonio, así como el bisulfito de sodio que es una sal ácida, además de otros productos a base de una combinación de los anteriores, que son desencalantes de marca.

Durante el proceso de desencalado los agentes químicos desencalantes dan sales ácidas solubles en agua de fácil eliminación sin producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno.

Promueven la neutralización proporcionando el desentumecimiento de las pieles en tripa. Los procesos de desencalado se basan en la solubilización del hidróxido de calcio absorbido por la piel, transformándolo en sales solubles de calcio mediante la adición de productos químicos.

Cuadro 2 3: Rango de valores de los parámetros del desencalado y purgado (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación).

Insumo	Valores en curtiembres de Bolivia	Valores en curtiembres según bibliografía
% Agua	50 -200	200
% Sulfato de amonio	1 - 2	2 – 3
% Bisulfito de sodio	0.1 – 1.0	n.d.
% Enzimas (de la solución de purga)	0.04 – 0.6	n.d.
% Ácidos orgánicos débiles	1 - 2	n.d.

Fuente: Elaboración del CPTS.

Factores que intervienen en el desencalado

- Acción mecánica
- Temperatura
- Volumen del baño
- Tiempo

-
- Tipo de piel (espesor de la piel)
 - Productos utilizados (características /impacto ambiental).

Defectos o fallas del proceso de desencalado

1. Manchas de cal

Causas: utilización de aguas con elevada dureza de Bicarbonatos y/o anhídrido carbónico.

2. Poco efecto de desencalado

Se producen cueros duros con poca capacidad de difundir los productos químicos en los siguientes procesos, en particular los productos del curtido.

3. Flor desnaturalizada

La acción del agua caliente, adición de grandes cantidades de ácidos y altas revoluciones de los reactores, generando altas temperaturas de fricción.

Se obtienen así, flores quebradizas, con baja resistencia al desgarro y manchadas.

4. Formación de altas concentraciones de Gas Sulfhídrico

La formación de estos gases peligrosos (mortales) se promueve desde procesos con baño corto, casi en seco, grandes pesos de carga y esto a $\text{pH} < 8$. Podemos minimizar este riesgo, desencalando en sistemas de fulones o reactores cerrados, y buenas ventilaciones en alrededores del fulón. También podemos previo al desencalado realizar un lavado oxidativo con sales de manganeso para oxidar el sulfuro residual, o simplemente desarrollar procesos de pelambre libres de sulfuro.

5. Pieles en tripa no limpias, y flor áspera

Se genera por altibajos (cortos) del pH a valores menores de 5 , y formación de yeso a muy altas concentraciones de sulfatos.

2.8.2. Controles del proceso de desencalado

- **pH del licor de baño de la piel**
- **Indicador de fenolftaleína:** Cortes de prueba en diferentes partes de la piel con fenolftaleína (al 0,1 % en alcohol etílico 50%). En el descenso de la coloración roja se reconoce el avance del desencalado. Si el desencalado es total, el corte de la

piel en tripa permanece incoloro. Una coloración en rojo indica la presencia de zonas aún no desencaladas.

- **Indicador de calcio** (más preciso que el indicador de fenoltaleína), Cortes de prueba de la piel produce una coloración en amarillo que indica ausencia de calcio. <http://www.cueronet.com/flujiograma/pelambre.htm>

2.8.3 Purga enzimática

Este proceso, conocido también como el proceso de purga, tiene por objetivo lograr, por medio de una enzima proteolítica, un aflojamiento y una ligera peptización de la fibra del colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repelo (raíz de pelo anclada aún en folículo piloso) y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas. Cuánto más suelto, caído y suave deba ser el cuero, más intenso deberá ser la intensidad de rendido.

El Proceso de purga se efectúa en el mismo bombo del desencalado sin escurrir este baño y añadiendo productos enzimáticos. Los dos tipos principales de productos para rendido (rindentes) son las enzimas pancreáticas y productos a base de proteasas de bacterias y hongos.

Los productos para el rendido más utilizados son las enzima pancreáticas, cuyo componente principal es la tripsina, absorbidos en aserrín y sales amoniacaes para tamponar la solución (pH 8 - 9) dependiendo del producto utilizado en el rendido. .

La otra posibilidad es la utilización de productos de origen biológico. La operación de rendido puede hacerse en el mismo baño de desencalado, al finalizar este y por adición del producto de rendido la temperatura debe ser de 35°C. Al finalizar la operación debe lavarse con agua fría, para cortar el efecto del rendido y llevar las pieles a la temperatura de Pickle.

Tipos de purgas

- ☞ Purgas pancreáticas
- ☞ Purgas bacterianas
- ☞ Purgas de hongos
- ☞ Purgas a base de lipasas

Factores que intervienen en el proceso de purga

- **Temperatura:** entre 35 – 38°C
- **pH:** existe un valor de pH a la cual la actividad enzimática es máximo
- **contracción:** o valor enzimático numero de enzimas presentes en 1g de purga
- **Tiempo:** 40 – 60 min
- **Efecto mecánico:** 6 – 8 rpm
- **Volumen del baño:** 50 – 100%

Defectos del proceso de purga y sus efectos generados en artículo final.

1. Purga (ó rendimiento) insuficiente de las pieles en tripa.

Causas:

- Escaso tiempo de purgado
- Poca concentración o actividad de la enzima.
- Valores de pH que están fuera del rango de optimización para la acción específica de la encima
- Muy baja temperatura en el purgado
- Insuficiencias de los procesos anteriores de remojo, pelambre y desencalado

Efectos:

- Escasa eliminación de raíces de pelo y epidermis.
- Dureza y aspereza de la piel y flor respectivamente.
- Soltura de flor (cuando la capa de flor fue suficientemente purgada , pero no ha sido así en las zonas interiores) escasa difusión
- Penetración de los curtientes y formaciones de manchas.

2. Purga (o rendimiento) en exceso de las pieles en tripa.

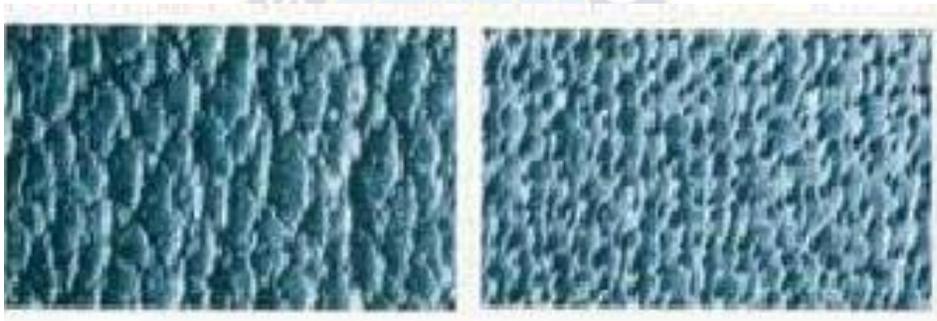
Causas:

- Altas temperaturas del purgado

-
- Alta concentración de enzimas.
 - Excesiva duración del proceso de purga
 - Excesivo almacenamiento de las pieles conservadas en bruto.

Efectos:

- Intenso aflojamiento de la textura fibrosa
- Excesiva elasticidad -esponjosidad del cuero.
- Soltura de flor -reducción de la resistencia y plenitud del cuero
- Posible mal aspecto (flor quebradiza).
- Flor mate, muerta y hasta herida con motas o manchas, difíciles de diferenciar de los daños generados en el remojo, putrefacción o pelambre.



- **Fig. 2.6:** Efectos enzimáticos sobre los poros de las pieles producidos por diferentes enzimas en el rendido

Controles del proceso de purga

- **Impresión digital:** Al probar haciendo presión con el pulgar sobre la superficie de la flor de la piel, debe quedar la impresión de la huella dactilar durante un cierto tiempo característico para cada piel y tipo de proceso.
- **Teste da lisura:** hace correr las manos sobre piel flor. la piel debe deslizarse cuando la purga es SATISFACTORIA
- Prueba de tacto resbaladizo proporcional al grado de avance del proceso.

- Al raspar con el filo de la uña del pulgar, los restos de repelo o raíz deben extraerse con facilidad si la piel en tripa ha sido bien purgada.
- Controles de pH, puesto que cada producto (tipo de purga) posee diferentes rangos o ámbitos de pH, óptimos para ejercer su eficaz acción.
- Es muy importante medir en esta etapa la temperatura. Las temperaturas deben ser $< 37^{\circ} \text{C}$. A esa temperatura la piel se vuelve particularmente sensible al calor.

2.8.4. Desengrasado

El desengrasado tiene como objetivo remover las grasas remanentes de la piel, debido a que estas reaccionan con el cromo para formar jabones insolubles, indeseables en el curtido. Se aplica sobre todo a aquellas pieles con alto contenido de grasas (p.e., pieles de ganado ovino y porcino, y para el caso de ganado vacuno muy gordo). El desengrasado puede aplicarse entre diferentes operaciones de la producción del cuero. Los reactivos químicos más usados son solventes orgánicos (éter de petróleo, kerosén o percloroetileno) o en combinación con surfactantes no iónicos y/o enzimas. En Bolivia, generalmente se emplea surfactantes.

Distribución de las grasas en la piel. La distribución de las grasas no es regular, no es perfectamente simétrica ni de iguales contenidos.

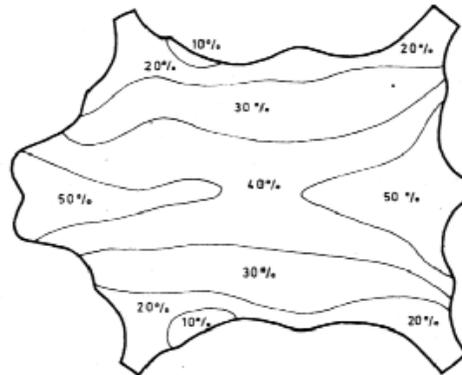


Fig. 2. Esquema de la distribución de la grasa en el área de la piel

Fuente: Química Técnica de Teneria. Adzet Adzet. Igualada 1985. pag 208.

<http://www.aaqtic.org.ar/graficos/hinchamiento/06-001.htm>

Problemas de calidad por insuficiente desengrase.

Eflorescencia grasa:

Muy comúnmente en cueros curtidos al cromo, se presenta una cubierta blanca de finas líneas, cristalinas o un velo ligero. A veces se trata de manchas extendidas en toda la superficie del cuero y a veces se trata sólo de manchas parciales.

La aparición de estas manchas se ve favorecida por:

- cambios de temperatura
- la alta humedad del aire
- cueros no neutralizados a fondo
- por acción de la enzimas bacterianas o fúngicas.

Una forma interesante de diferenciarlas de las manchas De las erupciones de sales arrojando la llama de un encendedor por debajo del lado flor, la grasa se derrite y esa cubierta blanquecina desaparece.

Causas:

Generalmente entre las causas de estas eflorescencias se encuentra la presencia en la piel mal desengrasada de ácidos palmítico o esteárico. Estos ácidos promovidos por la variación de humedad y temperatura, cristalizan en la superficie de la flor.

Eventualmente este defecto puede atenuarse junto con un Buen desengrase, cuando ya se presentó una afloración de grasa, se puede realizar una frotación con trapos o felpas con disolventes de grasas, bencinas o derivados de petróleo. También algunos autores promueven friccionar con aceites minerales o una parafina clorada, logrando disminuir la formación de la afloración grasa. No obstante ello, no se puede afirmar que no vuelva a re-aparecer la mancha.

<http://www.cuero.net.com/flujoograma/piquelado.htm#PURGA>

Lavado después del proceso de purga

- Reducir la actividad enzimática
- Lavar , eliminar la cal solubilizada en el baño durante el descalado
- Lavar las pieles, removiendo las proteínas degradadas de estructura preparándolo para el piquel

2.8.5. Piquelado

El piquelado es un proceso salino y ácido que se realiza en pieles descalcadas y purgadas, preparándolo para el curtido

Objetivo

El piquelado tiene como objetivo llevar las pieles al pH requerido para el curtido (pH final entre 2.8 y 3.5) y, al mismo tiempo, detener cualquier tendencia al hinchamiento ácido. Normalmente, se emplea cloruro de sodio y ácido sulfúrico y/o ácido fórmico. Rara vez se usa ácido clorhídrico; el ácido acético y glicólico se usan en peletería.

PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS:

Cuadro 2.4: Rango de valores de los parámetros de piquelado (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores en curtiembres de Bolivia	Valores en curtiembres según bibliografía
% Agua	40. – 100	40 – 60
% Sal (NaCl)	5 - 8	5 - 6
% Acido fórmico/Acido Acético/Acido sulfúrico (se emplean solos o en combinación)	1.0 – 2.0	0.5 – 3.0
% Fungicida	0.05 – 0.35	0.2
pH	2.5 -3.5	2.8 – 3.0

Fuente: Elaboración del CPTS.

Factores que interviene en el proceso de piquelado

- Rotación
- Volumen del baño 30 – 60%
- Tiempo
- pH del proceso anterior
- cantidad y tipo de ácido usado
- temperatura del baño
- espesura de la piel/ tipo de piel
- concentración de la sal 6-8 °Bé.

Proceso de piquelado se refiere al tratamiento de la piel en tripa, precedente de las operaciones de desencalado y rendido, con ácido para llevar a la misma al valor de pH deseado ya sea para la curtición o conservación, evitándose el hinchamiento ácido mediante el agregado de una sal neutra (cloruro de sodio).

Al final del proceso de piquelado la piel presenta una estructura fibrosa purificada que se encuentra en las condiciones físicas y químicas para ser curtida. Durante el piquelado además se completa el desencalado y se interrumpe en forma definitiva el efecto enzimático del rendido.

Como fase preparatoria a la curtición mineral el piquelado es de gran importancia, ya que la piel en tripa sin piquelar se introduce en un baño de curtición, el curtiente mineral adquiere una basicidad y en estas condiciones reacciona rápidamente con la proteína produciéndose una sobrecurtición en las capas externas de la piel que altera la difusión del curtiente.

Este inconveniente se evita si antes de la curtición mineral la piel combina ácidos saturando los grupos carboxílicos de modo que no pueda restar ácido de los baños curtiente y además la saturación de los grupos activos responsables de la reacción de curtición.

En la práctica industrial el piquelado se realiza con diferentes métodos, siendo el más empleado el que utiliza ácido sulfúrico,, ácidos orgánicos como son el ácido fórmico y cloruro de sodio .

El ácido sulfúrico: Es un ácido fuerte y es el más empleado en la operación de piquel. De poca llenura y poco efecto enmascarante.

Ácido fórmico: Este es un ácido de buena penetración en la estructura del colágeno. Al tener el grupo aldehído, tiene una acción precurtiente. Este es un ácido enmascarante de sales de cromo, y su tendencia es ablandar el cuero.

Su utilización ideal en esta operación es emplearlo conjuntamente con el ácido sulfúrico, aunque el efecto será distinto según el orden en que se añadan los ácidos.

Si se añade inicialmente el ácido fórmico y posteriormente el ácido sulfúrico, disminuirá el efecto de enmascaramiento del ácido fórmico, aunque la rapidez de penetración del ácido será elevada.

Si el orden de adición de los ácidos es inverso, la rapidez de penetración disminuye notablemente, siendo más difícil la penetración total. Pero se obtendrá mejor finura de flor, ideal para cueros plena flor, y aumentará el efecto enmascarante del ácido fórmico.

La química del piquelado trata principalmente con la reacción entre las fibras colagénicas y el ácido, de modo que ha continuación se describirá la interacción piel ácido y se estudiará en el sistema colágeno-ácido-sal común.

Química del proceso de piquelado

El colágeno contiene grupos activos cargados negativa o positivamente, los cuales derivan de los aminoácidos diamínicos y dicarboxílicos de la proteína. El colágeno es una estructura iónica anfótera que puede comportarse según sea el pH de la solución, con carga positiva o negativa, Cuando el pH coincide con el valor del pH del punto isoeléctrico éstas están balanceadas electrostáticamente y la carga neta de la proteína es cero. Este balance puede ser alterado por algún mecanismo el cual pueda suprimir la carga positiva o la negativa. La interacción del colágeno con soluciones de ácidos altera el equilibrio de cargas, modificándose la reactividad de la proteína.

