

# **TABLA DE CONTENIDO**

<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CURTIDO</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>RECIBO DE PIELES CRUDAS</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Transporte de pieles frescas desde el frigorífico hasta la curtiembre</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Conservación de la piel</b>	<b>5</b>
2.1.2.1	Salado	5
2.1.2.2	Secado	6
<b>2.2</b>	<b>REMOJO</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>PELAMBRE</b>	<b>7</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Métodos de pelambre</b>	<b>7</b>
2.3.1.1	Proceso clásico	7
<b>2.3.2</b>	<b>Factores a controlar en el proceso de pelambre</b>	<b>8</b>
2.3.2.1	Controles físicos	8
2.3.2.2	Controles químicos	8
<b>2.3.3</b>	<b>Posibles defectos causados por un deficiente pelambre</b>	<b>9</b>
<b>2.4</b>	<b>ENCALADO</b>	<b>10</b>
<b>2.5</b>	<b>DESCARNADO</b>	<b>10</b>
<b>2.6</b>	<b>DIVIDIDO</b>	<b>11</b>
<b>2.7</b>	<b>DESENCALADO</b>	<b>11</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Técnicas de desencalado</b>	<b>12</b>
2.7.1.1	Baño	12
2.7.1.2	Baño corto o casi seco	13
<b>2.8</b>	<b>RENDIDO O PURGA</b>	<b>13</b>
<b>2.9</b>	<b>DESENGRASE</b>	<b>13</b>
<b>2.9.1</b>	<b>Piquelado</b>	<b>14</b>
<b>2.9.2</b>	<b>Técnicas de piquelado</b>	<b>14</b>
2.9.2.1	Con sal	14
2.9.2.2	Pobre en sal (o sin sal)	14
2.9.2.3	Concentrado	14
<b>2.10</b>	<b>CURTIDO</b>	<b>15</b>
<b>2.11</b>	<b>ESCURRIDO</b>	<b>17</b>
<b>2.12</b>	<b>DIVIDIDO</b>	<b>17</b>
<b>2.13</b>	<b>REBAJADO</b>	<b>18</b>
<b>2.14</b>	<b>NEUTRALIZADO</b>	<b>18</b>
<b>2.15</b>	<b>RECURTIDO</b>	<b>18</b>
<b>2.16</b>	<b>TEÑIDO Y ENGRASE</b>	<b>19</b>
<b>2.17</b>	<b>TEÑIDO</b>	<b>19</b>
<b>2.18</b>	<b>ENGRASE</b>	<b>19</b>
<b>2.19</b>	<b>SECADO</b>	<b>20</b>
<b>2.20</b>	<b>ACONDICIONADO</b>	<b>20</b>
<b>2.21</b>	<b>ACABADO</b>	<b>21</b>
<b>2.22</b>	<b>ANÁLISIS DEL PROCESO DE CURTIDO EN SAN BENTITO</b>	<b>21</b>
<b>2.22.1</b>	<b>Recepción</b>	<b>21</b>
<b>2.22.2</b>	<b>Remojo</b>	<b>22</b>
<b>2.22.3</b>	<b>Pelambre y encalado</b>	<b>22</b>
<b>2.22.4</b>	<b>Descarnado</b>	<b>23</b>
<b>2.22.5</b>	<b>Desencalado</b>	<b>23</b>
<b>2.22.6</b>	<b>Dividido</b>	<b>23</b>
<b>2.22.7</b>	<b>Rendido</b>	<b>24</b>
<b>2.22.8</b>	<b>Piquelado</b>	<b>24</b>
<b>2.22.9</b>	<b>Curtido</b>	<b>24</b>
2.22.9.1	Curtido al cromo	24

2.22.9.2	Curtido al tanino	25
<b>2.22.10</b>	<b>Rebajado</b>	<b>25</b>
<b>2.22.11</b>	<b>Recurtido</b>	<b>25</b>
<b>2.22.12</b>	<b>Acabados</b>	<b>25</b>

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CURTIDO

El objetivo fundamental del proceso de curtido de pieles consiste en la uniformización de las fibras proteicas, mediante la formación de complejos tipo quelatos por la acción de sustancias conocidas como curtientes. Dicha acción previene la descomposición y facilita su uso en la fabricación de diversos artículos