Los iones H^+ se unen a las cargas de los grupos $-COO^-$, los cuales son descargados y pasan a la forma de $-COOH$. Al descargarse completamente los grupos negativos, los positivos quedan libres para reaccionar.

La acidificación de la piel en tripa en el piquelado no se debe a un simple fenómeno de absorción, sino a una reacción química en la que el colágeno se comporta frente a los ácidos como una base que se combina con estos.

La cantidad de ácido incorporado a la piel depende principalmente del pH del baño, cuanto más bajo el pH tanto más ácido se combina, hasta llegar al grado de saturación de los grupos básicos, lo que tiene lugar cuando ha reaccionado un miliequivalente de ácido por gramo de proteína. Cuando se ha alcanzado el punto de saturación de la piel todo exceso del ácido queda remanente en el baño del piquelado.

La distribución del ácido en el corte transversal de la piel se modifica con el tiempo: al comenzar el piquelado las capas externas son más ácidas; pero luego la acidez se distribuye en todo el corte.

Dependiendo la penetración del ácido de su naturaleza y concentración.

a) Acción de la sal

La misión de la sal neutra en el baño de piquelado es impedir el hinchamiento ácido del colágeno. Este efecto puede ser explicado por medio del equilibrio Donnan. Las reacciones entre proteínas insolubles y ácidos en solución acuosa, existen las condiciones para poder aplicar el equilibrio Donnan, como por ejemplo en el colágeno, en la estructura fibrosa hay presentes iones que no difunden (los grupos proteína $-NH_3$) y otros que si lo hacen (iones del ácido).

La presencia de los iones que no pueden difundir conduce a una distribución desigual de aquellos que difunde, entre la fase interna (líquido contenido en la estructura fibrosa) y la fase externa. Resultando una mayor concentración iónica en la primera. El sistema tiende a igualar la concentración de los iones en ambas fases, lo que origina un flujo de agua hacia la estructura colagénica, produciéndose un hinchamiento de la misma.

Al agregar, por ejemplo cloruro de sodio, los iones incorporados con la sal reduce la diferencia de concentración entre las dos fases, disminuyendo en consecuencia el hinchamiento. Es importante no provocar hinchamientos excesivos como así también cambios bruscos en el valor de pH, lo que produce hinchamientos diferenciales que afectan la estructura fibrosa.

b) Ácidos Hinchantes

Es un aspecto interesante de la química del piquelado son los sistemas donde se emplean ácidos cuyos aniones se fijan parcial o totalmente a la proteína. En la combinación de un ácido fuerte con el colágeno, el anión no posee una marcada afinidad por la proteína cargada positivamente: los aniones del ácido están compensados electrostáticamente con los grupos positivos del colágeno. Ciertos ácidos sulfónicos aromáticos presentan afinidad por la sustancia piel fijándose irreversiblemente esta condición evita un hinchamiento ácido de la estructura, no siendo necesario el empleo de sal común en el piquelado. A estos ácidos se les conoce como “ácidos no hinchantes”, comportamiento que depende de la constitución del ácido y de su concentración.

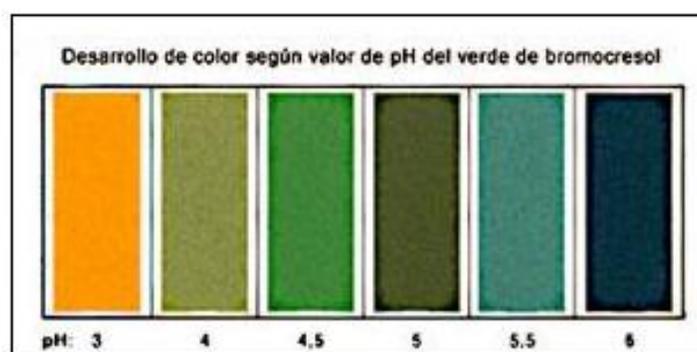
Factores que afectan el piquel:

- a) **Grado de descalcado:** Si el descalcado ha sido muy intenso, el piquelado será más fácil y lógicamente de menor duración.
Si en el descalcado no se hubiera eliminado totalmente el hinchamiento alcalino, al añadir la sal no podría penetrar hacia el interior de la piel.
- b) **Grosor de la piel:** Cuanto mayor sea el grosor de la piel, la penetración de los ácidos será más difícil y por lo tanto el tiempo de piquelado será mas largo.
De alguna forma se puede graduar la duración de esta operación con el efecto mecánico y el tipo de ácido a usar.
- c) **Tipo de sal y cantidad:** El tipo de sal a emplear es de acuerdo al tipo de piel a obtener debido a las características que da la sal empleada.
La cantidad de sal es del orden del 10%, siempre cuando se registre una concentración de 6 – 8 °Bé en el baño.
- d) **Tipo de ácido y cantidad:** La cantidad a emplear es de 1 - 2%.
Los ácidos mas empleados son el sulfúrico y el fórmico.
Se aconseja que la dilución del ácido en el agua se haga con anticipación y se añada a temperatura ambiente.
- e) **Temperatura:** Se recomienda trabajar a baños de 20 -25 °C. Si aumenta la temperatura, el ácido provoca una hidrólisis de la piel con lo cual una pérdida de sustancia piel.
- f) **Tiempo:** Este va de acuerdo al grosor de la piel y el tipo de ácido empleado.
Pero normalmente el tiempo es de 1- 2 horas.
- g) **Efecto mecánico:** En un tambor de 3x3 las revoluciones son de 8 a 10 rpm.

2.8.6. Controles en el proceso de piquelado

1. **pH del baño:** Este es en el rango de 2.5 -3.1
2. **pH de la piel:** Observar el grado de penetración del ácido usado para piquelar. Corte con verde de bromocresol, atravesado color amarillo.
3. **Medición de la Temperatura del baño de piquelado:** Esta debe ser de 22 -25 °C
4. **Ácidos y sales:** Checar siempre la pureza de estos para no tener problemas de proceso, lo cual trae como consecuencia mas tiempos de rodado, mas gasto de productos químicos.
5. **Graduación:** Esto se refiere a la densidad de los grados Baumé (Bé). La medida de la concentración de la sal del baño, previo al agregado del ácido. después de haber rodado el baño con la sal 10 min. La densidad debe ser de 6 a 8 Bé.
6. **Aspecto y tacto de la piel:** La piel piquelada presenta un hinchamiento menor que la piel en tripa desencalada, un tacto como si estuviera curtida y un color blanco impecable.

<http://es.scribd.com/doc/37240126/6-Piquel>



Escala fotométrica de verde de bromocresol aplicado sobre un corte transversal de piel piquelada (amarilla) o en vías de piquelarse (verde Amarillento a más oscuros cuando falta aún más rotación o dosificar más ácido.



Daño a la flor por ácido.

DEFECTOS POR MAL PIQUEL

1. **Cuando el baño es demasiado ácido** y no se nota esta irregularidad puede causar los siguientes defectos:
 - a) **Cuero muy mal curtido.**- Presentara un alto encogimiento al someterlo a la prueba de agua hirviendo.
 - b) **Putrefacción acida.**- Cuando quedan residuos de ácidos en el cuero, estos queman las fibras y la piel empieza a perder mucha resistencia.
2. **Cuando el baño de piquel es poco ácido.**- habrá una alta fijación de curtientes en la flor, las pieles tardaran mas tiempo para curtirse y el cuero puede quedar con la flor muy frágil.
3. **Cuando la sal no tiene la concentración adecuada.**- El cuero se hinchara y se llevara mucho tiempo la operación de piquel, el cromo se fijara muy irregularmente, aparte de que dará problemas para lograr la penetración de los curtientes.

Tipo de ácido y cantidad

Los ácidos orgánicos monovalentes atraviesan más rápido porque se fijan menos que el sulfúrico, dando un corte más uniforme y una flor más fina.

Fuente: Química - Técnica de Tenería. Igualada 1985. Pag. 200. Efecto de la sal sobre el hinchamiento.

Se muestra el efecto de varios sistemas ácido – sal sobre el hinchamiento durante el piquelado.

Para una concentración dada de ácido hay una definida reducción en el hinchamiento causada por el agregado de la sal.

Fuente: The Chemistry of Leather Manufacture. McLaughlin. 1945. pag 267

2.8.7. Curtición al cromo

Hay diferentes tipos de curticiones:

- **Curtición mineral.** Se utilizan principalmente sales de cromo en forma de sulfatos, el cromo se adiciona como sulfato básico de cromo III. $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$, sal que no es pura sino que va acompañada de Na_2SO_4 la sal de cromo comercial tiene una riqueza del 25% en Cr_2O_3 .
- **Curtición vegetal.** Taninos naturales pirogálicos y pirocatequínicos, ácidos orgánicos.
- **Curtición sintética.** Aldehídos, fenoles y polifenoles condensados.

Graves, R.(1987) afirma que los efectos del curtido con cromo se descubrieron en el año de 1958. En este tiempo el curtido con vegetales fue lento pero el curtido con cromo fue un curtido rápido en este tiempo actualmente el cromo solo o taninos vegetales o taninos sintéticos es muy importante en el curtido de cueros y pieles.

[http://www.org.mtas.es/Insht/EncOI/88.\(2005\)](http://www.org.mtas.es/Insht/EncOI/88.(2005)) señala que la curtición al cromo es la estabilización del cromo curtiente base. En la curtición al cromo se forman en la piel numerosos enlaces transversales fuertes que unen a los grupos carboxílicos ionizados. Para este propósito se utilizan los sulfatos de cromo básicos. En la actualidad la curtición al cromo es la técnica mas utilizada en las presentaciones a precio razonable, adicionándose del orden del 8% sobre el peso de la piel de sal de cromo. Sin embargo, una parte importante de la contaminación producida en las aguas residuales de tenería procede de esta etapa, debido al cromo no fijado a la piel que supone alrededor de un 15% del cromo añadido al baño de curtición.

El proceso de curtición puede describirse tanto como un fenómeno químico (reacción entre los diversos componentes), como físico (difusión de los mismos hacia el interior de la piel). El colágeno contiene diversos grupos funcionales siendo los principales los grupos hidroxilo, amino, carboxilo y amídicos, que se encuentran en las cadenas transversales y principales. La gran estabilidad térmica que proporciona la curtición al cromo a la estructura del colágeno es debido a la formación de enlaces por coordinación

- c) Debe tener una estabilidad química tal, que los cueros no sufran deterioro bajo condiciones de uso o almacenamiento.
- d) Debe retener las propiedades físicas de la estructura fibrosa de la piel natural.



Figura 6.7 Proceso de curtido

Concentración de NaCl en el licor: Según la literatura, la presencia de sal (NaCl) en las soluciones curtientes es muy necesaria debido a que durante el proceso de curtición, la misma penetra a través de las fibras de la piel disolviendo las proteínas y depositando simultáneamente una solución de proteínas y NaCl, que por su poder absorbente del agua, produce el hinchamiento de la piel favoreciendo la penetración de los iones

metálicos. Según la misma fuente, los contenidos de sal en la solución curtiente no deben sobrepasar el 10 %, por lo que se tomó el mismo como nivel superior. Como nivel inferior dentro del diseño se escogió un 5 % de NaCl en el licor curtiente.

pH del licor curtiente: El pH juega un papel bastante complejo durante el proceso de curtición. Se sabe que las pieles tienen un intervalo máximo de absorción de los elementos curtientes que oscila entre 2 y 4 unidades de pH, y que al ser tratadas, producen un ligero aumento en la basicidad de las sales de cromo y aluminio, facilitando su penetración. El incremento del pH del licor puede provocar la precipitación de los hidróxidos más allá de las 2,8 unidades, es por ello que se elige 2,5 unidades de pH como nivel superior.

Masa de piel por volumen de licor: La literatura reporta que una piel se considera completamente curtida si se garantiza que la misma tenga impregnada una concentración mínima de 1 % de Cr₂O₃.

El incremento del volumen de licor aumenta la masa total de iones que están en contacto con la piel, y favorece la penetración de los iones por difusión; sin embargo, esto provoca al mismo tiempo que se necesite una mayor capacidad de los recipientes donde se verifica el proceso de curtición.

Tiempo de curtición: La literatura refiere, que los tiempos de curtición con extractos vegetales son lentos, y toman varias semanas en verificarse. Sin embargo, el curtido mineral se logra a tiempos menores.

Química De Las Sales De Cromo

Una característica destacada del átomo de cromo trivalente es su gran tendencia a la formación de complejos. Éste se asocia con seis moléculas o grupos iónicos dadores de pares electrónicos, tales como las moléculas de agua u otros.

Entre los complejos formados se conocen especies catiónicas, aniónicas y neutras. A continuación se explican algunos términos relacionados con las características fisicoquímicas de estos complejos.

-
- **Basicidad:** la basicidad de un complejo de cromo puede definirse como el porcentaje del total de valencias primarias del átomo de cromo que están ocupadas por grupos hidroxilos.

Cuando el átomo de cromo no tiene ningún grupo básico se dice que su basicidad es nula. Si existe un grupo hidroxilo por cada átomo de cromo su basicidad será 33,33%. Si cada átomo de cromo tiene dos grupos hidroxilos su basicidad será del 66,66%. Y si existen tres grupos hidroxilos por cada átomo de cromo diremos que su basicidad es del 100% lo que corresponde al hidróxido de cromo.

La basicidad es muy importante, ya que sales de cromo con baja basicidad llevan a la obtención de cueros con flor lisa y poros vacíos. Por otro lado, una basicidad elevada lleva a una flor áspera. Un aumento de la basicidad aumenta el poder curtiente de las sales de cromo y disminuye su penetración en la piel. El aumento de la basicidad ocurre cuando se eleva el pH, como consecuencia se produce una sobrecurtición en las capas más externas de las pieles, lo que dificulta la difusión del agente curtiente hacia las capas más internas.

Adicionalmente, a basicidades elevadas los fenómenos de olificación forman agregados mayores que disminuyen su solubilidad y con el tiempo llegan a precipitar.

- **Hidrólisis:** las sales de cromo trivalente disueltas en agua presentan hidrólisis ácida, la cual consiste en la incorporación de un grupo hidroxilo al complejo de la sal de cromo, esto se puede apreciar en la siguiente reacción:



Las reacciones de hidrólisis van acompañadas de reacciones secundarias que las complican extraordinariamente. Los principales factores que afectan la hidrólisis son: la concentración de la sal de cromo, la temperatura y el tiempo.

- **Olificación:** las soluciones de sales básicas de cromo van evolucionando con el tiempo y se forman agregados moleculares en los cuales pueden existir dos, tres o más átomos de cromo. Las reacciones en las cuales las moléculas básicas de cromo se condensan entre sí para formar agregados moleculares reciben el nombre de olificación, en ellas el grupo hidroxilo que se encuentra unido a un átomo de cromo por una valencia

primaria y un enlace coordinado se une a otro átomo de cromo. Realmente las reacciones de olificación consisten en la formación de agregados moleculares de mayor tamaño.

El cromo y su problemática.

El cromo puede presentarse en los estados de oxidación de II a VI, el estado VI (cromatos y bicromatos) es fuertemente oxidante y el más tóxico. Los dos estados de oxidación más frecuentes en el ambiente, Cr (VI) y Cr (III), son fácilmente interconvertibles, dependiendo la dirección de esta conversión fundamentalmente del pH del medio, de la presencia de condiciones aerobias o anaerobias y de la temperatura.

Más de la mitad de la producción total de cromo se destina a productos metálicos y una tercera parte es empleada en refractantes. El cromo también se emplea para la elaboración de pigmentos, los cuales se utilizan en la industria curtiembre (Chin Pao, 1975).

El cromo es un metal altamente peligroso, el cual tiene efectos nocivos sobre la salud y el ecosistema. En los seres humanos puede producir fibrosis pulmonar y fibrosis hepática, debido a que este metal se acumula en las células; también produce problemas en la piel y daños irreparables en la sensibilidad por atrofia del sistema periférico, son también cancerígenos de pulmón, cavidad nasal y seno paranasal, entre otros (Gil y col., 1999).

Al respecto, la EPA dice que: *"normalmente el cromo se deposita en la piel, pulmones, músculos y grasas pero en cantidades superiores o por largo tiempo, se acumula en el hígado, bazo, espina dorsal, cabello, uñas y placenta. Es decir la presencia de cromo puede provocar cáncer por infección de la sangre"* (EPA, 1995).