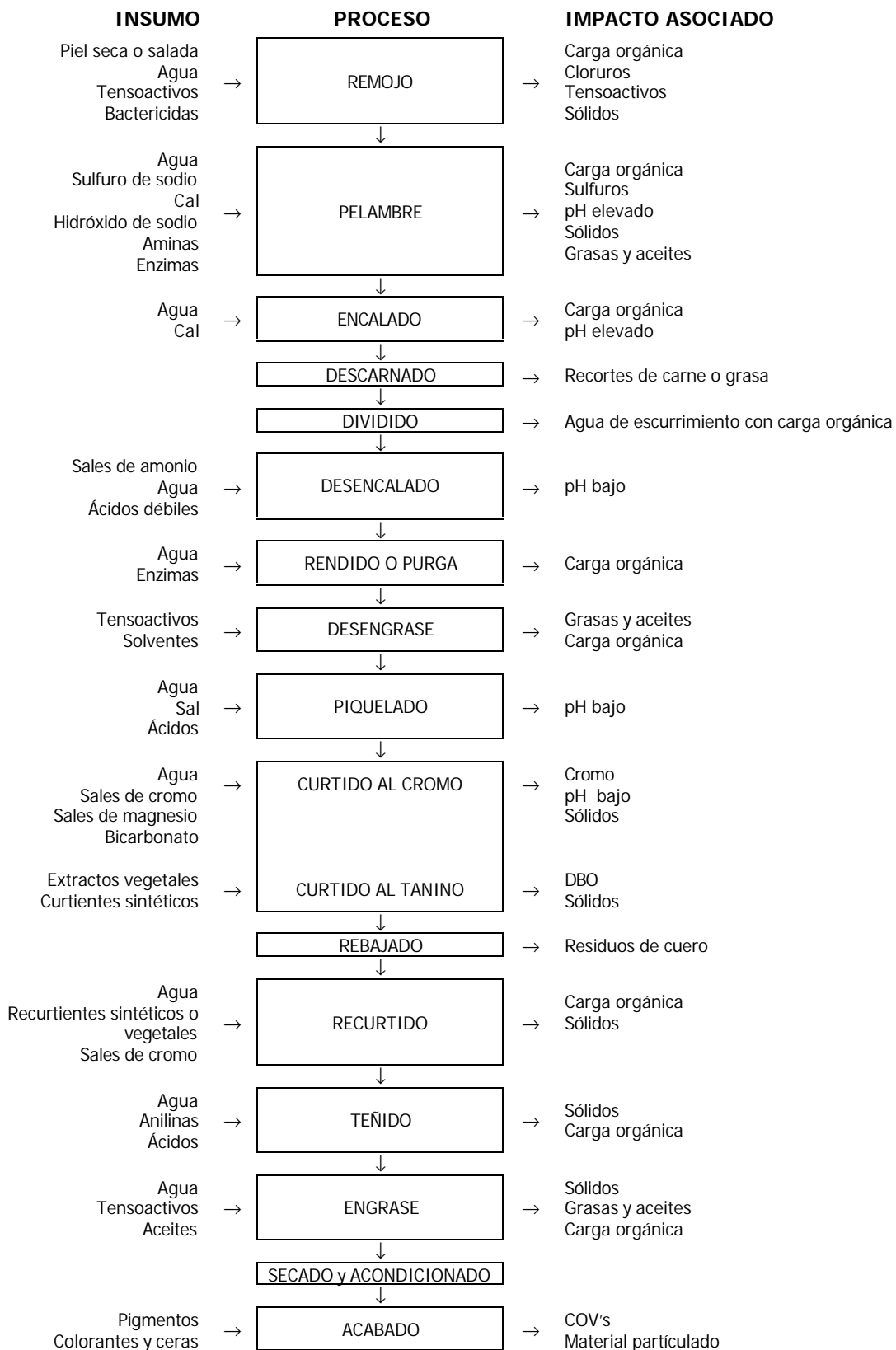
El proceso de curtido de pieles se puede dividir en 4 etapas básicas, las cuales son:

**Tabla 2.1 Etapas del proceso de curtido**

<b>Etapas</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Descripción</b>
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de la piel</li> <li>• Transporte</li> <li>• Recepción</li> <li>• Acondicionamiento</li> </ul>	En la curtiembre se emplean pieles saladas o secas, provenientes de ciudades alejadas de los centros de producción, por lo cual se hace necesario eliminar los agentes de preservación empleados, así como humectar la piel para los posteriores procesos.
Pelambre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelambre</li> <li>• Encalado</li> <li>• Dividido</li> <li>• Descarnado</li> <li>• Desencalado</li> </ul>	En esta etapa se eliminan los elementos no útiles, como pelos, carne y grasa, con el empleo de sustancias alcalinas y acción mecánica. En los procesos finales se hace necesario eliminar los diferentes productos empleados en el procesamiento de las pieles, por tratamiento ácido.
Curtición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piquelado</li> <li>• Curtido</li> <li>• Recurtido</li> </ul>	En esta etapa se produce la modificación de la estructura química de la piel, mediante la reacción con sustancias curtientes metálicas o vegetales. En las etapas finales se busca mejorar las propiedades físicas de la piel mediante tratamiento con agentes sintéticos (recurtientes) que aumentan la flexibilidad y mejoran su tacto.
Acabado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teñido</li> <li>• Engrase</li> <li>• Secado</li> <li>• Acondicionado</li> <li>• Acabado</li> </ul>	La piel curtida se trata con diferentes sustancias que mejoran sus propiedades de impermeabilidad flexibilidad, suavidad, a la vez que se da el color definitivo y el aspecto deseado, dependiendo de la aplicación final a que se destinará el cuero.

Fuentes: El Autor

En el siguiente diagrama se ilustra de manera general el proceso de curtición de pieles, así como los diferentes impactos ambientales asociados a dicha actividad.



## **2.1 Recibo de pieles crudas**

Lo más importante de esta etapa cero del proceso de curtición, es el tener todos los cuidados necesarios para conservar la piel en óptimas condiciones desde que el animal nace hasta el comienzo del proceso en la curtiembre. La primera función de una curtiembre es precisamente evitar la putrefacción o “solapa” de las pieles recién removidas del animal en el matadero o frigorífico.

En esta etapa uno de los problemas más frecuentes es “la merma”, este parámetro siempre se mide como la diferencia entre el peso del frigorífico y el peso en la curtiembre, esta diferencia de pesos corresponde en realidad al peso de agua. Es decir, se está pagando un cierto peso de agua como si fuera piel.

### **2.1.1 Transporte de pieles frescas desde el frigorífico hasta la curtiembre**

Son factores importantes a tener en cuenta: el tiempo transcurrido, la limpieza de la piel, la temperatura, contaminación de la sal y cualquier factor que influya en la definición de condiciones para lograr una mejor o peor conservación.

Las pieles se conservan mejor si se lavan con agua fría y se refrigeran. Es importante conservarlas y tratarlas antes de transcurridas 4 horas después del desuello.

De lo contrario la proliferación exponencial de bacterias (que se encuentran en condiciones favorables para su crecimiento) ocasionaría un debilitamiento físico – mecánico de la piel cruda.