Por otro lado, la contaminación del agua superficial y de los sedimentos con cromo no suele repercutir de forma peligrosa en los niveles de cromo en el agua subterránea, debido a la retención del mismo por las partículas del suelo durante el proceso de infiltración. No obstante, en ocasiones se ha observado contaminación en aguas subterráneas con cromo (VI), causando problemas en el abastecimiento de agua potable. El cromo utilizado en las curtiembres dentro de ciertos límites, es dudoso que sea nocivo para el ambiente, el principal problema reside en la posibilidad de transformación del cromo trivalente a hexavalente.

El nivel exacto de cromo que puede ser consumido por humanos sin producir efectos adversos no es aún conocido, sin embargo, un límite de concentración en aguas naturales

para el consumo humano de 0,05 mg/l ha sido adoptado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) como máximo permisible (OPS, 1990). Para el caso particular de la Tenería “El Puma C.A.”, en los reglamentos venezolanos existen una serie de normas denominadas “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5305”; las cuales limitan la concentración de cromo en los vertidos a 2 mg/l (Gaceta Oficial, 1999). Anualmente grandes cantidades de cromo se utilizan en las industrias manufactureras de vidrio, cerámica, fotografía, pigmentos inorgánicos, colorantes y curtido de cuero; generando miles de toneladas de desechos sólidos, potencialmente tóxicos, debido a su alto contenido en cromo.

CURTIMIENTO CON SALES DE CROMO

- Proceso que permite la estabilización de la estructura fibrosa y garantiza la imputrisibilidad, de los productos mas usados son las sales de cromo trivalente.
- Etapas de curtimiento de cromo:
El curtimiento al cromo y realizado en tres etapas acidificado las pieles (piquel), difusión y fijación del curtiente.

En este proceso se imparte estabilidad química y física a la piel evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad.

La piel curtida se denomina cuero azul o con el término ingles de wet blue.

PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS:

Cuadro: 2.6: Rango de las variables del curtido al cromo (% sobre el peso de piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores en curtiembres de Bolivia	Valores en curtiembres según bibliografía
% Agua	40 - 220	40 – 60 ⁽⁴⁾
%Sal de cromo sulfato básico de cromo (2Cr(OH)SO ₄)	5 - 8	8 – 12 ⁽⁵⁾ 5 -6 ⁽⁶⁾
% Basificante óxido de magnesio* (MgO)	0.30 – 1.7	0.8 – 1.2
% Agente enmascarante	n.d.	0.5 – 4.2
% Fungicida	0.05	0.1
pH	3.5 – 4.0	3.8 – 4.2
Temperatura final (°C)	30 - 45	35 - 40

Fuente: Elaboración del CPTS en base a:

- (2) Baños
- (3) Procesos convencionales
- (4) Alto agotamiento

Los curtientes inorgánicos son sales que liberan metales solubles que se hidrolizan (rompen los enlaces del agua) y se mantienen en solución. Cuando éstos se introducen en la piel, reaccionan con las proteínas formando compuestos de coordinación muy estables y la temperatura de contracción de la piel aumenta.

Factores que intervienen en el curtimiento con cromo

- ☞ **Calero:** prolongado da lugar a una mayor absorción de cromo.
- ☞ **Piquel:** una piel con pH mas bajo que el licor de cromo da lugar a un licor acido, en cuanto si se da el pH mas alto acontece lo contrario se torna acido, un piquelado con una cierta cantidad de sal afecta a la buena distribución de cromo en las diferentes capas de la piel. Si tiene poca sal, tenemos un exceso de cromo en la superficie y la flor.
- ☞ **pH de la piel**
- ☞ **Temperatura**
- ☞ **Volumen del baño**
- ☞ **Contenido de cromo**
- ☞ **Rotación de fulón:** (6 – 8 rpm)
- ☞ **Adición de productos**
- ☞ **Presencia de las sales neutras**
- ☞ **Basicidad del cromo:** baja basicidad del cuero con una flor suave, más vacío. Elevada basicidad sobre carga las fibras con sales de cromo muy básicos, flor.
- ☞ **Tiempo de proceso:** durante las 2 – 3 primeras horas de curtimiento, o acido libre existente en el licor de cromo es absorbido mas rápidamente por la piel que los componentes básicos.

Controles del proceso de curtido

- ★ pH de baño
- ★ Corte con verde de bromocresol: atravesado color verde
- ★ Temperatura
- ★ Test de retracción
- ★ Aspecto visual del Wet-bue.

1. **Medida y registro de los valores de pH final del baño de curtición:** Este valor debe estar comprendido dentro del rango siguiente: 3,6 -4,0.

-
- Esta determinación debe hacerse preferentemente mediante el uso de un aparato previamente calibrado (pH-ímetro).
2. **Medida de la densidad del baño final de curtido:** que general mente verifica valores comprendidos entre 5,5 y 7,5 °Bé.
 3. **Control de la temperatura final de los baños:** Valor mínimo registrable: 28 ° C
Rango máximo aconsejable: 38 - 40 °C.
 4. **Realizar cortes en las zonas o partes gruesas del cuero:** (por ejemplo en el cuello (en el vacuno) para verificar la penetración del curtiente. No debe haber beta-blanca que indica piel cruda sin curtir, y esto implica mayor tiempo de rotación hasta que se produzca el atravesado.
 5. **Estudio de la estabilidad térmica:** Para controlar el curtido de pieles bobinas para capellada se Extraen de la culata unos cortes rectangulares por ej. de 5 cm x 10 cm, que se comparan en frío con un molde papel cuadriculado o madera previamente calibrada. Se somete durante 1 (un) minuto por inmersión en un baño de agua hirviendo. Luego se enfría esa muestra y se coloca sobre los patrones de superficie adoptados (madera o papel cuadriculado) y de haber contracción se determina cuanto (-qué % se encogió el cuero?) Lo normal está comprendido entre 0% y 2 %. Valores mayores implicarán, tiempos mayores de rotación si en el baño aún queda cromo, agregado de un plus de cromo en caso contrario. Es decir se hacen las correcciones necesarias en el proceso hasta que los cueros den por calentamiento en agua hirviendo un encogimiento no mayor de 2 %. Esta teoría de la estabilidad del curtido medida a través de su estabilidad al hervir, fue presentada por E. Heidemann.

Las operaciones que se incluyen en la etapa de **acabado** son:

2.8.8. ESCURRIDO

Hidalgo, L (2003) menciona que este proceso consiste en eliminar el exceso de agua, se lo puede hacer mediante dos métodos:

- **Método natural:** consiste en orear el cuero al medio ambiente tiene la ventaja de que lo agentes curtientes se fijan mejor.

- **Método mecánico:** Se lo realiza a través de escurrido de las pieles por medio de una maquina compuesta de dos cilindros que están formadas por dos mangos de fieltro.

El proceso dentro de la planta inicia con el escurrido, el objetivo de esta operación es eliminar el exceso de agua que contengan los cueros en azul (wet blue).

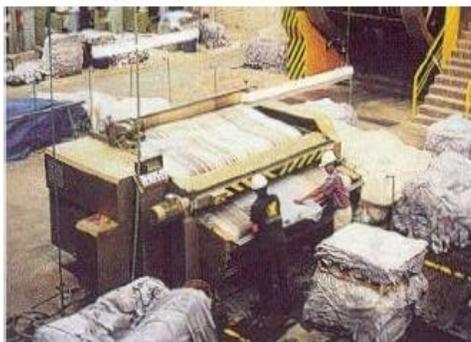
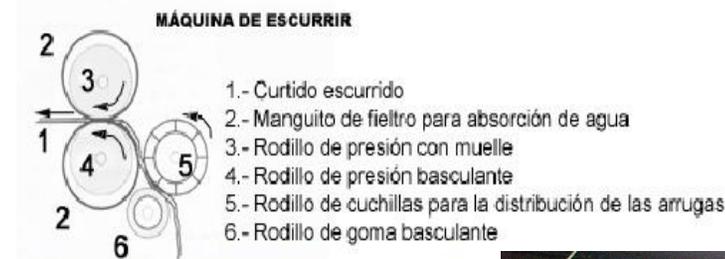
Para reducir el contenido de humedad de la piel en la cantidad indicada es necesario utilizar una máquina hidráulica.

Las máquinas de escurrir constan de las siguientes partes. Dos cilindros grandes recubiertos de mangas de fieltros. El cuero pasa entre los rodillos a los cuales se les aplica una elevada presión, que comprime las fibras del cuero y las obliga a expulsar el agua contenida entre ellas. Los fieltros absorben el agua expulsada del cuero y la envían en dirección contraria. Sin estos fieltros el cuero no se escurre.

Estos fieltros deben ser resistentes a la acción mecánica, tener la suficiente elasticidad para compensar las diferencias en el espesor del cuero y ser de un tejido que no deje marcas sobre la flor.

Existe también un cilindro de cuchillas romas, distribuidas helicoidalmente y en forma de “V”, que sirve para extender el cuero y que cuando la piel se escurre se reduzca al mínimo la formación de pliegues.

Propuestas para mejorar el flujo de producción, de una empresa Dedicada al procesamiento del cuero vacuno. Abner Benigno Chivichón López, Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo Guatemala, agosto 2009



Defectos de la piel atribuibles al proceso de escurrido.

- ☞ **Arrugas:** Al depositar en el caballete o paleta se debe tener en cuenta el apilar liso y libre de arrugas porque de lo contrario surgen partes presionadas, fuertemente curtidas y difíciles de retirar.
- ☞ **Secado:** En depósitos largos, especialmente en lugares con climas tropicales se debe evitar el secado extremo en las orillas exteriores porque estas zonas difícilmente recuperen humedad.
- ☞ **Hongos:** Provocan manchas en el cuero difíciles de eliminar y se debe tener cuidado en especial en climas tropicales.
- ☞ **Erupciones de sal:** Al trabajar durante el piquelado y en la curtición con grandes cantidades de sal neutra pueden aparecer cristalizaciones de sal. En este caso es conveniente realizar un baño de lavado después de la curtición.
- ☞ **Calentamiento:** Las altas pilas en los caballetes deben evitarse si son depósitos largos porque en la mitad del apilamiento se forman zonas calurosas que por el cambio de basicidad puede producir manchas.

<http://www.cuernet.com/flujograma/escurrido.htm>

Los cueros en azul o Wet-blue después del escurrido son seleccionados según la calidad de los mismos, recordemos que la calidad de un cuero se determina por el estado de la flor o superficie del mismo, se debe observar si el cuero no tiene rallones de ningún tipo, marcas de ganado, cicatrices, etc. Regularmente los cueros se clasifican, según la calidad de éstos, tomando en cuenta las características ya mencionadas en cueros tipo: 21, 30, 5, 3, 1. Una vez seleccionados los cueros son apilados en los grupos, según la calidad establecida previamente. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=91301>

Cuadro 2.7: Controles aplicables a Wet-blue

Test	Interpretación	Norma NBR	Valor NBR 13525/05
Volátiles	Humedad	11029	50% a 60%
Sol. De diclorometano	Aceite y grasas	11030	Max. 0,5%
Cr ₂ O ₃	Presencia de Cromo total	11054	Min. 3,5%
pH de cifra	Acidez libre	11057	Min. 3,5% – 4,2% Cifra menor 0,7
Ceniza Sulfitada	Eflorescencia Salina	11031	12%
Refracción			0%
calcio			Max. 0,2%

Fuente: Revista de centro tecnológico do Couro- Senai/Rs (2009)

2.8.9. HUMEDAD EN LOS CUEROS WET-BLUE

Para tener un sistema eficiente de control de calidad a nivel productivo, dentro de una curtiembre, se deberán definir los parámetros a ser controlados, cómo serán controlados y cómo el análisis de los datos que se obtendrán retroalimentarán el sistema. Todos aquellos aspectos que interfieran directa o indirectamente sobre el proceso productivo deberán ser controlados para que la calidad se alcance y se pueda mantener.

IUC 5.- Determinación del contenido en agua o de humedad del cuero.

Se determina la pérdida de peso que sufre el cuero al secarlo a 100°C hasta peso constante. El método se puede aplicar a cualquier clase de cuero.

WET-BLUE: medidas analíticas

Son varios los análisis que se pueden hacer: determinar la cantidad de humedad, el pH del extracto acuoso y la cifra diferencial, la cantidad de sales, aceites y grasas.

Hongos: levaduras y mohos

Los cueros son materiales sensibles a la degradación por microorganismos. En las primeras etapas del proceso de producción (hasta el picklado) el daño a los cueros es causado principalmente por bacterias como *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomona*, *Proteus* y *Escherichia* (Orlita A, 2004). Esta situación se encuentra, en la mayoría de los casos, bien controlada y generalmente no constituye un problema tan serio para el sector. En cambio, luego del curtido de los cueros, los hongos son la causa principal del deterioro de estos materiales, de la disminución de la calidad y del valor económico del cuero terminado. Estos microorganismos constituyen uno de los grupos dominantes responsables de la degradación de biopolímeros y de otros materiales orgánicos. Existen muchísimas especies de hongos capaces de atacar diversos materiales en diferentes grados, dependiendo esto, no solo de la composición específica del sustrato sino también de los atributos fisiológicos específicos de los microorganismos involucrados.

Como se dijo anteriormente, estos microorganismos resultan de gran importancia para el control microbiológico en la industria de la curtiembre. Varias especies de hongos pueden desarrollar en las distintas etapas del proceso de manufactura de cueros. Por esta razón, el enmohecimiento es un problema muy particular que puede causar serios inconvenientes, como por ejemplo la decoloración y la putrefacción de los mismos.

Algunos de los géneros involucrados en esta problemática incluyen a *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Candida*, entre otros. Es importante destacar que, la colonización de algunas especies de hongos en los cueros es

frecuentemente limitada por la presencia de *Aspergillus* o *Penicillium* (microorganismos de elevado poder de síntesis). Pero en ausencia de los mismos, las demás especies pueden atacar y destruir el cuero con gran facilidad (Orlita A, 2004).

El fenómeno microbiológico de la formación de hogos del moho originado por una inadecuada prevención, como consecuencia de una deficiente protección antifúngica debe ser evitado, incluyendo el agregado de productos específicos durante los procesos de piquelado, curtición, dividido del cuero wet blue integral y posterior recurtición.

En consecuencia y de manera ideal, cualquier biosida que pretenda ser usado en la industria curtidora debería reunir ciertas propiedades como ser: elevada actividad biológica, amplio espectro antimicrobiano, compatibilidad con los procesos de "picklado" y curtido, estabilidad en el cuero, no decolorar el material, medioambientalmente aceptable, de baja toxicidad para humanos y animales de sangre caliente y económica.

Los cueros son evaluados con un método de resistencia fúngica en Cámara Tropical, en una prueba acelerada de 6 semanas bajo normas de ensayo ASTM (American Society for Testing and Materials). Estas cámaras están programadas para realizar un ciclo a través de condiciones ideales de humedad, temperatura y aire circulante con contenido de una diversidad de esporas fúngicas, a fin de generar las condiciones favorables para propiciar un rápido crecimiento del hongo del moho en el cuero.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO



3. METODOLOGIA

3.1. Localización

El presente trabajo experimental se llevo a cabo en las instalaciones de la Empresa CURTIEMBRE SAULALITO S.R.L., que se dedica a la actividad del curtido de cueros obteniendo como producto final el cuero húmedo conocido como Wet Blue.

La planta se encuentra ubicada dentro del Parque Industrial MZ – PI 20 A del Municipio de Santa Cruz de la Sierra, Provincia Andrés Ibáñez, cuenta con todas las vías de acceso pavimentadas a excepción de los 300 me de ingreso desde el portón de entrada hasta la avenida. Su ingreso o salida a las avenidas de la ciudad o acceso a las rutas troncales del Departamento lo realizan mediante el 4° Anillo y las radiales sin inconvenientes en toda época del año, pues están todas pavimentadas.

Geográficamente se localiza en las coordenadas:

Latitud	17° 45' 19" S
Longitud	63° 08'n18" W
Altitud	438 m.s.n.m.

Exportación:

Al mercado Internacional

La producción de cueros de enero a diciembre 2011 fueron 56.640 unidades.

Para el 2012 se proyecta exportar 78,000 cueros (84%).

Mayormente se exporta a Italia, Hong Kong.

Mercado nacional

En el mercado nacional se vende a la empresa de manaco.

De enero a diciembre 2011 se vendieron 12,344 cueros aproximadamente. Y se planea la venta de 14,400 cueros (16%).

3.2 Recursos

☆ Investigador: Sonia Hilda Villegas

-
- ★ Asesor: Ing. Alcides Castedo Paniagua
 - ★ Asesora: Dra. María Eugenia García

3.2.2 Físicos

- Planta Curtidora de cuero o tenería
- Laboratorio de análisis
- Reactivo para el procesamiento del cuero
- Reactivos para análisis de laboratorio.

TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En éste capítulo se presentan los métodos analíticos empleados en el presente trabajo. Con el fin de estudiar la calidad durante la producción de la piel resultante tras el proceso de curtidos, se han realizado los siguientes análisis:

- Control en el proceso de pelambre
- Control en el proceso de piquelado
- Control en el proceso de curtido
- Control en el producto final que es cuero húmedo wet-blue.

Los controles realizados en la industria de curtiembre “Sausalito” se centran en las operaciones finales o dicha de otra forma, los controles en la parte final de cada proceso, la razones son debido a que, la realización de la practica, se realizo en horas de la mañana y también debido a que el proceso de curtido se lleva acabo durante las 24 horas no se podía estar presente en todos los controles realizados en la producción del cuero húmedo Wet-ble. Haciendo esta aclaración respectiva, llevaremos acabo el detalle de los procedimientos realizados dentro de la industria.

3.3. ETAPA DEL PROCEO DE RIVERA

3.3.1. CONTROLES SOBRE LA MATERIA PRIMA

PIEL FRESCA

Esta es primer procedimiento que se realiza en la curtiembre. Después de la recepción de las pieles frescas, se procede a separar las pieles de acuerdo al color del pelo, es decir que se separan, la pieles de pelo blanco y claras de las pieles con pelo obscuras, estas pieles de color obscuras presentan resistencia a la remoción del pelo y por tanto se aplica un tratamiento diferenciado, en la industria el tratamiento de pelambre se lo realiza en diferentes fulones y con variación de la cantidad de reactivos aplicado.



3.3.2. CONTROLES EN EL PROCESO DE REMOJO

Principio operativo

En el proceso de remojo observamos subjetivamente a través del tacto si las pieles ya están hidratadas internamente. También subjetivamente, a través del olor y del destaque del pelo, observaremos si la conservación de las pieles está bien o si está ocurriendo desarrollo de bacterias acentuadas en el baño de remojo. En el sentido de disminuir la subjetividad de la observación de humectación, se debe impregnar un indicador de remojo específico (indicador de remojo MK). El grado de penetración puede ser acompañado

colocando una gota del indicador sobre el corte de la piel y observar la variación del color del indicador. El color azul indica penetración total del remojo, en cuando que tonos verdosos demuestran una penetración todavía incompleta.

Analíticamente, además del pH, temperatura y concentración del baño en grados Baumé, las medidas del grado de nitrógeno y del grado de aceites y grasas en el baño del remojo, irán indicando el grado de conservación de las pieles (pérdida de sustancia dérmica) y el efecto de remoción de las grasas naturales respectivamente.

La operación se efectúa en un bombo de lenta rotación de 2 a 4 rpm, para no maltratar las pieles y tarda de 6 a 12 horas, dependiendo del tipo y cantidad de auxiliar usado y del grado de deshidratación de las mismas.

En el transcurso del proceso y al final del mismo las variables que deben ser sometidas a control son generalmente:

- Temperatura
- Indicadores de remojo en solución
- pH
- medida de densidad

3.3.2.1. Determinación de la Temperatura

Principio operatorio

Materiales

- Termómetro de mercurio
- Guantes
- Botas de hule
- Mandiles de plástico
- Fajas



Procedimiento

1. Se toma una muestra del líquido de baño de la fosa o fulon, en un recipiente de plástico, se mide la temperatura en grados centígrados.

2. La temperatura debe estar entre los rangos de 28 – 30°C debido a que hay el riesgo de que la piel se contraiga y también evitar el aumento de la actividad bacteriana.

3.3.2.2. Determinación del pH

Principio operatorio

La medida de pH se realizó con un medidor de pH digital marca “HANNA Instruments, PH METRO DIGITAL (pH / T°) HANNA código: HI 98127.

Materiales

- PH-METRO DIGITAL
- Botas de hule
- Guantes



Procedimiento

1. Ante de medir la solución se calibra en una solución tampón el pH metro digital.
2. pH del baño al final del remojo: Se mide con un pH-metro digital marca Hanna.
3. El pH de remojo alcalino o pH de baño debe estar entre 9 - 10,5

3.3.2.3. Determinación de Grados Baumé (Bé)

Principio operatorio

En las curtiembres se utiliza el aerómetro, que mide la densidad directamente en la escala de Baumé.

La densidad del líquido se lee donde la escala penetra la superficie del líquido.

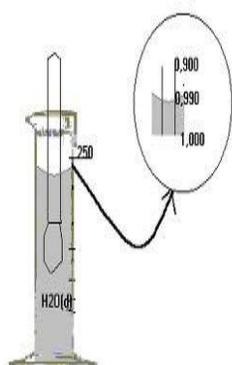
La relación entre concentración y densidad de una disolución se utiliza todavía en la industria y laboratorios, al dar la concentración de las disoluciones de algunas sustancias en grados Baumé (°Bé), establecidos en 1768. Esta escala equivale a una escala de densidades, tomando como puntos fijos de aquélla el agua pura y una disolución al 10 % de NaCl.

Materiales

- Aerómetro
- Embases de plástico
- Probeta de plástico de 500 ml.

Procedimiento

1. La solución reciclada el baño usado de remojo se Medir la densidad de la solución del bombo en grados Baumé y esta no debe de ser mayor a 1,5 Be, en caso contrario se realizan los ajustes necesarios para llegar la dicha densidad.
2. Se toma muestras líquido solución del baño de remojo, de la fosa o fulon, se llena en probeta de 500 ml y se coloca el aerómetro en el líquido y se toma la mediada indicada.



3.3.2.4. Determinación con el Indicador de remojo

Principio operatorio

Utilizando el INDICADOR DE REMOJO MK, puede percibirse el grado de penetración del proceso de remojo fijándose en la variación de color del indicador.

RANGOS DEL INDICADOR DE REMOJO

pH (10) = Violeta

pH (9) = Azul

pH (8) = Verde

pH (7) = Amarillo limón

pH (6) = Amarillo

Materiales

- Indicador de remojo en solución.
- Cuchillo
- Gancho de metal

Procedimiento

Se toma muestras de pieles, de las zonas más duras, cuello y culata, y haciendo un corte transversal se agrega el indicador de remojo con ello se puede percibirse el grado de penetración del proceso de remojo fijándose en la variación de color del indicador, el cual cambia de un color naranja intenso a un color verde. Que nos indica que el pH de la piel está en 8.

3.3.3. VARIABLES A CONTROLAR EN EL PROCESO DE PELAMBRE

Principio operativo

El tiempo que toma esta operación oscila entre 16 y 20 horas, para permitir la remoción total del pelo. El tiempo durante el cual las pieles están sometidas a la acción de este baño alcalino no siempre se considera rodamiento continuo, solamente se rueda en continuo durante la primera o dos primeras horas y luego se da un movimiento intermitente de cinco minutos cada hora para permitir que las pieles estén en contacto con la solución depilatoria

En la etapa del calero, los aspectos visuales del hinchamiento, abertura, depilación, manchas, atravesamiento de la cal y ablandado son bastante importante. Además de estos aspectos, la medida del pH y de la concentración (°Bé) se debe realizar análisis de alcalinidad y sulfato. La alcalinidad está relacionada profundamente con el hinchamiento de la piel.

El método de pelambre utilizado en la industria es el tradicional, que se hace con recirculación de las aguas residuales de pelambre. Al concluir la operación de pelambre, el agua residual debe recuperarse por filtración, haciéndola pasar por un tamiz inclinado y a continuación a un tanque de sedimentación para separar los sólidos suspendidos. Al agua de pelambre filtrada, contenida en el tanque recolector, se le debe añadir la cantidad de agua necesaria para reponer el volumen inicial del baño de pelambre. La mezcla final de aguas de pelambre, se bombea desde el tanque recolector al fulón, para depilar una nueva partida de pieles. Las cantidades calculadas de sulfuro y cal, necesarias para reconstituir el baño de pelambre, se agregan directamente al fulón (y no al tanque recolector).

Los parámetros de medida realizados fueron los siguientes:

- Ver corte translucido
- Verificar atravesado con Fenolftaleína. Grado de atravesamiento de los productos, haciendo un corte transversal (particularmente en pieles gruesas)
- pH del baño del depilado
- Concentración de la sal en el baño de pelambre
- Evaluación subjetiva de la piel depilada
- Limpieza de la flor Control del depilado.

3.3.3.1. Determinación de Ver corte translucido

Materiales

- Cuchillos
- Ganchos de metal
- Guantes
- Botas de hule
- Mandiles de plástico
- Fajas

Procedimiento

1. Se toman muestras de piel apelmabrada generalmente de la parte del cuello y la culata y se observa en la muestra que sea traslucida cuando se la expone a una fuente de luz.

3.3.3.2. Determinación de Verificación del atravesado con Fenolftaleína

Principio operatorio

Fenolftaleína, de fórmula $C_{20}H_{14}O_4$, es un compuesto químico que se obtiene por reacción del fenol (C_6H_5OH) y el anhídrido ftálico ($C_8H_4O_3$), en presencia de ácido sulfúrico.

Cuando se utiliza como indicador para la determinación cualitativa y cuantitativa del pH en las volumetrías de neutralización se prepara disuelta en alcohol al 70%. El intervalo de viraje de la fenolftaleína, es decir, el intervalo de pH dentro del cual tiene lugar el cambio de color del indicador, no sufre variaciones entre 0 y 100 °C y está comprendido entre 8,0 y 9,8. El cambio de color de este indicador está acompañado de un cambio de su estructura; su color en medio básico es rojo-violeta y en medio ácido es incoloro.

Materiales

- Cuchillos
- Guantes de goma
- Batas de goma

Procedimiento

1. En las mismas muestras anteriormente tomadas para el análisis de ver el traslucido de la piel, se coloca el indicador de fenolftaleína el cual cambia de incoloro a rosado fucsia característico de un pH alcalino.
2. El indicador debe rociarse en toda la parte expuesta del corte realizado y se debe observar que toda esta sección sea coloreada. Con lo cual se concluye que ha habido un atravesado de los productos químicos.



3.3.3.3. Determinación de pH del baño del depilado

Principio operatorio

La medida de pH se realiza con un medidor de pH digital Hanna o en su defecto con papel indicador no debe ser menor que 11 y no mayor a 12,5 por que no depila.

Material

- pH-metro digital Hanna
- Envases de plástico
- Papel indicador de pH, Lyman
- Solución tampón de calibración para el pH-metro

Procedimiento

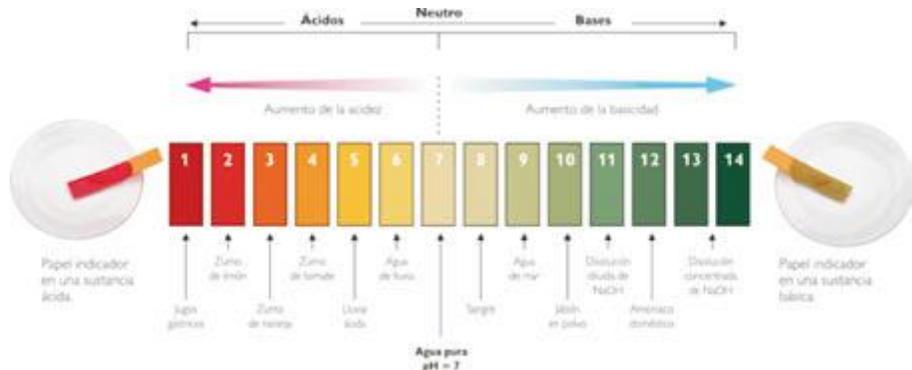
1. Tomar muestras del fulon
2. Calibrar el pH-metro
3. Medir el pH del líquido de baño.

4. Se registran los datos tomados en la hoja de receta.

Escala de medición de pH con viraje de color

<http://co.kalipedia.com/>

Tipos de reacciones químicas



3.3.3.4. Determinación de la Temperatura (°C)

Principio operatorio

Este parámetro indica entre que rangos de temperatura debe estar el licor baño de pelambre que debe estar entre (24 -28°C). Si la temperatura es menor (baños fríos), da una piel turgente, contrariamente a mayor temperatura tendremos pieles más flexibles.

Aquí la temperatura y el tiempo influyen. A mayor temperatura la piel tiende a ser mas flexible y mas blanda, menos turgente (turgente=por haber absorbido agua, tiene tensos sus tejidos o membranas y paredes celulares), por lo que los productos podrán penetrar mas fácilmente con un adecuado tiempo de rotación o acción mecánica.

A mayor temperatura la cal se insolubiliza, y a menor temperatura el proceso se demora.

Material

- Termómetro de mercurio
- envases de plástico
- Guantes
- Botas de hule

Procedimiento

1. Se toma muestra del fulón en envases de plástico de aproximadamente de 5 L.
2. Se mide la temperatura en el líquido del baño.



3.3.3.5. Determinación de la Concentración de la sal en el baño de pelambre

Principio operatorio

En las curtiembres se utiliza el aerómetro, que mide la densidad directamente en la escala de Baumé.

El reciclaje de las aguas residuales del pelambre, es una técnica empleada en Europa desde hace mas de 10 años, en la curtiembre en la que se realizo las practicas, reciclan sus baños en forma rutinaria cada dos meses..

El análisis de laboratorio, brinda el control de la operaciones y de un buen entrenamiento personal. Debido a que la eficiencia del pelambre se reduce por la presencia de sustancias orgánicas y sales disueltas en las aguas recicladas.

Materiales

- Aerómetro.
- envases de plásticos

-
- Botas de hule
 - Guantes

Procedimiento

1. Se realizan la toma de muestras en envases de plástico de ambos fulones donde se realiza el tratamiento de pelambre.
2. Se mide con un aerómetro Baumé y debe estar dentro del rango 2.5 – 3.6 Bé.

Evaluación subjetiva de la piel depilada

procedimiento

1. El control se hace después de que el fulón vicié o deposite, las pieles en el suelo.
2. Con un cuchillo se estruja la piel y se observa si existe repelo y si es fácil removerlo o no y se reporta como bien o regular porque la piel debe estar limpia y translúcida, sin costras en la flor, sin restos de piel.

3.4. ETAPA DE CURTICIÓN DE LA PIEL

3.4.1. VARIABLES A CONTROLAR EN EL PROCESO DE DESENCALADO

Principio operatorio

Consiste en la neutralización de la cal, el sulfuro y demás insumos alcalinos que están presentes en la piel. Esto se logra por la acción conjunta de una neutralización, un aumento de temperatura y un efecto mecánico. Con este propósito se utilizan ácidos orgánicos tamponados con amoníaco, ácidos minerales, sales de amonio derivados de ácidos orgánicos, bicarbonato de sodio o dióxido de carbono; estos tres últimos se consideran alternativas limpias de desencalado.

Eliminación de la cal y los productos alcalinos del interior del cuero. Esto se logra por la acción conjunta de una neutralización, un aumento de temperatura y un efecto mecánico. Se suelen utilizar ácidos orgánicos tamponados con amoníaco.

Subjetivamente las pieles descalcadas y purgadas deber ser observadas en el toque, destaque del bulbo piloso y el test de impresión digital. Es bastante tradicional la utilización del indicador ácido/base como la fenolftaleína para observar la neutralización del proceso de descalcado. Hay que destacar que la fenolftaleína mide apenas la neutralización de la piel, es decir la eliminación de la alcalinidad. Para observar la remoción del calcio, se debe emplear un indicador específico.