Esta se puede evidenciar de dos formas; una indirecta que es, menos cantidad de cuero curtido por kilogramo de piel cruda puesta en trabajo, y otra por observación directa de la piel o el conjunto de pieles (pila). Estas últimas son: un lado carne meloso, con manchas amarillas, el pelo se suelta, existe un calentamiento interno de las pilas, se observa la flor floja (arruga).

### **2.1.2 Conservación de la piel**

Para lograr inhibir el ataque bacteriano se tiene varias técnicas de conservación, todas ellas consistentes en crear condiciones desfavorables para su crecimiento, principalmente en reducir la cantidad de agua contenida en la piel, en un 20 – 25%, aproximadamente.

#### **2.1.2.1 Salado**

Es el más empleado por ser económico y eficaz. Consiste en deshidratar la piel con NaCl (cloruro de sodio), es importante considerar un tamaño adecuado de grano, ya que granos muy grandes pueden dejar manchas indelebiles, también un grano grueso implica mayor tiempo de disolución y por tanto riesgo en el nivel de conservación. Por otra parte si el

grano es muy pequeño, la naturaleza higroscópica de la sal ocasionará la formación de terrones de difícil disolución.

El tamaño de grano adecuado es de 1- 3 mm.

Es importante considerar la procedencia de la sal ya que la proveniente de mar puede estar contaminada con bacterias y la sal de mina puede estar contaminada con sales ferrosas que darán un color pardo a la piel.

En este caso las fibras del colágeno se mantienen separadas unas de otras ya que entre ellas se deposita NaCl, no hay desnaturalización de proteínas y al estar separadas las fibras no hay peligro de enlaces indeseados entre ellas.

#### 2.1.2.2 Secado

Consiste en extender el cuero en el suelo o temparlo en bastidores y dejarlo secar al sol o a la sombra, a medida que el cuero se va secando se contrae y endurece. Aquí la velocidad de secado es muy importante, ya que con un secado lento no se inhiben las bacterias, mientras que un secado rápido endurece rápidamente el exterior y en el interior persisten las bacterias.

En este caso las fibras de colágeno se unen, esta vecindad ocasiona la formación de puentes de hidrógeno; si la temperatura del secado fue lo suficientemente alta es posible la desnaturalización de proteínas (algunas se pueden transformar en hidrófobas).

## 2.2 Remojo

Este es primero de los trabajos llamados de ribera. Antes de la curtición, la piel debe llevarse al grado de hidratación o hinchamiento que tenía el animal vivo (el contenido de agua de la piel fresca es de 60 – 65%), para recuperar así la flexibilidad original. También es importante para eliminar la suciedad, sustancias proteicas solubles y agentes de conservación.

Si las pieles que entran en esta etapa provienen directamente del matadero (piel fresca), no hay mayor problema pues un remojo simple, solamente para fines de limpieza es suficiente.

Si las pieles que entran al proceso son saladas o secas el proceso de rehidratación se vuelve más complicado, es un poco más lento; por tal motivo deben extraerse proteínas solubles para evitar la actividad bacteriana. La hidratación de las pieles saladas es más sencilla debido a que las fibras de colágeno se encuentran en la misma posición que en el animal vivo.

El remojo interrumpe el proceso de conservación, favoreciendo el ataque bacteriano, para controlar este problema se adicionan bactericidas como:

Mezcla: K-N-hidroxi N-metil tiocarbamato (32%) + Na-mercapto-benzotiazol(8%)

Mezcla: K-N-hidroxi N-metil tiocarbamato (40%)

Disolución acuosa de sales de amonio cuaternario.

Para acelerar el remojo se puede aumentar la temperatura (no más de 28°C), adicionar tensoactivos o aumentar la oferta de productos alcalinos. Un buen remojo es fundamental para que todas las sustancias químicas empleadas en las etapas posteriores, penetren en la piel de manera uniforme.

### **2.3 Pelambre**

Los objetivos primordiales de esta etapa son eliminar el pelo o lana y aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para el proceso de curtido. Se debe favorecer el hinchamiento de la piel para promover el aflojamiento reticular, además este aumento de espesor permite que la piel sea descarnada y dividida fácilmente.

El pelambre promueve la acción química hidrolítica del colágeno que aumenta los puntos de reactividad en la piel al mismo tiempo que la estructura sufre destrucción de sus enlaces.

Durante el pelambre las grasas de la piel sufren proceso de saponificación lo cual hace más fácil su eliminación con agua.

#### **2.3.1 Métodos de pelambre**

##### **2.3.1.1 Proceso clásico**

Las pieles se sumergen en un baño que contiene productos depilantes, el roce de las pieles entre sí y con las paredes del recipiente ayuda a la eliminación del pelo. Por éste método generalmente no se logra recuperar el pelo, lo cual es negativo para la recuperación de efluentes.

Hay varios factores que considerar tales como el porcentaje de baño, la cantidad de productos depilantes, la temperatura, el tiempo de procesamiento, entre otros. Cuanto menor sea la cantidad de agua mayor será la concentración de sales y viceversa. Si la solución es concentrada, hay menos agua entrando a la piel para hinchar las capas superficiales, lo cual favorecerá el ataque del pelo, sin embargo, se debe tener en cuenta que los productos depilantes son alcalinos y por tanto hidrolizantes del colágeno.

Si la temperatura se aumenta se favorece el acceso de los productos al folículo piloso ya que los poros se abren, pero el ataque químico también es mayor, constituyéndose en un factor limitante para el uso de altas temperaturas (no mayores de 30°C).

### 2.3.2 Factores a controlar en el proceso de pelambre

#### 2.3.2.1 Controles físicos

Tiempo, pH, efecto mecánico, color del cuero, olor, hinchamiento y turgencia (por tacto de la piel), limpieza de la flor, temperatura (no mayor de 28°C), y densidad (°Bé).

#### 2.3.2.2 Controles químicos

Determinación de la alcalinidad total de los baños, determinación de la concentración total de sulfuros o agentes reductores, determinación de la cantidad de amoniaco (sobretudo en baños de recirculación), determinación de las impurezas de hierro en los sulfuros y sulfhidratos (los cuales ocasionan manchas de color negro azuladas).

**Tabla 2.2. Tipos de depilantes**

Nombre	Formula	Características	Efecto	Empleo
Sulfuro de sodio	Na <sub>2</sub> S	Tiene un elevado pH (más de 12). Reductor fuerte	Provoca un alto hinchamiento y turgencia en la piel. A altas temperaturas (30-35°C) hidroliza el colágeno.	Altas cantidades son peligrosas por el ataque en la piel. Dosificar con precaución, para lograr solo el efecto deseado.
Sulfhidrato de sodio	NaHS	Tiene un pH menor. Reductor menor.	Ataca menos la piel que el Na <sub>2</sub> S, no provoca tanto hinchamiento.	Se debe ayudar con otro producto que sea más alcalino Ca(OH) <sub>2</sub> y/o Na <sub>2</sub> S.
Aminas (sulfato de dimetilamina)		Son reductores poco alcalinos. Son más costosos que los anteriores.	Por sí solos provocan hinchamiento sin turgencia.	Deben dosificarse junto con un álcali. Se usan cuando los sulfuros crean problemas en el tratamiento de aguas.
Hidróxido de calcio	Ca(OH) <sub>2</sub>	Base fuerte, baja solubilidad (1.4g/L), por tanto crea un efecto tampón (pH 11.5-12).	La presencia del ión calcio, que frena el hinchamiento osmótico (turgencia).	No se puede emplear solo, ya que no tiene poder depilante, es más puede ser un inmunizador de pelo. Se emplea como agente auxiliar. Su escasa solubilidad puede presentar problemas de abrasión y decantación
Hidróxido de sodio	NaOH	Alcalino, no reductor.	Ídem a Ca(OH) <sub>2</sub>	Ídem a Ca(OH) <sub>2</sub>

Fuente: ACOLCUR, Vademecun- Productos químicos. 1999.

**Tabla 2.3 Productos auxiliares para el desarrollo de pelambre**

Nombre	Empleo
Sales neutras	El NaCl en concentraciones menores del 5% aumenta el hinchamiento; el CaCl <sub>2</sub> es ampliamente usado para disminuirlo.
Antisépticos	No son necesarios ya que a valores elevados de pH las bacterias y los hongos no pueden sobrevivir.
Espesantes	Tales como el caolín, el almidón, dextrina y dispersiones poliméricas. Son empleadas para hacer las pastas de embadurnado.
Deslizantes	Son copolímeros de alto peso molecular solubles en agua y otros mucoplásticos de efecto lubricante, que sirven para evitar daños en la piel por abrasión.
Peróxido de sodio	El ataque químico a la piel es muy intenso, por su elevada alcalinidad y su alto poder oxidante. Produce un elevado grado de limpieza en la piel, decolorando los restos de pelo y epidermis. Su empleo debe controlarse, usándose en cantidades reducidas, durante periodos cortos y sobre pieles exentas de agentes reductores (Na <sub>2</sub> S).

Fuente: Cuernonet MERCOSUR

### 2.3.3 Posibles defectos causados por un deficiente pelambre

A continuación se resumen los defectos ocasionados por un pelambre deficiente, incluyendo sus causas más posibles y los efectos que ocasionan sobre el cuero.

**Tabla 2.4. Defectos causados por un pelambre deficiente**

Defecto	Causas	Efectos
Insuficiente remoción de pelo en sus raíces.	Poco tiempo de proceso, baja concentración de productos químicos, proceso de remojo insuficiente, alta turgencia (debido a temperaturas bajas, remojo alcalino muy largo)	Superficie de flor áspera y desigual, lesiones de la flor por depilado excesivo.
Manchas o sombras de cal.	Dejar las pieles expuestas mucho tiempo al CO <sub>2</sub> , insuficiente cubrimiento del baño de pelambre, uso de agua muy dura (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CO <sub>2</sub> libre).	Flor áspera y quebradiza, irregular absorción de curtiente, coloraciones.
Manchas por formación de jabones de cal.	Un pH elevado ataca las células adiposas y las saponifica, los jabones formados son de difícil eliminación.	Coloración borrosa y no uniforme de la flor.
Formación de arrugas (crispación de la piel).	Concentraciones elevadas de productos químicos durante el pelambre, producen exagerada hinchazón a temperaturas menores de 28°C. Sobre peso en los reactores de pelambre o escasa cantidad de agua.	Arrugas de cuello, crispación o graneado de la piel.
Explosiones.	Fuerte hinchazón, muy bajas temperaturas de pelambre.	Las explosiones de la piel se puede corregir sustituyendo un porcentaje de Na <sub>2</sub> S por otros depilantes más suaves.
Inmunización del pelo o lana.	Alta concentración alcalina o largo tiempo de acción.	Muy difícil eliminación del pelo.

Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

## **2.4 Encalado**

El calero es una operación fundamental en la fabricación del cuero porque en ella se realiza la apertura de la estructura fibrosa, favoreciendo la eliminación de sustancias interfibrilares que no interesan en la producción del cuero. Los productos químicos empleados y los controles que se deben tener son los mismos que para el pelambre; la acción de la cal consiste fundamentalmente en provocar un hinchamiento de las fibras de colágeno, hidrólisis parcial de la piel (proteína) lo que aumenta los puntos de reactividad, hidrólisis alcalina de las grasas, productos cementantes, raíces de pelo y otros. La eliminación de éstos materiales de la piel se facilita con la disolución en agua.