Las variables a controlar en el descalcado son:

- pH del licor con papeles o (medidor pH-metro calibrado)
- pH del cuero /cuero en tripa con indicadores fenolftaleína
- pH del cuero/ cuero en tripa con Indicadores de remojo
- Temperatura
- Indicador de calcio

3.4.1.1 Determinación del pH del licor de baño

Principio operatorio

En esta etapa se elimina la alcalinidad producida por la cal utilizada en el pelambre, debido a que la curtición se debe hacer a un pH bajo. Antes de comenzar la operación de descalcado en el bombo, los cueros se pesan para establecer proporciones en los productos químicos a emplear.

Se controla el pH que debe estar entre 11 -12.

Materiales

- Envases de plástico
- pH- metro digital Hanna
- guantes de goma
- botas de goma

Procedimiento

1. El pH debe ser de 8

3.4.1.2. Determinación con el indicador de remojo

Principio operatorio

Indicador cromático.

Propiedades: Utilizando el INDICADOR DE REMOJO MK, puede percibirse el grado de penetración del proceso de remojo fijándose en la variación de color del indicador.

Materiales

- Cuchillo
- Botas de hule
- Guantes

Procedimiento

1. Se toma muestras de piel del fulón o bombo las muestras son tomadas de las regiones del cuello, la barriga y la culata.
2. Se rocía el indicador de remojo que tiene un tono de color café tendiendo a color naranja.
3. El color sobre la muestra de la piel cambia a un color verde.

Temperatura (°C)

Principio operatorio

Temperatura - Cuanto más alta la temperatura (hasta 35 ° C) , más rápido disminuye la hinchazón de la piel. (rango: 25 – 35 ° C)

Materiales

- Termómetro de mercurio
- envases de plástico
- Botas de hule
- Guantes

Procedimiento

1. Se toman muestras de los líquidos del baño del fulón de descalcado
2. Con el termómetro se mide la temperatura que debe estar entre 30 – 32 °C.

Indicador de fenoltaleína

Principio operatorio

Cortes de prueba en diferentes partes de la piel con fenolftaleína (al 0,1 % en alcohol etílico 50%). En el descenso de la coloración roja se reconoce el avance del desencalado. Si el desencalado es total, el corte de la piel en tripa permanece incoloro. Una coloración en rojo indica la presencia de zonas aún no desencaladas.

Existe un número muy elevado de indicadores ácido-base, la tabla muestra sólo algunos de los más comunes:

Nombre	Intervalo de pH de transición	pKa	Cambio de color	Tipo de indicador
Azul de timol	1,2 – 2,8 8,0 – 9,6	1,65 8,96	Rojo-amarillo Amarillo-azul	Ácido
Anaranjado de metilo	3,1 – 4,4	3,46	Rojo-anaranjado	Básico
Rojo de metilo	4,2 – 6,3	5,00	Rojo-amarillo	Básico
Azul de bromotimol	6,2 – 7,6	7,1	Amarillo-azul	Ácido
Fenolftaleína	8,3 - 10		Incoloro-rosa	Ácido
Timolftaleína	9,3 – 10,5		Incoloro-azul	Ácido
Amarillo de alizarina	10 - 12		Incoloro-amarillo	Básico

Materiales

- Cuchillos
- Guantes
- Botas de hule

Procedimiento

1. Se toma muestras de diferentes partes de la piel como es del cuello, de la falda y la culata.
2. Se agrega el indicador en cada una de las muestras y se observa el cambio de color, y nos debe dar un color transparente.

Indicador de calcio

Principio operatorio

Composición: Indicador cromático

Propiedades: El INDICADOR DE CALCIO MK se utiliza para verificar el grado de remoción de calcio durante el proceso de desencalado. Este indicador es mas preciso y detecta más que el indicador fenolftaleína.

Materiales

- Cuchillos
- Guantes
- Ganchos de metal

Procedimiento

1. Se toma muestras del fulón en la que se esta realizando el purgado de algunas pieles de aproximadamente de unos 10 cm. Las muestras tomadas son de la parte del cuello y culata.
2. Se rocía el indicador que esta solución y nos da un color amarillo que nos indica que

Interior del bombo de desencalado

Medición de pH sobre el cuero



3.4.2. CONTROLES EN EL PROCESO DE PURGA

Principio operatorio

Como operaciones previas al piquelado hablaremos del rendido (o purga) y desengrase. Subjetivamente las pieles descalcadas, y purgadas deber ser observadas en el toque, destaque del bulbo piloso y el test de impresión digital. Es bastante tradicional la utilización del indicador ácido/base como la fenolftaleína para observar la neutralización del proceso de descalcado. Hay que destacar que la fenolftaleína mide apenas la neutralización de la piel, es decir la eliminación de la alcalinidad. Para observar la remoción del calcio, se debe emplear un indicador específico.

Subjetivamente las pieles purgadas deben ser observadas en:

- pH
- Temperatura
- El test de impresión digital.
- Test de prueba de lisura

3.4.2.1. Determinación del pH

Principio operatorio

Piquelado. Con esta operación se busca la acidulación de las pieles, antes de llevarse a cabo la curtición con cromo, a un pH determinado, para disminuir la astringencia de los mismos curtientes y preservar las pieles sin curtir, durante mayor tiempo. Para esto se emplean generalmente ácido sulfúrico, ácido fórmico, cloruro de sodio y formiato de sodio.

Materiales

- pH-metro digital
- envases de plástico

Procedimiento

1. Se toman muestra del fulón donde se esta realizando el purgado del licor de baño
2. Se mide el pH con el pH-metro digital Hamma.

Temperatura

Principio operatorio

Es muy importante medir en esta etapa la temperatura Las temperaturas deben ser $< 37^{\circ}$ C.A esa temperatura la piel se vuelve particularmente sensible al calor.

Materiales

- Termómetro de mercurio de 100°C
- Embaces de plástico
- Guantes
- Botas de Hule

Procedimiento

1. Se obtiene muestras del licor del purgado del fulón en envases de plástico.
2. Se mide la temperatura que debe estar entre $30 - 32^{\circ}\text{C}$.

3.4.2.2. Determinación de la Huella digital

Materiales

- Cuchillos
- Ganchos de metal

Procedimiento

1. Se sacan muestras de pieles del fulón para realizar las pruebas respectivas.
Se prueba haciendo presión con el pulgar sobre la superficie de la flor de la piel, debe quedar la impresión de la huella dactilar durante un cierto tiempo característico para cada piel y tipo de proceso. Este análisis se reporta como bien.
2. Prueba de tacto resbaladizo proporcional al grado de avance del proceso.

3.4.2.3. Determinación de la Soltura de repelo

Principio operatorio

Materiales

- Ganchos de metal
- Cuchillos

Procedimiento

1. De las muestras obtenidas anteriormente se hace el análisis de esta prueba.
2. Al raspar con el filo de la uña del pulgar, los restos de repelo o raíz deben extraerse con facilidad si la piel en tripa ha sido bien purgada.

3.4.2.4. Determinación de la test de lisura

Principio operatorio

Materiales

- Ganchos de metal
- Cuchillos

Procedimiento

1. En una muestra tomada de las pieles en proceso de purga se le practican los respectivos análisis.
2. Test de prueba de lisura es correr entre la mano de piel plegada con la flor a cabo, deberán presentar a la piel resbaladiza cuando la purga es SATISFACTORIA

3.4.3. VARIABLES A CONTROLAR EN EL PROCESO DE PIQUELADO

Principio operatorio

<http://.cueronet.com/flugrama/curtido>. En la operación de piquelado se trata la piel desenchalada y rendida con productos ácidos que incorporan a la piel una importante cantidad de ácido y al mismo tiempo al bajar el pH hasta un valor de 3 – 3,5, se logra eliminar totalmente el álcali de la piel, incluso el combinado. La operación del piquelado es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición, y que si la piel no estuviera piquelado, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirían una elevada basicidad, reaccionando rápidamente con las fibras del colágeno, lo que produciría una sobrecurtición en las capas más exteriores, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción de la capa de la flor una precipitación sobre la flor del agente mineral hidrolizado.

Las variables a controlar en el piquel son:

-
- Los grados Baumé
 - pH del Baño
 - pH de la piel con verde de bromocresol
 - Temperatura

3.4.3.1 Determinación de los grados Baumé (°Bé)

Principio operatorio

Los aerómetros Baumé se basan en el mismo principio que los densímetros y consisten en un flotador del que parte un vástago graduado en escala Baumé. Se utilizan para medir concentraciones de soluciones, de manera que 1 grado Baumé (°Bé.) corresponde a 25 g de azúcar disueltos en 1 L de agua. Existe también un método de conversión de grados Baumé en densidades que, para líquidos más densos que el agua, viene dado por la fórmula siguiente: $d=145/(145 - \text{°Bé})$.

Los aerómetros Baumé miden la concentración o densidad de líquidos más densos que el agua basándose en asignar el valor de 0 °Bé al agua pura y un valor de 15 °Bé a una solución al 10% de NaCl en masa.

Tener un exceso de densidad, que viene dado por un exceso de sal, dará también una piel de menos tacto, más plana y delgada. No es conveniente trabajar con menos de 5° Be. Lo ideal es entre 6 y 6,7 °Be.

Materiales

- Aerómetro
- Probeta de plástico de 500 ml
- Embaces de plástico
- Ganchos de metal largos.

Procedimiento

1. Se toma las muestras del licor donde se lleva el acabo el proceso de purgado, en los embaces de plástico
2. Se llena en la probeta la solución muestra.
3. Se introduce el aerómetro en la solución y se toma los datos arrojados en dicho instrumento.
4. Medida de la concentración de sal del baño, previo al agregado del ácido. El valor medido en el aerómetro (densímetro) debe ser mínimo 6° Bé.

3.4.3.2. Determinación pH de la piel con verde de Bromocresol

Principio operatorio

Hidalgo, L (2004). Los indicadores son colorantes que cambian de color al variar el pH. El pH-metro y los papeles indicadores son útiles en la medición del pH del baño y los indicadores líquidos son inestimables cuando se trata de determinar el pH superficial o de la sección transversal.

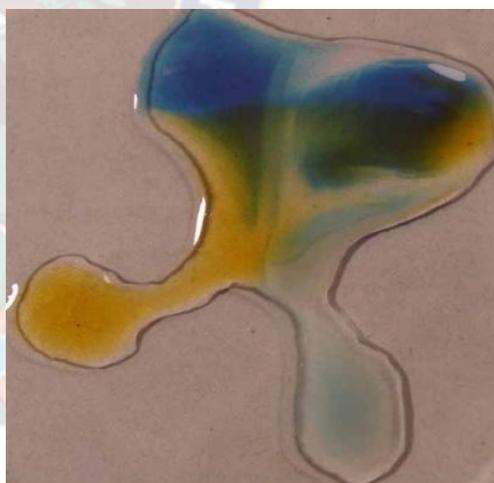
Graves, R (1987) señala al corte de la piel se le añade solución del indicador verde de bromocresol. Es este un indicador que a pH superior a 4 da un color azul y a valores inferiores un color amarillento. Siendo un color de transición verde. Según el color del corte de la piel podremos saber si el ácido se ha difundido totalmente o no.

Materiales

- Cuchillos
- Ganchos de metal largos
- Guantes de goma
- Botas de goma



Verde de Bromocresol



INTERVALOS DE VIRAJE DEL VERDE DE BROMOCRESOL	
Amarillo	= pH 3,4 y menor
Verde amarillo	= pH 4,0
Verde	= pH 4,5

Verde azulado	= pH 5,0
Azul	= pH 5,4 y mayor

Procedimiento

1. Se extrae muestras de pieles, del botal de de la parte del cuello la falda y de la culata, de una medida de aproximadamente 20 cm de largo por 15 cm de ancho.
2. Se enrosca la muestra y se hace un corte transversal de la muestra, y queda la piel enroscada en círculos concéntricos.
3. Se gotea en el corte transversal con la solución al 0,1% de indicador verde de bromocresol (disuelto en alcohol al 50%).
4. En la decoloración presentada se manifiesta el avance de la intensidad de penetración de la desacidualción, y el valor del pH del cuero que es lo más nos interesa.
5. El color que nos da es el color amarillo indicando que el pH esta en 3,4 o menos. Y este es el color se acepta en el proceso como optimo.

3.4.3.3. Determinación pH del Baño de Piquelado

Principio operatorio

Graves, R (1987) indica que el pH final depende de la curtición y características del articulo que queramos obtener. A pH alto 3,8 – 4, tendremos mayor suavidad de tacto y menos finura de la flor, con menos problemas cuando se efectúe la tintura, el engrase y el neutralizado. Con un pH final mas bajo 3,0 -3,7, tendremos tacto mas armado, poro mas fino, pero mas dificultad en lograr una neutralización uniforme, también existirá mas dificultades en el engrase y acabijos.

La concentración de iones $H_3 O^+$ (OH^-) presentes en una solución acuosa determinan el valor de su pH. La escala adoptada va de 0 a 14. Las soluciones acuosas baños así como

en la misma piel o cuero por lo que se utilizan diferentes métodos. En particular el pH de las pieles o cueros se mide con indicadores de base a compuestos químicos (fenolftaleína, verde de bromocresol).

En el piquelado la adición de ácido disminuye el pH de la solución hasta 2.5 y al finalizar el pH de la solución debe hallarse entre 3,8 y 4.2, valores que también deben encontrarse en el cuero.

Materiales

- pH-metro digital
- envases de plástico

Procedimiento

1. Se toma una muestra del licor de baño en un recipiente de 5 L.
2. Se calibra el pH-metro Hanna y luego, se mide el pH en la muestra tomada.
3. La determinación del valor final del pH del baño debe estar en un rango de (2,2 – 2,4).
4. Se deja la muestra del cuero y baño.

3.4.3.4. Determinación de la temperatura

Principio operatorio

Por tratarse de una reacción de neutralización, es exotérmica produciéndose un desprendimiento de calor que provoca un incremento de la temperatura del baño. En estas condiciones el ácido provoca una cierta hidrólisis del colágeno aumentando la pérdida de la sustancia piel por tanto es conveniente en esta operación trabajar con baños a temperatura entre 20 – 25 °C.

Materiales

- Envases de plástico
- Ganchos de metal largos
- Termómetro de mercurio de 100 °C.

Procedimiento

1. Se toma una muestra del licor de baño del pickelado en los envase de plástico.

-
2. Se realiza la medición de la temperatura del licor.
 3. Se debe tener cuidado de que la temperatura debe estar entre los rangos de (20 – 30 °C).

3.4.4. CONTROLES EN EL PROCESO DE CURTIDO

Principio operatorio

En el curtido Eliminar la excesiva acidez de los cueros curtidos al cromo, a fin de acondicionarlos para las operaciones de recurtido, tintura y nutrición.

Los cueros curtidos al cromo presentan una marcada acidez cuando salen del baño de curtido. Esto no es sorprendente dadas las condiciones en que se desarrolla el proceso, alcanzándose al final del mismo un pH que puede

VARIABLES A CONTROLAR SON:

- pH de baño de la piscina
- Muestras de cuero para verificar el atravesado del cromo
- pH después del atravesado del cuero
- Temperatura
- pH final después de subir la temperatura
- Temperatura después de subir a 45 °C
- Test de prueba de encogimiento

3.4.4.1. Determinación de Muestras de cuero para verificar el atravesado del cromo

Principio operatorio

La evaluación subjetiva refleja lo que nuestros sentidos, principalmente vista, tacto y olfato, pueden percibir de los procesos y productos. No constituye una medida, sino apenas una indicación que puede ser interpretada de distinta forma en función del observador. Aspectos tales como firmeza de la flor, toque e igualación del teñido dependen únicamente de este tipo de control.

Las pieles curtidas deben ser evaluadas en cuanto a abertura, toque, igualación y color de forma subjetiva.

Materiales

- Cuchillos
- Guantes de goma
- Botas de goma

Procedimiento

1. Se toma muestras de las pieles en proceso de curtido de un tamaño de aproximadamente 10 cm por 5 cm.
2. Las muestras son extraídas de la parte del cuello, la falda y la culata.
3. Se observa si presenta una coloración homogénea de color azul.
4. Si no es así y presenta líneas blancas generalmente en la parte central del corte transversal entonces, significa que el atravesado del cromo no es completa y se sigue con el tratamiento unas horas mas.