**Tabla 2.5: Factores determinantes de los resultados del calero**

<b>Factor</b>	<b>Recomendación</b>
Tiempo:	Se dará mayor aflojamiento de las fibras de la proteína si se deja mayor tiempo de contacto con los productos alcalinos
Temperatura	A temperaturas altas el calero se realiza más rápido. Este proceso es en especial sensible a los cambios de temperatura, sobre todo alrededor de los 20°C. Las temperaturas superiores necesitan ser rigurosamente controladas, más aún en períodos largos (más de un día). A mayor temperatura, menos turgencia y viceversa.
Efecto mecánico	Su objetivo es favorecer la penetración en la piel y homogenizar las concentraciones de producto entre las zonas de líquido en contacto con la piel; no debe ser muy vigoroso ya que la piel podría estropearse, por esto se recomienda el empleo de agentes lubricantes. Si se realiza en fulones, la velocidad no debe exceder las 4 R.P.M.
Concentración	La velocidad de reacción aumenta con la concentración, con una mayor concentración se aumenta la densidad de la solución, de esta manera el hinchamiento osmótico será ligeramente reprimido beneficiando la penetración. Por estas razones se debe empezar con baños concentrados e ir diluyéndolos, con el fin de obtener un hinchamiento progresivo y así evitar defectos como arrugas, flor gruesa o suelta, etc.

Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

En algunos casos es necesario realizar reencalado, proceso que consiste en el tratamiento de pieles ya encaladas, dentro de un nuevo baño de cal, se acostumbra realizarlo cuando los cueros necesitan ser muy blandos. Al realizar esta operación se deben controlar muy bien la temperatura y el tiempo, se sugiere emplear baños largos de 200-300% de agua, temperaturas entre 20-25°C y la duración puede variar entre 8 – 18 horas.

## **2.5 Descarnado**

Si durante el proceso de pelambre no hubo destrucción total del pelo, se debe eliminar mecánicamente junto con los restos de epidermis. Esta etapa es necesaria pues la epidermis tiene adheridos trozos de carne y grasa en su parte posterior que podrían

promover el desarrollo de bacterias sobre la piel y dificultar el proceso de curtido al impedir la penetración de los agentes curtientes al interior de la piel.

## **2.6 *Dividido***

Consiste en separar la piel en dos capas mediante procesos mecánicos, obteniéndose la flor y la carnaza. La flor es la capa externa de la piel o dermis y la carnaza es la parte interior o epidermis de estructura fibrosa. En el dividido la piel (que para ésta operación ya es propiamente la dermis o capa central de la piel), pasa completa a través de la divididora, la cual es una máquina que consta de 2 rodillos móviles provista de una cuchilla, esta máquina emplea agua para reducir la fricción entre la piel y la cuchilla, haciendo el corte más homogéneo.

## **2.7 *Desencalado***

El desencalado es una neutralización de la alcalinidad del pelambre con ácidos. Como consecuencia el pH disminuye y con él, el grado de hinchamiento y la turgencia. Este proceso es importante porque mediante él la piel es preparada para el piquelado.

La finalidad del desencalado es eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior, en espacios interfibrilares y la que se encuentra combinada con el colágeno, para deshinchar la piel dándole suavidad y ajustando su pH para el proceso de purga.

Estos grupos alcalinos corresponden a iones sodio ( $\text{Na}^+$ ) y calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) procedentes de sulfuros e hidróxidos, los cuales se pueden encontrar en la piel en dos formas diferentes:

1. *Químicamente ligados*: se encuentran haciendo parte de la estructura química molecular de las fibras.
2. *Químicamente no ligados*: grupos que se han instalado en los espacios interfibrilares, el tamaño del ión permite entrar hasta la zona de moléculas.

Si el desencalado es deficiente, se puede presentar aumento de la basicidad en la curtición al cromo, toque duro o acartonado y soltura de flor; por otra parte si no se logra un deshinchamiento suficiente, se puede sobrecurtir la piel, dando así un curtido muy turgente o inelástico y quebradizo.

El control del proceso de desencalado se realiza mediante titulaciones con indicadores tales como fenolftaleína, timolftaleína o rojo de metilo, por el cambio en su coloración. Para llevar a cabo esta operación se emplean principalmente ácidos débiles o sales ácidas (usualmente sales de amonio), las cuales pueden ser clasificadas en la siguiente manera:

1. Con alto contenido de sales de amonio (70-100%)
2. Pobres en sales de amonio (20-50%)
3. Libres de sales de amonio.

Las características que debe reunir una sustancia para su empleo en el desengrasado de las pieles son las siguientes:

1. Capacidad de disolver tanto la cal depositada capilarmente como la que se encuentra ligada químicamente.
2. Incapacidad de originar un hinchamiento excesivo.
3. Ligero efecto hidrotópico.
4. Efecto tamponante (a fin de alcanzar el pH adecuado para la acción enzimática).
5. Ausencia de efectos ambientales nocivos.

**Tabla 2.6. Desengrasantes más comunes**

Clase	Sustancia	Características
Ácidos fuertes	HCl – H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Gran peligro de hinchamiento ácido por sobredosis. El clorhídrico puede solubilizar el colágeno de la piel, el sulfúrico puede formar manchas de yeso.
	HCOOH CH <sub>3</sub> COOH Ácido láctico	Con el ácido láctico existe el problema de un bajo hinchamiento, pero puede producir una flor fina.
Ácidos débiles	Ácido bórico	Bueno para realizar desengrasados libres de sales de amonio. Bajo riesgo de hinchamiento ácido.
	CO <sub>2</sub>	En pieles gruesas se presentan dificultades de atravesamiento.
	Bisulfito de sodio	Se emplea combinado con sales de amonio.
Sales amónicas	Cloruro amónico	Su resultado es rápido y económico. El NH <sub>4</sub> Cl puede peptizar, por esto sus cantidades deben ser mínimas.
	Sulfato amónico	
	Acetato de amonio	Produce muy buenos resultados pero es costoso.
Ésteres orgánicos	Ésteres cíclicos	Resultados similares al desengrasado con CO <sub>2</sub> . Libre de N.
Productos especiales	Mezclas o ácidos policarboxílicos.	Variables de acuerdo a la formulación empleada.

Fuente:ACOLCUR, Vademecun- Productos químicos. 1999.

## 2.7.1 Técnicas de desengrasado

### 2.7.1.1 Baño

Un cuero suave, caído y suelto es resultado de un buen desengrasado. En el baño existen varios factores a tener en cuenta, como son, la cantidad de agua, el tiempo del baño, la cantidad de desengrasante, la temperatura y la adición de otros productos.

La cantidad de desengrasante empleado es función de las características de la piel, el grado de desengrasado requerido y la cantidad de cal adicionada. Así entre más cantidad de agua tenga el baño, más lenta es la difusión del desengrasante a través de la piel y a mayor temperatura más rápidamente disminuirá el hinchamiento. Los productos adicionales se usan para evitar hinchamientos ácidos o fijaciones indeseadas.

**2.7.1.2 Baño corto o casi seco**

En estos casos la cantidad de agua empleada es solamente de un 20 a 30%, de esta manera se logra un deshinchamiento más rápido, se logran pieles muy gruesas. Es conveniente la formación de sales que permitan extraer la cal, mediante la adición de cloruro de amonio o sulfato de amonio).

**2.8 Rendido o purga**

Durante este proceso se deben retirar las raíces de pelo que aún permanezcan adheridas a la piel; se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, el deshinchamiento de la piel y disociación de las grasas. Todos estos fenómenos tienen lugar por acción de las lipasas (enzimas que son capaces de degradar lípidos).

Algunos de los aspectos que es necesario controlar durante esta etapa son: la concentración y tipo de enzimas, el tiempo de acción, la acción mecánica, la cantidad de agua, la temperatura y el pH del baño.

**Tabla 2.7. Controles que se deben realizar en la etapa de purga**

<b>Control organoléptico</b>	<b>Controles físico-químicos</b>	<b>Control de calidad de productos</b>
Si se ejerce presión, deben permanecer las huellas de los dedos durante cierto tiempo que depende del tipo de piel y de proceso.  Prueba al tacto resbaladizo proporcional al grado de avance del proceso.  Si la piel en tripa ha sido bien purgada, los restos de pelo deben salir con facilidad al frotar.	pH  cada producto tiene rangos de pH óptimos para su acción:  ENZIMA                      pH  pancreáticas              7-9 bacterianas                6-7.5 fúngicas                     3.5-6  Temperatura  Debe ser menor de 37°C, por encima de este valor la piel se vuelve especialmente sensible al calor.	Pueden ser de acción suave, media o intensa, según las actividades sobre el sustrato.  Algunos métodos para determinar actividades enzimáticas son: Lohlein-Volhard,        Fuld-Gros, Kubelka-Wagner (caseína) Kunitz (caseína-fotométrica) Anson (hemoglobina) Hidepowwer-S-BLMRA,    UK (mediciones calorimétricas del polvo de piel)

Fuente: Cuernet, Mercosur

**2.9 Desengrase**

Las grasas entorpecen el proceso de curtido generando manchas, por tanto es necesario eliminarlas profundamente. Para este fin se emplean tensoactivos y emulsionantes,

frecuentemente con adición de solventes orgánicos desengrasantes, se está difundiendo el uso de derivados de fenoles etoxilados por su moderada biodegradación.

### **2.9.1 Piquelado**

El objeto principal de este proceso es acidular hasta un  $\text{pH} < 3,8$ , para disminuir los niveles de astringencia de los curtientes. La acidulación es importante para impedir que los curtientes eleven más su basicidad ocasionando curtición superficial, la cual da como producto una flor quebradiza y áspera.

El piquelado también sirve para conservar las pieles. El tratamiento consiste principalmente en una mezcla de sal y ácido en proporciones típicas de 12-15% de NaCl (sal común) y 1,5-2,0% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico), calculados sobre el peso en tripa.

### **2.9.2 Técnicas de piquelado**

#### **2.9.2.1 Con sal**

La concentración mínima de NaCl es 6°Bé, generalmente se miden 8-10°Bé. Se debe tener en cuenta la clase de ácido y su pH, aproximadamente es de 1-3%.

#### **2.9.2.2 Pobre en sal (o sin sal)**

Se emplean ácidos aromáticos (sulfoácidos derivados del  $\beta$ -naftaleno) no hinchantes, éstos deben tener las siguientes propiedades:

- Líquido concentrado (60%)
- Máximo 4.6% de sulfato
- Compatible con cualquier curtición

Algunas de las características del cuero cuando se emplea esta técnica, son:

- Mejor desengrase de la piel,
- Secado rápido, remojo más fácil y reversible,
- Mejor deshidratación luego del curtido (facilitándolas operaciones mecánicas)
- Reducción de contaminación por sales neutras
- Incremento en la temperatura de contracción en 8-10°C,
- Mejor distribución de los agentes de curtición.

#### **2.9.2.3 Concentrado**

En los anteriores procesos se trabaja con 50-150% de agua y una duración de 1-12 horas antes de la adición de curtientes. En el proceso concentrado con una mezcla de sulfoácidos aromáticos, enmascarante y rellenante, después de 5-10 minutos de rotación y

con 20-30% de agua, se puede adicionar el curtiente sin peligro de precipitación o baja difusión.