3.4.4.2. Determinación del pH después del atravesado del cuero

Principio operatorio

Cuanto más elevado es el pH de neutralización hay mayor tendencia a ablandar los cueros sin embargo se afecta desfavorablemente la firmeza de flor.

A un pH de 4 sólo la mitad de los grupos carboxílicos del colágeno estarán disociados y por consiguiente en condiciones de poderse coordinar con las sales de cromo.

Para los valores de 3-3,6, la mayor parte de los grupos carboxílicos estarán ionizados y disponibles para la coordinación.

Materiales

- pH-metro digital
- envases de plástico
- guantes de goma
- botas de goma

Procedimiento

5. Se toma una muestra del licor de baño de curtido, en un recipiente de 5 L.
6. Se calibra el pH-metro Hanna y luego, se mide el pH en la muestra tomada.
7. La determinación del valor final del pH del baño debe estar en un rango de (4,3 – 4,4).
8. Se deja la muestra del baño.

3.4.4.3. Determinación de la temperatura

Principio operatorio

Como la piel piquelada se contrae cerca de los 40 °C, al principio debe trabajarse a temperatura ambiente y una vez el cuero este atravesado con las sales de cromo puede iniciarse la elevación gradual de la temperatura del baño de curtido.

Materiales

- envases de plástico
- Ganchos de metal largos
- Termómetro de mercurio de 100 °C.

Procedimiento

1. Se toma una muestra del licor de baño del fulón donde se lleva a cabo el curtido,
2. La muestra de licor es de aproximadamente de 5 L.
3. Se realiza la medición de la temperatura de la muestra del licor.
4. La temperatura medida generalmente está entre los 33 °C, aproximadamente.

3.4.4.4. Determinación del pH final después de subir la temperatura

Principio operatorio

El aumento de pH de la solución curtiente incrementa la basicidad de la sal, de modo que estos dos factores pueden considerarse juntos.

La fijación de cromo por el colágeno aumenta con el pH y por lo tanto con la basicidad del xxx, además el aumento de pH modifica la condición electroquímica del colágeno cargando o descargando sus grupos activos, afectando por lo tanto la capacidad de estos

grupos para fijar el cromo. Así el pH influye sobre la sal curtiente (aumentando la basicidad) y sobre el estado de la proteína. Si el pH de la solución es inferior al valor de pH correspondiente al punto isoeléctrico de la proteína, ésta principalmente estará cargada negativamente, en cambio si el pH superior al valor de pH del punto isoeléctrico la proteína tendrá una carga neta positiva.

Aumentando la basicidad aumenta el tamaño de las combinaciones de cromo ya que tiene lugar una asociación de dos o más átomos de cromo a través del proceso de oxidación, con lo que aumenta la astringencia o capacidad de combinación de la sal curtiente.

Por lo tanto el efecto curtiente crece aumentando la basicidad mientras disminuye su poder de penetración en la piel. Por este motivo la curtiembre al cromo se comienza con licores débilmente básicos y poco astringentes.

Materiales

- pH-metro digital
- envases de plástico
- guantes de goma
- botas de goma

Procedimiento

9. Se toma una muestra del licor de baño de curtido, en un recipiente de 5 L.
10. Se calibra el pH-metro Hanna y luego, se mide el pH en la muestra tomada.
11. La determinación del valor final del pH del baño debe estar en un rango de (3,9).
12. Se deja la muestra del baño.

3.4.4.5. Determinación de la temperatura cuando esta se eleva a 45 °C.

Principio operatorio

El aumento de la temperatura puede lograrse por acción mecánica, empleando baños cortos y botales rápidos, empleando resistencias de calefacción o introduciendo vapor dentro del botal.

El aumento de temperatura favorece la disolución de la sal de cromo. Cuando los complejos de cromo han atravesado la piel el aumento de la temperatura se considera beneficioso, ya que por un lado favorece la velocidad de difusión de las moléculas de

romo y por otro lado, aumenta la velocidad de reacción entre el cromo y el colágeno, lo que permite obtener un mayor agotamiento de los baños residuales.

Al trabajar a temperaturas superiores a las normales se produce un aumento de la hidrólisis que hace innecesario la adición de productos alcalinos para la basificación, lo cual facilita la distribución uniforme de la sal de cromo en todo el espesor de la piel, que además absorbe mayor cantidad de óxido de cromo. Al realizar la curtición al cromo en caliente se obtiene un cuero más relleno y más blando que presenta un mejor tacto.

Materiales

- Envases de plástico
- Ganchos de metal largos
- Termómetro de mercurio de 100 °C.

Procedimiento

5. Se toma una muestra del licor de baño del fulón donde se lleva a cabo el curtido, después de que horas antes se haya inyectado el vapor caliente al fulón.
6. La muestra de licor es de aproximadamente de 5 L.
7. Se realiza la medición de la temperatura del licor.
8. La temperatura medida generalmente nos da el dato de 45 °C.

3.4.4.6. Determinación del grado de encogimiento de la piel

Principio operatorio

Una forma de verificar si las pieles han sido bien curtidas es realizando la llamada *prueba de ebullición o hervido*, esta prueba aunque cualitativa es la más empleada a nivel industrial en las procesadoras de pieles, y consiste en someter varios trozos de cuero, después del curtido, al agua en ebullición durante 1–3 minutos, y no debe disminuir su área en más de un 2%.

Si el cuero no se deforma o encoge, se puede decir que está bien curtido, en el caso contrario se dice que el cuero está mal curtido y hay que someterlo de nuevo al proceso de curtición.

La explicación práctica de la técnica de ebullición es que al estar la piel en tripa formada mayoritariamente por colágeno, está se encoge o deforma alrededor de los 40–60°C. Cuando la piel en tripa es curtida al cromo, el cromo reacciona con el colágeno de la piel produciendo la estabilización y haciendo que la misma soporte temperaturas de hasta 100°C.

Es importante destacar que la retracción debe ser medida en términos de área y no sólo lineal.

En la tabla N° se observan las diferentes temperaturas de encogimiento para las pieles sin curtir y curtidas.

MATERIAL	TEMPERATURA DE ENCOGIMIENTO
Piel de mamífero	62 – 64
Piel tripa	40 – 60
Curtido vegetal	70 – 85
Curtido al cromo	100

Fuente: Dudamel, 1999.

Materiales

- Cuchillo
- Olla de aluminio
- Cocina a gas
- Regla
- Estiletes
- Una placa de metal de 10 cm de longitud por unos 4 cm de ancho y 0,5 cm de espesor.
- Ganchos de alambre metálico.
- Cronometro.



Procedimiento

1. Se toma muestras de la piel curtida de las zonas del cuello la falda y la culata.
2. Se lleva al laboratorio donde, se obtienen muestras homogéneas del tamaño de la placa metálica.
3. la placa de metal, sirve para obtener muestras de tamaño uniforme, y al mismo tiempo sirve para verificar el grado de encogimiento, porque la misma lleva divisiones de 0,5 cm, en uno de sus extremos.
4. Las muestras ya recortadas del tamaño necesario, se enganchan en un gancho de alambre.
5. Las muestras son introducidas en una olla de aluminio con agua hirviendo.
6. Se dejan las muestras a hervor por el lapso de 2 minutos.
7. Luego se retiran las muestras, al mesón del laboratorio y se colocan sobre la placa metálica, y se observa si hubo o no encogimiento de las muestras después del hervor.
8. Se aceptan encogimiento en la parte del cuello de aproximadamente de un 2%, y no debe presentar encogimiento las zonas de las faldas y culata.

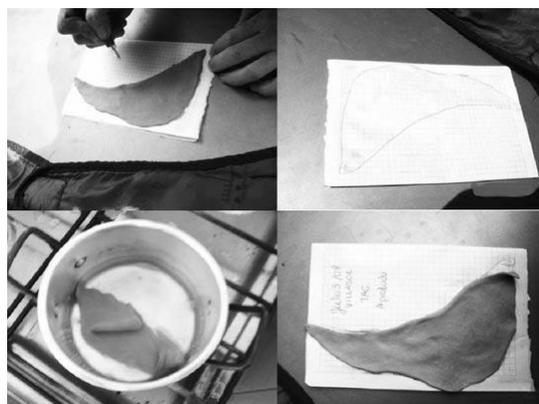


Fig.: Demostración de la prueba de ebullición

3.5. VARIABLES A CONTROLAR EN EL PRODUCTO ACABDO DE WET-BUE

El control sobre el producto acabado parece ser lo que comúnmente más se identifica con la noción de Control de Calidad que todavía tenemos. Sin embargo este control es apenas la confirmación de que los otros controles anteriores funcionaron y la fuente de retroalimentación de información para el proceso.

3.5.1. Determinación de la humedad

Principio operatorio

Materiales

- Balanza
- Cuchillo

procedimiento

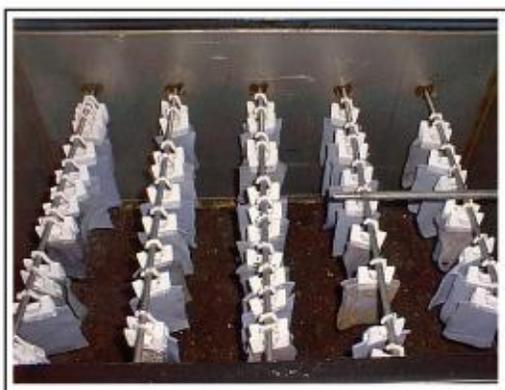
1. Se toman muestra del cuero curtido que ya fue escurrido.
2. Se toman datos del peso antes y después de la prueba.
3. En un lugar seguro se deja las muestras a temperatura ambiente durante 24 horas aproximadamente.
4. Se realiza los cálculos necesarios para calcular el porcentaje de la humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{pesofinal}}{\text{peso inicial}} \times 100\%$$

3.5.2. EVALUACION DE LA RESISTENCIA FUNGICA EN CUEROS CURTIDOS EN LA CAMARA TROPICAL



Cámara Tropical



Interior de la Cámara Tropical



Especies de hongos del moho presentes en
curtidos Wet-blue

Principio operatorio

Estas cámaras están programadas para realizar un ciclo a través de condiciones ideales de humedad, temperatura y aire circulante con contenido de una diversidad de esporas fúngicas, a fin de generar las condiciones favorables para propiciar un rápido crecimiento del hongo del moho en el cuero. Por un semana que este bien sin infestación de hongos esto equivale a un mes de estocado de cueros libres de infección nicótica.

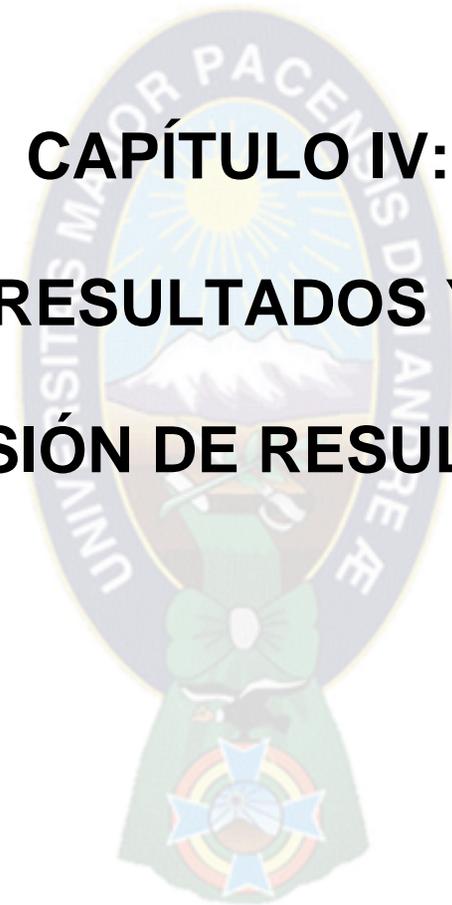
Materiales

- Horno cámara tropical
- Guantes
- Barbijo
- Cuchillos
- Marcadores
- Regla

procedimiento

1. Se toman muestras del cuero escurrido, de la parte del cuello, barriga y anca.
2. Las muestras son manipuladas con guantes de látex y barbijos para evitar contaminarse con los hongos.
3. Las dimensiones de las muestras que se colocan en la cámara tropical es de 12 cm x 8 cm.
4. Se etiquetan las muestras con la inicial de la sección tomada, y la fecha.
5. Se inspeccionan las muestras cada semana y se observa la evolución de los hongos.
6. Se observa que hay crecimiento de hongos en las orillas de la muestras, eso es normal debido a que en esas zonas no están protegidas.

**CAPÍTULO IV:
RESULTADOS Y
DISCUSIÓN DE RESULTADOS**



4. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos durante la realización de esta práctica. En primer lugar, con el fin de llevar a cabo la primera etapa planteada en la metodología.

A. EVALUACION DE LOS CONTROLES FINALES DEL PROCESO DE PELAMBRE

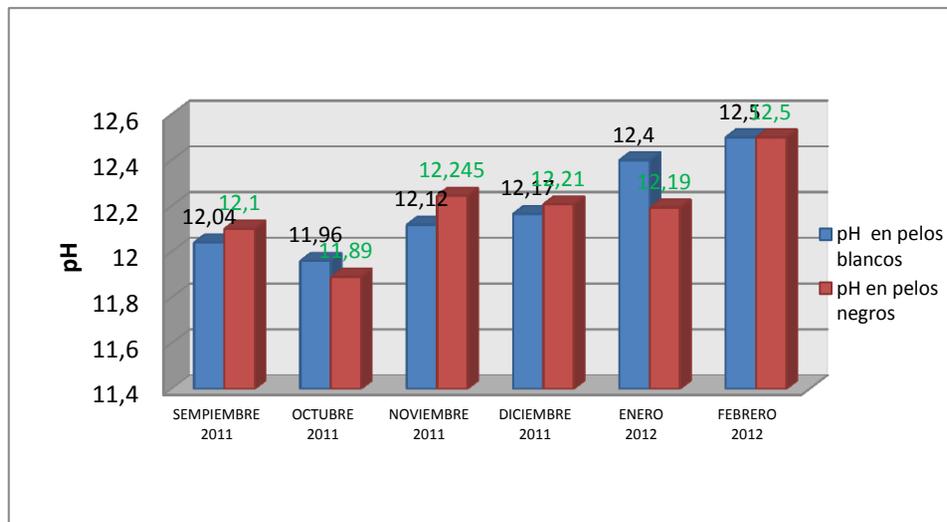
Control final de los parámetros en el proceso de pelambre:

Los resultados encontrados en los ensayos en forma resumida, los gráficos siguientes que se presentan los valores medios encontrados para cada análisis.

Cuadro 4.1: Datos promedios mensuales evaluados en las pieles apelambradas y en los baños residuales en la etapa de pelambre

PARAMETROS	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6	
	Pelos Blanco	Pelos Negro										
pH	12,04	12,1	11,96	11,89	12,12	12,45	12,17	12,21	12,4	12,19	12,5	12,5
DENSIDAD (°B)	2,4	2,9	2,90	2,78	2,83	2,71	3,08	3,08	2,86	2,74	3,05	3,01
TEMPERATURA (°C)	27		28,08	28,2	28,57	29,17	28,50	29,17	29,04	29,75	28,18	28,17
Corte Translucido			Bien	Bien	Regular	Regular	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien
Atravesado con Fenolftaleína			Bien	Bien					Bien	Bien	Bien	Bien
Repelo en pieles apelambradas			Regular	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien

La figura 4.1 representa los ensayos realizados en la determinación del pH en los baños de pelambre.