**Tabla 2.8. Variables que se deben controlar en el proceso de piquel**

<b>Variable</b>	<b>Características</b>	
Sales (Se pueden emplear combinaciones)	NaCl	La más comúnmente empleada.
	NaSO <sub>4</sub>	Sal de Glauber.
	Sales de ácidos orgánicos	Formiato de sodio o acetato de sodio.
Ácidos	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico, el más difundido para procesar pieles gruesas y pesadas.
	HCOOH	Ácido fórmico, se emplea combinado con el sulfúrico.
	HCl	Ácido clorhídrico.
	Acido láctico	Empleado en peletería.
	Acidos dicarboxílicos	
	Sulfoácidos derivados de la β-naftalina.	Usado en procesos pobres en sal.
Cantidad de agua	Se emplean porcentajes de 30-70%, para economizar reactivos y mejorar la velocidad de reacción.	
Duración	En piquelados convencionales se tarda de 1 a 5 horas, generalmente. Para procesos pobres en sales neutras, se logran en 5 – 10 minutos (con acción mecánica).	
Temperatura	Se deben evitar temperaturas menores de 29°C (hinchazón en frío) y mayores de 30°C (quemado de la flor).	
Auxiliares	Glutaraldehído	Mejora la estabilidad al sudor, tacto e intensidad de colores oscuros.
	Formaldehído	Fomenta la penetración, también la obtención de cueros planos.
	Sulfato de aluminio, alumbre potásico	Mejora la finura de la flor, la resistencia mecánica y el grado de agotamiento del cromo.
	Sintanes	Aumenta la distribución del cromo y aclara el color de ésta curtición.
	Cloruro de sodio	Blanquea las manchas de pigmento.

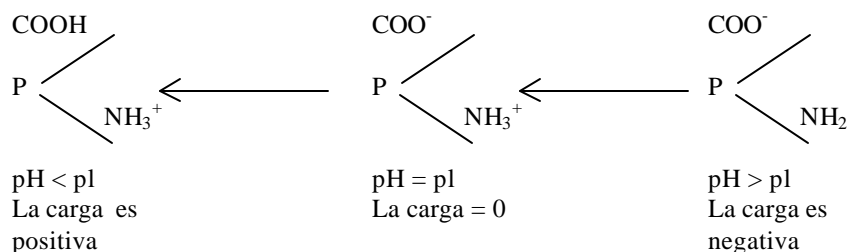
Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

### **2.10 Curtido**

La curtición es la transformación de cualquier piel en cuero. Esto implica que el cuero no se cornifique (por la adherencia de las fibras entre sí), sea resistente a la acción microbiana en húmedo, y sea estable a la acción del agua caliente (no gelatinice). Esta

operación busca estabilizar la estructura de la piel, en forma tal que se obtenga un producto no degradable.

Es necesario un "agente curtiente", capaz de combinarse irreversiblemente con el colágeno, mediante enlaces transversales que generan una estructura reticular. El carácter iónico de un curtiente disminuye el poder curtiente. Los curtientes al combinarse con el colágeno desplazan su punto isoeléctrico, los aniónicos lo desplazan hacia la parte ácida y los catiónicos hacia la parte básica.



Teniendo en cuenta el tipo de curtiente, los procesos de curtido se pueden clasificar de la siguiente manera:

**Tabla 2.9. Tipos de curtido según el curtiente empleado**

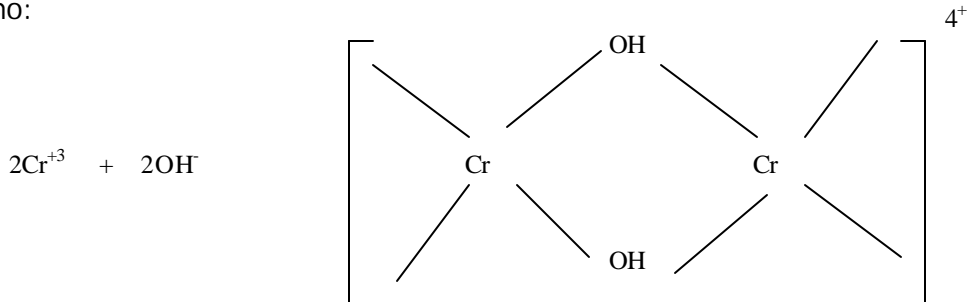
Tipo de curtido	Agente curtiente		
Inorgánicos	Sales	De cromo	
		De aluminio	
		De hierro	
		De zirconio	
	Polifosfatos		
	Sílice		
Orgánicos	Curtientes vegetales	Cortezas (pino, roble, sauce, mimosa, mangle)	
		Palos (quebracho, castaño)	
		Frutos (valonea, trillo, mirobálano, algarrobilla, dividivi)	
		Hojas (zumaque)	
		Derivados lingsulfónicos	
		Curtientes sintéticos	
		Aldehídos	
		Parafinas sulfocloradas	
		Aceites	
		Resinas	

Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

El curtido con sales de cromo representa el 80% de la producción total de cueros en el mundo. Con éstas sales se logra un muy buen nivel de calidad, una producción racional y un acabado económicamente ventajoso; Todas las anteriores ventajas hacen que las sales de cromo mantengan su liderazgo. Por esto se debe seguir trabajando en la solución del problema ecológico que ocasiona en las aguas residuales.

En el proceso clásico solamente se aprovecha entre un 60% y un 80% del curtiente adicionado. Mejorando algunos factores como el aumento del tiempo de rotación (40 horas), el incremento de la basicidad (difícil de mantener), el incremento de la temperatura (40°C), control y/o reducción de la cantidad de agua (70%); se obtiene un agotamiento de curtiente del 98%. Todos estos controles implican aspectos técnicos tales como regulación de la velocidad del fulón o control automático de la temperatura.