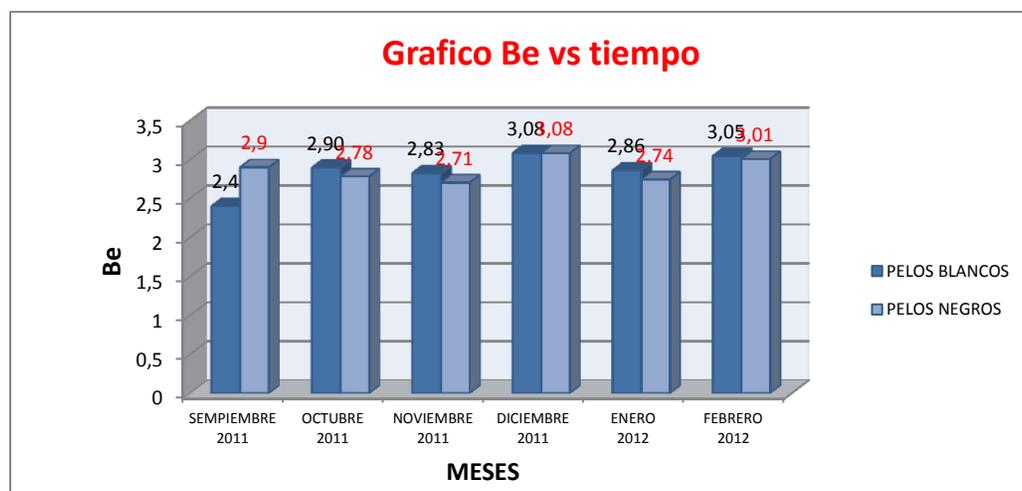


Fuente: propia

Como se muestra en el cuadro 4.1, la variación de los parámetros que se evalúan en el proceso final de la etapa de pelambre, está dentro de los intervalos requeridos por la empresa en sus recetas. Existe diferencia de pH entre pelos blancos y pelos negros, esto se debe que se agregan más cantidad de reactivos para realizar el depilado de los pelos negros que en pelos blancos, esto es debido a que presentan mayor resistencia a la remoción de los pelos.

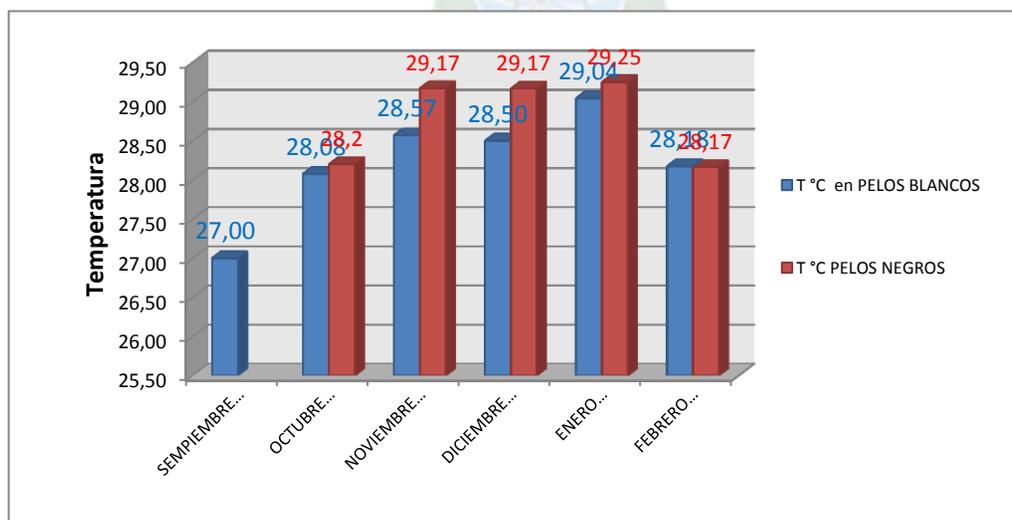
Otro factor que podemos señalar como diferencia de los en pH es que a un principio se realiza las medidas con un pH-metro digital, luego se utiliza solo papel indicador, esto se debió a que se observó el rápido deterioro de los pH-metros digitales por la vida media de algunos electrodos, especialmente cuando trabajan permanentemente sumergidos en una disolución acuosa, puede ser inferior a lo determinado.

Grafico 4.2.: Comportamiento del Be en el licor de baño de pelambre al final del proceso.



Los parámetros evaluados con son la densidad salina y la temperatura final en el licor de baño de pelambre están dentro de los intervalos exigidos por la empresa, se estaban mostrando algunas irregularidades en los parámetros a controlar, tanto en la etapa de pelambre como en el curtido. Por el mes de noviembre del año 2011 la empresa de curtiembre contrató los servicios de un técnico especialista en curtidos de la empresa Bukcam, de nacionalidad Brasileira, que realizó los ajustes y correcciones en la formulación de reactivos, los intervalos de trabajo de ambos procesos de pelambre y curtido de esta manera se realizó la actualización de los técnicos de la planta.

Grafico 4.3: Comportamiento de la Temperatura en el licor de baño de pelambre al fin al del proceso.



Referente a los parámetros de atravesado con fenolftaleína y el corte traslucido son datos recogidos de los días que en fueron evaluadas, debido a que no se lo realizaba consecutivamente. Dichos controles son satisfactorios a la hora de su medición de acuerdo a la receta de pelambre propuesta por la industria. En caso que se observen que estos parámetros no están bien se los corrige inmediatamente generalmente aumentando el periodo de tiempo del tratamiento para llegar a los intervalos exigidos por las recetas de pelambre.

Otro parámetro que se evaluó es el de la remoción de los pelos en las pieles apelambradas las cuales había días en las que se observo que depilación fue incompleta. Las causas pueden se a que no se realiza un control riguroso de la concentración de los productos químicos contenidos en las aguas residuales de pelambre que son recirculados aproximadamente durante 2 meses luego se desechan, la reutilización de los licores en un mismo proceso va cargando en contaminantes que disminuyen la eficacia de los reactivos y la calidad del producto. Con el proceso de pelambre normal, el pelo se destruye rápidamente, pero presenta la desventaja de dejar la raíz del pelo en el folículo, obteniéndose una flor sucia.

La planta no cuenta con un laboratorio equipado para realizar análisis respectivos de control, y se verifican las concentraciones de las sales a través de la medición del los grados Baumé.

B. EVALUACION DE LOS CONTROLES FINALES DEL PROCESO DE CURTIDO

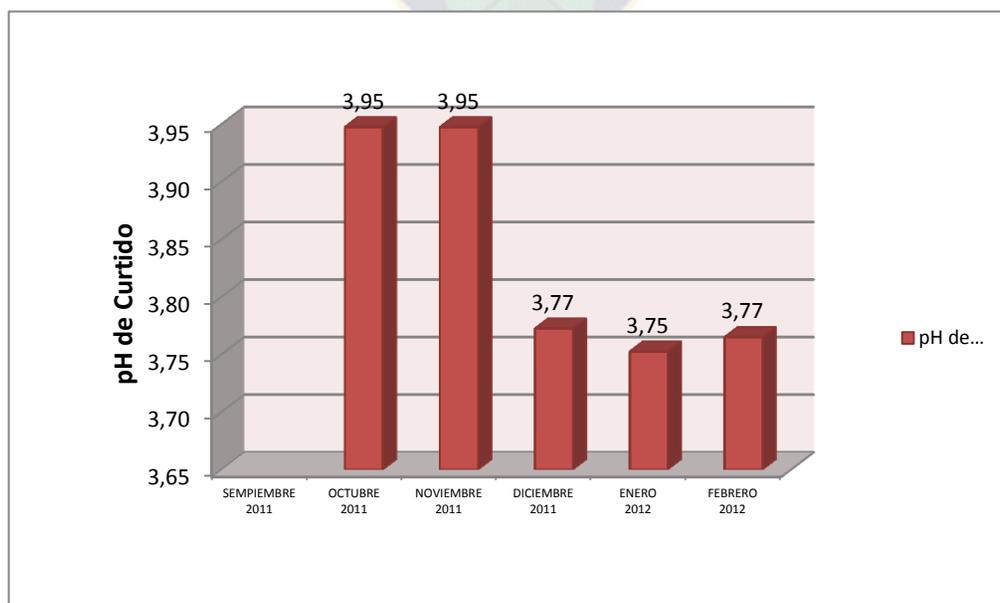
Control final de los parámetros en el proceso de Curtido con cromo y en acabado del cuero Wet-blue:

A continuación se muestra la tabla de los datos resumidos de las observaciones en la etapa de curtido y acabado, obtenidas durante el tiempo en que se realizó dicha práctica dentro de la empresa de curtiembre “Sausalito”.

Cuadro 4.2: Datos promedios mensuales observados en la etapa de curtido

PARAMETROS	PROCESO Curtido	Promedio mensual de los Datos recogidos del proceso de Curtido					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
	pH		3,95	3,95	3,77	3,75	3,77
	TEMPERATURA (°C)		31,62	31,37	33,97	40,67	34,82
	Test de Retracción		No encogió				
	Aspecto visual de Wet-blue		Bien	Regular	Bien	Bien	Bien
	Humedad del cuero Wet-blue		49,5	50,25	47,86	48,00	51,77

Figura 4.4: Representa los resultados obtenidos del pH en los baños residuales de la etapa de curtido.



Como se observa en el gráfico el comportamiento del pH en los baños de curtido varían de los primeros meses observados con los tres últimos meses, uno de los factores a lo que se atribuye esta variación de la medida de pH, es que a pedido del técnico Brasileiro que aconsejo que la medida final del pH este como máximo a 3.7. Las normas de calidad para el cuero acabado, de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 3,5 para evitar la hidrólisis lenta de la proteína de la piel, y la pérdida de resistencia de la misma.

Figura 4.5: Representa los resultados obtenidos la Temperatura en los en los baños residuales de la etapa de curtido.



Los resultados mostrados en el figura 4,5 son datos de las temperaturas de las aguas residuales del baño de curtido, los valores obtenidos son en general aceptables según las especificaciones de la receta empleada en la industria. Tales temperaturas son altas al final proceso de curtido que debe llegar a 45°C.

En el tabla 4,3: siguiente se muestra la evolución del análisis de test de encogimiento realizado a los cueros azules wet-blue. Inicialmente se observa que los únicos puntos donde los datos muestran valores cerca del 5%, que es el límite aceptable según las normas, es en la zona del cuello que por lo general es más gruesa de la piel y tarda más tiempo en penetrar el cromo. Los técnicos encargados verifican realizando este test de retracción, antes de vaciar los fulones donde se realiza la curtición de las pieles.

Tabla 4,3: REGISTRO DE MEDICIONES DEL CONTROL DE ENCOJIMIENTO EN EL CUERO WET- BLUE						
Fecha de Revisión de muestras		Oct-11				
Identificación de las muestras	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Observaciones	
Wet-Blue 1 Cuello	2	0			Esta dentro del rango de 5mm que lo aceptable.	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0				
Wet-Blue 3 Anca	0	0				
Fecha de Revisión de las muestras		Nov-11				
Identificación de las muestras	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Observaciones	
Wet-Blue 1 Cuello	0	4	0	0	Esta dentro del rango de 5mm que lo aceptable.	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0		
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0		
Fecha de Revisión de las muestras		Dic-11				
Identificación de las muestras	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Observaciones	
Wet-Blue 1 Cuello	2	0	5	5	Esta dentro del rango de 5mm que lo aceptable.	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	1	2		
Wet-Blue 3 Anca	2	0	2	2		
Fecha de Revisión de las muestras		Ene-12				
Identificación de las muestras	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Observaciones	
Wet-Blue 1 Cuello	5	5	0	2	Esta dentro del rango de 5mm que lo aceptable.	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0		
Wet-Blue 3 Anca	2	0	0	0		

Fecha de Revisión de las muestras	feb-12				
Identificación de las muestras	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Observaciones
Wet-Blue 1 Cuello	3	2	5	2	Esta dentro del rango de 5mm que lo aceptable.
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	2	2	
Wet-Blue 3 Anca	0	0	2	2	

Inmediatamente después de ser vaciadas las pieles curtidas de los fulones, se realizan los análisis. El tiempo de aplicado de la prueba de ebullición fue de 2 minutos dando óptimos resultados, el análisis es minucioso debido a la importancia de esta prueba para verificar si las pieles están realmente curtidas.

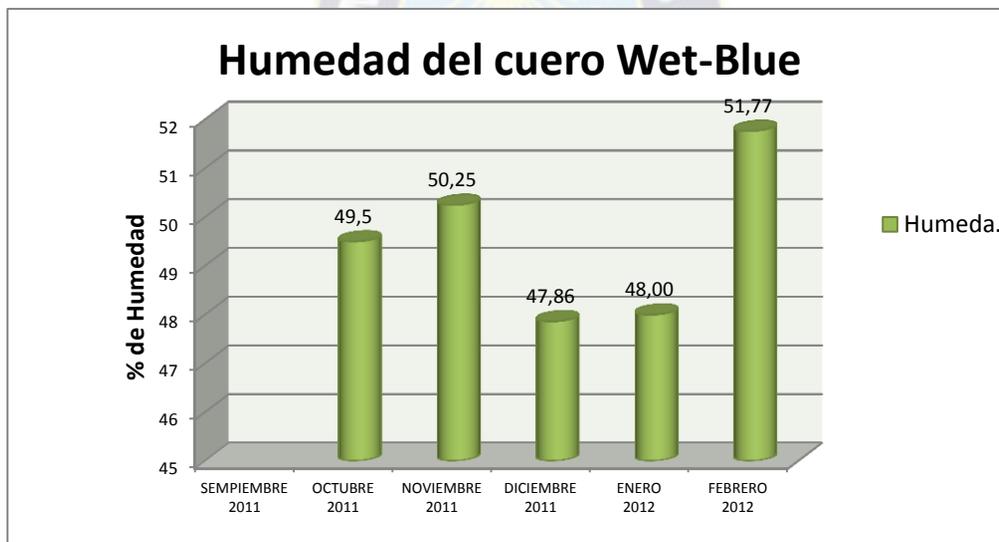
En la tabla 4,4: se puede apreciar los datos obtenidos del control de proliferación de los hongos en el cuero wet-blue, durante un lapso de tiempo de 1 mes y medio, se controla las muestras analizadas, tomadas de cada semana. La encargada de realizar este control es la representante de otra empresa que le provee de reactivos a la curtiembre, la empresa CASEQUIM S.R.L. De los datos recogidos se observa que existió contaminación por hongos en algunas partidas de pieles curtidas, se ve generalmente en las muestra de la parte del cuello, esta zona es mas gruesa y no penetra fácilmente el fungicida. El desarrollo de hongos, la calidad del agua y la adición de reactivos producen manchas en el cuero.

Tabla 4,4: REGISTRO DE MONITOREO DE LA CAMARA TROPICAL

OCTUBRE										
Fecha de Revisión de las muestras	1° Semana % Infección		2° Semana % Infección		3° Semana % Infección		4° Semana % Infección		Observaciones	
Identificación de las muestras	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne		
Wet-Blue 1 Cuello	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
NOVIEMBRE										
Fecha de Revisión de las muestras	1° Semana % Infección		2° Semana % Infección		3° Semana % Infección		4° Semana % Infección		Observaciones	
Identificación de las muestras	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne		
Wet-Blue 1 Cuello	0	0	0	5	5	50	5	30	No existe contaminación	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
DICIEMBRE										
Fecha de Revisión de las muestras	1° Semana % Infección		2° Semana % Infección		3° Semana % Infección		4° Semana % Infección		Observaciones	
Identificación de las muestras	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne		
Wet-Blue 1 Cuello	0	0	0	0	30	50	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0	5	20	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0	0	5	0	0	No existe contaminación	
ENERO										
Fecha de Revisión de las muestras	1° Semana % Infección		2° Semana % Infección		3° Semana % Infección		4° Semana % Infección		Observaciones	
Identificación de las muestras	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne	Flor	Carne		
Wet-Blue 1 Cuello	0	0	0	5	0	0	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0	0	0	0	0	No existe contaminación	

FEBRERO									
Fecha de Revisión de las muestras	1° Semana % Infección		2° Semana % Infección		3° Semana % Infección		4° Semana % Infección		Observaciones
Identificación de las muestras	Flor	Carn e	Flo r	Car ne	Flo r	Car ne	Flo r	Car ne	
Wet-Blue 1 Cuello	0	0	0	0	0	0			No existe contaminación
Wet-Blue 2 Barriga	0	0	0	0	0	0			No existe contaminación
Wet-Blue 3 Anca	0	0	0	0	0	0			No existe contaminación

Figura 4.6: Representa los resultados obtenidos la de Humedad en el cuero



En la figura 4,6 se presenta los resultados de la humedad, obtenidos de los análisis realizados a los cueros Wet-bue. En ella se observa que hay variación entre los datos obtenidos en las muestras, dicha variación se atribuye al método de análisis realizado que no es el método convencional, y si un método improvisado, en el cual no existe condiciones homogéneas y presenta algunos errores.

La industria de curtiembres Sausalito, se fundamenta en las normas internacionales Brasileras NBR, cada mes la empresa envía muestras del producto terminado del cuero producido, a los laboratorios con los cuales tiene convenio, y posteriormente son remitidos

los resultados de los análisis realizados, las que le sirven a la empresa como fuente de guía para realizar los ajuste necesarios en la producción del cuero.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativos se derivan las siguientes conclusiones:

- En los que se refiere a los parámetros a controlar dentro del proceso productivo del cuero según los diferentes textos manuales, guías y tesis, no todos son aplicados dentro de la curtiembre, los que se aplican son suficientes para obtener la calidad que se necesita para la exportación. Según las experiencias obtenidas en la práctica se requieren un control más estricto al personal de producción de parte del encargado, para que se cumplan con todos los controles que deben aplicarse durante el proceso de curtido.
- En los factores que influye en la productividad podemos señalar el factor humano que se requiere que cuente con algunos conocimientos en el área de la química, en cuestión del material de laboratorio equipar para realizar un óptimo control del proceso. En la industria no todos los trabajadores que están a cargo del control y producción son personas con instrucción en química, contando solo con los conocimientos empíricos, estos también contribuye al descuido en el manejo de las sustancias química usada en la producción del cuero poniendo en riesgo la salud.
- La industria no cuenta con un tratamiento de aguas residuales todo se va al alcantarillado. Lo que se recomienda es realizar trabajos sobre este tema y coadyuvar en la implementación de la producción mas limpia.

BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO TECNOLÓGICO DE COURO SENAI/RS **Curso Intensivo de Tecnología de Couro** ,2009
2. CPTS (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles). 2003. “**Guía Técnica de Producción más Limpia para Curtiembres**”. La Paz – Bolivia. En: www.bolivia-industry.com/sia/prodlimp/guias/curtiembres.htm. (2012)
3. **PROPUESTAS PARA MEJORAR EL FLUJO DE PRODUCCIÓN, DE UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DEL CUERO VACUNO**
Abner Benigno Chivichón López Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo. Guatemala, agosto 2009
4. <http://www.cueronet.com/tecnica/lapiel.htm>. 2012
5. http://www.cueronet.com/normas/controles_calidad.htm . 2012
6. <http://ecologiafacil.files.wordpress.com/2012/05/curtido.pdf> . 2012
7. <http://www.cueronet.com/flujograma/pelambre.htm> . 2012
8. <http://www.aaqtic.org.ar/graficos/hinchamiento/06-001.htm>. 2012
9. <http://es.scribd.com/doc/37240126/6-Piquel> . 2012
10. Fuente: Química - **Técnica de Tenería. Igualada** 1985. pag 200. Efecto de la sal sobre el hinchamiento.
11. Fuente: **The Chemistry of Leather Manufacture. McLaughlin**.1945. pag 267
12. <http://www.cueronet.com/flujograma/escurreido.htm> . 2012
13. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=91301> . 2012
14. http://anderquim.com/Upload/Exigencia_Ensayo_Cuero.pdf . 2012
15. <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/tesis/bitstream/1/220/1/tesis.pdf> 2012

ANEXOS



GLOSARIO GENERAL

Agua residual: Es el líquido resultante de la incorporación de desechos al agua.

Alcalinidad: La capacidad de ésta para mantener su pH estable frente a la adición de un ácido o una base. La basicidad o alcalinidad es la capacidad ácido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo.

Anilina: Líquido tóxico artificial que se obtiene por reducción del nitrobenzeno y que se emplea, sobre todo, como colorante.

Bicarbonato: Cualquiera de las sales derivadas del ácido carbónico; entre ellas, el bicarbonato sódico. Sal ácida del ácido carbónico.

Bidones: Barriles o recipientes contenedores

Bombo: Recipiente cilíndrico, que gira alrededor de un eje, el cual es el equipo propio de una tenería en donde se llevan a cabo los procesos húmedos.

Carnaza: Lado o cara de la piel que ha estado en contacto con la carne y opuesta al lado flor.

Carne: La superficie interna de la piel o cuero

Carniche: Residuos fibrosos de piel curtida al cromo o al vegetal

Catalizar: Favorecer o acelerar el desarrollo de un proceso.

Cisteína: Aminoácido degradado por medio alcalino.

Cistina: Aminoácido que contiene azufre, que se encuentra en muchas proteínas, especialmente en el pelo, lana y piel.

Colágeno: Proteína que compone la dermis, se compone de moléculas polipépticas entrelazadas. Proteína principal de la piel susceptible de curtirse.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Corium: Dermis, piel.

Crupón: La parte del cuero que queda después de separar el cuello y las faldas.

Cuello: A menudo presenta arrugas.

Cuero en crust: Es el cuero secado antes del acabado en seco.

Cuero en tripa: Piel después de haber pasado todos los procesos de ribera.

Cuero final: Se refiere al cuero en crust, es decir el cuero recurtido sin acabados, ya que las mediciones de calidad se realizan en esta etapa con el fin de evaluar la calidad del cuero obtenido.

Cuero: la piel de un animal grande tipo vaca, búfalo, etc

Culata: La parte trasera del animal de la que se obtiene el mejor curtido (la parte trasera de un crupón)

Curtición: Conjunto de operaciones físico-químicas, que mediante el adecuado uso de productos químicos, convierten a la piel (comúnmente llamada cuero) en un material durable e imputrescible.

Curtido Mineral: Se denomina curtido mineral comúnmente al curtido mediante cromatos, pudiendo ser también sales de manganeso, fierro y aluminio.

Curtido Sintético: Es aquel curtido que se realiza mediante el uso de curtientes obtenidos sintéticamente como el formol, la quinona y otros.

Curtientes: Piel o cuero curtido exclusivamente con sales de cromo o con éstas conjuntamente con pequeñas cantidades de otro curtiente, usado para coadyuvar al proceso de curtición al cromo y no en cantidad suficiente para alterar el carácter esencial de la curtición al cromo.

Curtir: Transformación de cualquier piel en cuero, cuya característica principal es ser imputrescible.

DBO:Demanda Biológica de Oxígeno

Degradabilidad: Un catalizador es una sustancia (compuesto o elemento) capaz de acelerar (catalizador positivo) o retardar (catalizador negativo o inhibidor) una reacción química, permaneciendo éste mismo inalterado (no se consume durante la reacción).

Depilante: Insumo generalmente líquido que se utiliza para desprender el pelo de las pieles.

Dermis: Grupo de fibras superficiales de la piel (flor).

Desbarbe: Quitar el carniche, pellejo y grasa que queda en las orillas del cuero después del descarne.

Descarnada: Despejar, mondar, quitar, pelar. Demacrarse, enflaquecer, consumirse, adelgazar, secarse.

Descarnado en pelo: Consiste en quitar de la endodermis los restos del músculo y colgajos, puede efectuarse en cal crudo, a mano o con máquina de descarnar.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desorille: Parte del proceso que consiste en recortar los colgajos, cachetes y restos de fibra de las pieles y carnazas, puede llevarse a cabo en azul o después del secado.

Desuello: Quitar la piel, o parte de ella, a un animal.

Disposición final: Acción de depositar materiales en confinamientos controlados o en rellenos sanitarios, con el fin de reducir o deshacerse de los mismos.

Divididora: Maquinaria que sirve para poder separar la parte superior de la piel (flor) de la carnaza, ambas partes son utilizadas para producir distintos productos en cuero.

Dividir: La capa externa o del lado del pelo o la lana, de un cuero o de una piel que ha sido dividida en dos o más capas, mediante la máquina de dividir.

DQO: Demanda Química de Oxígeno

Efluente: Líquido resultante de un proceso de producción donde se hayan usado líquidos como componentes.

Elasticidad: Propiedad general de los cuerpos sólidos, en virtud de la cual recobran más o menos completamente su extensión y forma, tan pronto como cesa la acción de la fuerza que las deformaban.

Elastina: Proteína de la piel.

Emisión: Es la descarga de sustancias, en cualquiera de sus formas, al ambiente.

Endodermis: Capa de la piel que esta compuesta por músculo.

Enzima: Compuesto derivado de células animales o vegetales o bien de origen sintético que cataliza la destrucción de proteínas y grasas.

Enzimáticos: Proteína que cataliza.

Epidermis: Membrana que recubre el cuerpo de los animales. Piel. Membrana que cubre el tallo y las hojas de las plantas.

Epidermis: Capa exterior de la piel, no vascular, situada sobre la dermis.

Estandarización: Normalizar un proceso por medio de la creación de un proceso sistemático.

Etapa de Acabado: Consiste en anilinas o pigmentos dispersos, los que son aplicados por pistola o rodillo.

Etapa de Curtido: Consiste en la estabilización de la estructura de colágeno que compone al cuero.

Etapa de Ribera: En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad.

Evapotranspiración: Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Falda, flanco: La parte del cuero que recubre el vientre, más fina, suave y elástica.

Filtrado: Operación que consiste en separar partículas sólidas de un líquido, promedios mecánicos.

Flor de la piel: En la industria de la curtiembre la parte anversa (superior) de las pieles una vez procesada se denomina flor y parte inferior carne.

Flor: Aspecto característico de los poros visibles sobre la superficie externa de un cuero o una piel, después de eliminar el pelo o la lana. La parte externa de la piel o cuero

Flotas: Cargas de agua en los procesos de curtiduría.

Fofa: Esponjoso, blando y de poca consistencia.

Formación reticular: Es una columna irregular de células y fibras nerviosas (que forma un entramado nervioso con límite difuso)

Fulón: O bombo, hace referencia a la maquinaria utilizada en las curtiembres para las operaciones de pelambre, curtición y acabados.

Fungicidas: Fungicidas, sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos perjudiciales para las plantas, los animales o el hombre.

Hidrofílica: Sustancia miscible con agua, es decir que tiende a acercarse y mantener contacto con el agua.

Hidrofóbica: Sustancia no miscible con agua, básicamente ocurre cuando la molécula

Hidrolizante: La hidrólisis es una reacción química del agua con una sustancia.

Hidróxido: El Hidróxido, combinación que deriva del agua por sustitución de uno de sus átomos de hidrógeno por un metal.

Hinchamiento liotrópico: Hinchamiento que poseen en su misma estructura, regiones Hidrofóbicas e hidrofílicas.

Histología: Parte de la anatomía que trata del estudio de los tejidos orgánicos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Industria del cuero: Industria que utiliza la piel animal que se produce como subproducto de las industrias cárnicas (material putrescible) para elaborar cueros (material estable) con el fin de darle acabados para que pueda usarse en la fabricación de una amplia gama de productos de consumo.

Inmunización: Proceso de pelambre sin destruir el pelo.

Inmunizar: Resistencia natural o adquirida. Se refiere a proteger el pelo durante el proceso de depilado, evitando que éste se degrade.

Kips: Tipo de acabado específico del cuero.

Lantionina: Forma insoluble de la queratina.

Licores de pelambre: Vertimientos generados en la etapa de pelambre.

Lipasas: Enzimas que tienen acción sobre las grasas.

Marroquinería: Manufactura de artículos de piel tales como: billeteras, cinchos, maletas, etc.

Materia prima: Son los materiales que no han sufrido una transformación industrial, que se incorporan a un bien durante el proceso de producción, constituyéndose en su ejemplo principal.

Mejor calidad: Hace referencia al resultado superior obtenido de la comparación de la calidad de la piel apelambrada por las formulaciones utilizadas, es decir al que tiene la mayor capacidad de satisfacer las necesidades del cliente.

Menor impacto ambiental: Hace referencia al resultado inferior de concentración de los contaminantes medidos a los licores de pelambre.

Moho: El moho es un hongo que se encuentra tanto al aire libre como en interiores.

Mordentado: Preparación de la flor de la piel para hacerla reactiva.

MSDS: Material Safety Data Sheet (hojas de seguridad).

Napa: Piel bovina dividida o piel ovina o caprina sin dividir, suave y elástica, generalmente de plena flor, utilizada para guantería o confecciones. Curtida al cromo o combinada y teñida a penetración completa.

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de

Optimización del uso del agua: Búsqueda de una manera adecuada de utilizar el agua en la etapa de pelambre.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Oxidación: Tanto en química inorgánica como en los procesos internos del cuerpo a nivel celular, la oxidación se define como la pérdida de electrones por un átomo.

Paleta: Recipiente abierto dotado de aspas con movimiento mecánico donde puede efectuarse el remojo o el depilado de las pieles.

Pelambre convencional: Proceso que emplea sales de sulfuro para la degradación reductiva del pelo de las pieles.

Pelambre enzimático: Proceso que emplea enzimas derivadas de bacterias o proteasas de hongos, o una combinación de ambos para desprender el pelo.

Pelambre: Mezcla de agua y cal con que se pelan las pieles de los animales, o pellejos en las instalaciones de las tenerías. Proceso a través del cual se elimina el pelo y se prepara el cuero para la posterior curtición.

Piel en sangre: Piel del animal recién desollada sin ningún sistema de conservación.

Piel en tripa integral: Es el cuero del pelambre hasta antes del curtido, en ésta etapa, el cuero tiene su espesor completo (sin dividir).

Piel en tripa: Piel de la que se ha separado la carnaza y la flor, mediante el dividido.

Piel seca: Es la piel conservada secándola a la sombra.

Pieles Crudas: Cuero extraído del ganado en su estado natural.

Pigmento: Sustancia colorante que, disuelta o en forma de gránulos, se encuentra en el citoplasma de muchas células vegetales y animales.

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Proceso de curtido: Proceso a través del cual las pieles se hacen impermeables y resistentes.

Proteasas: Enzimas que tienen acción sobre las proteínas.

Protección ambiental: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Proteína: Sustancia constitutiva de las células y de las materias vegetales y animales.

Proteoglicanos: Proteína de la dermis de una piel fresca.

Proteólisis enzimática: Reacción química que consiste en desdoblar la proteína del colágeno por medio de enzimas.

Putrecibilidad: Que se puede o puede pudrirse fácilmente.

Queratina.- Proteína contenida principalmente en el pelo.

Raspa: Es la viruta que queda al darle el espesor deseado al cuero, en máquina de raspar.

Reactividad: Volver activar.

Reciclaje: Recuperación de materiales que pueden ser empleados como materia prima en los mismos procesos productivos que los generan, o bien en procesos compatibles para elaborar bienes sustitutos.

Recirculación: Reciclar el agua después de ser usada.

Recurtientes: Piel o cuero que ha sido curtido al cromo en todo su espesor y luego tratado o curtido con agentes curtientes vegetales y/o sintéticos y/o resinas rellenantes, penetrando estos recurtientes en el interior del cuero, aunque no es necesario que sea a través de todo su espesor.

Remanencia: Duración o reserva de insumos químicos.

Remojo: Introducción de una cosa para que, al empaparse se ablande.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas inflamables o biológico infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. (CRETIB).

Reticular: Son auxiliares que se utilizan para mejorar las propiedades físicas de un acabado y actúan uniendo las diversas moléculas de acabado entre sí para mejorar la solidez al frote húmedo aunque al mismo tiempo empeoran las flexiones y la elasticidad.

Ribera: El objetivo de las operaciones de ribera es deshacerse de aquellas porciones que no son deseadas en el cuero acabado y darle a la piel condiciones físicas y químicas para el proceso siguiente. Para hacer un buen cuero, esto debe hacerse de tal manera que no se haga daño a la porción fibrosa que será transformada en cuero.

Sañado: Es el recorte de los cueros para retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas.

Solubilidad: La solubilidad es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra, es la propiedad que tienen unas sustancias de disolverse en otras, a temperatura determinada.

Soluble: Materiales capaces de disolverse.

Sustrato: En química, un **substrato** o **sustrato** es una especie química que se considera, de forma explícita, objeto de la acción de otros reactivos. Por ejemplo, un compuesto cuya transformación está afectada por un catalizador.

Tenería/curtiembre: Fabrica donde se curten y trabajan las pieles.

Turgencia: Abultamiento o hinchazón.

Turgencia: Determina el estado de rigidez de una célula, es el fenómeno por el cual las células al absorber agua, se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares, las cuales se ponen tensas.

Usos del agua: Utilización apropiada del agua según sus características de calidad.

Wet blues: Cueros teñido al cromo, después de haber sido procesados en la ribera.