Para aumentar la basicidad es necesario tener en cuenta que a valores altos de pH el cromo precipita sobre la superficie del cuero, debido a la formación de complejos de cromo:



Si se desea una distribución uniforme de cromo, se requiere curtir a valores de pH bajos, para lograr una total penetración del cromo en la piel, después de esto sí es posible aumentar la basicidad, elevando el pH del baño.

El curtido se puede realizar en una sola operación (un baño) o más (dos baños).

En cuanto a curtido con productos diferentes al cromo, también se utiliza ampliamente el proceso al tanino, el cual se aplica principalmente para obtener monturas, suelas, vaquetas y tapizados. A menudo se emplea como agente curtiente la corteza de árboles o sus extractos. Se reconocen por su color castaño beige obteniéndose ciertos con grados variables de firmeza y con poca estabilidad a la luz.

### **2.11 Ecurrido**

Para remover el agua, la piel es sometida a presión haciendo pasar la piel extendida entre una máquina dotada de dos cilindros, conocida como escurridora. Después de esto es conveniente dejar entre 8 y 24 horas de reposo, para que la piel adquiera su espesor normal.

### **2.12 Dividido**

En éste proceso se separa la flor de la carnaza, siendo la flor la parte más valiosa. Es posible dividir la piel después del curtido o después del encalado o el piquelado.

El espesor de las capas obtenidas en el dividido debe ser superior en más o menos un 25%, respecto del final, debido a que se someten a procesos complementarios.

La divididora es una máquina que posee dos rollos, uno transportador y otro articulado, entre los cuales circula una cuchilla sin fin, el cuero es forzado a pasar entre los rollos sometiéndose a corte.

### **2.13 Rebajado**

Mediante esta operación se asegura que el cuero tiene un espesor adecuado y homogéneo, éste se controla usando un calibrador.

### **2.14 Neutralizado**

Durante el almacenamiento de los cueros curtidos al cromo (en general, curtido mineral), se forman ácidos que perjudican la calidad de las fibras.

Se debe elevar la acidez desde un pH entre 3,8-4,0 hasta uno entre 4,6-5,2. Los acidulantes empleados son bicarbonato de sodio, carbonato de sodio, formiato de sodio, bórax, etc. Se controla empleando como indicador verde de bromocresol. Se elimina el exceso de álcali mediante lavado.

### **2.15 Recurtido**

En esta etapa se realizan tratamientos complementarios a la operación de curtido, que darán la apariencia final del cuero. Tiene como fin obtener correcciones en la flor cuando las características deseadas no se obtiene con el simple curtido.

Es necesario recurtir cuando surgen los siguientes defectos:

- Demasiada elasticidad del cuero curtido al cromo, dicha característica impide que el cuero sea lijado para corregir algunos defectos.
- Textura no homogénea, poca consistencia.
- Demanda de altas cantidades de engrasantes.
- Dificultad en el grabado estampado y secado.

Se emplean como agentes de recurtido, básicamente los mismos agentes curtientes (cromo, aluminio, zirconio, taninos, sintéticos, etc.)

### **2.16 Teñido y engrase**

El objetivo de esta etapa es obtener el color deseado y reponer las grasas que el cuero perdió durante el proceso de curtido.

Se adicionan anilinas y engrasantes en cantidades próximas al 7% del peso en agua, tanto por la flor como por la carnaza.

Otros productos también empleados frecuentemente son humectantes, emulsificantes polímeros y sales minerales, de diversas formulaciones comerciales.

### **2.17 Teñido**

Esta operación se lleva a cabo en los fulones y su objetivo consiste básicamente en darle al cuero el color deseado mediante el uso de anilinas, el tiempo de operación se encuentra entre 30 minutos y una hora.

**Tabla 2.10. Características del teñido**

Factores a controlar en ésta etapa	Temperatura Volumen Tiempo de baño Tipo de curtido Tipo de colorante
Productos empleados	Colorantes ácidos Colorantes azoicos básicos, como las aminas Colorantes complejos metálicos
Sistemas empleados	Teñido con brocha o compresor, se tiñe solo una fase del cuero. En fulón En máquina
Cuidados que se deben tener	Evitar una reacción excesiva del colorante con la fibra del cuero. Evitar cargas superficiales excesivas, ya que éstas hacen que el colorante se combine más rápido y se generan de éste modo desigualdades en la superficie, para tal efecto se han desarrollado sustancias que disminuyen la velocidad de reacción entre el colorante y la fibra.

Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

### **2.18 Engrase**

En ésta operación el engrasante rodea las fibras del cuero actuando como lubricante. Las características del cuero son modificadas, aumenta la resistencia al rasgado y se torna suave y elástico.

Los engrases son realizados por el proceso de emulsión, los aceites emulsionados penetran al cuero que es previamente neutralizado, recurtido y teñido, debiendo ocurrir el rompimiento de la emulsión en su interior.

La fijación del engrasante en la piel depende de la estructura química de sus componentes, cuanto mayor es su polaridad, mayor es la afinidad por la fibra y menor posibilidad de migración tiene.

**Tabla 2.11. Características del engrase**

Factores a controlar en ésta etapa	Condiciones de curtido y recurtido Volumen de baño de engrase PH Temperatura Velocidad de ruptura de la emulsión Estabilidad de la emulsión a variaciones del pH. Naturaleza de la carga eléctrica del cuero.
Productos empleados	Aceites y grasa naturales Aceites sulfatados, sulfitados u oxidados Aceites sintéticos Aceites minerales Otros productos de síntesis
Aspectos importantes	Absorción del engrase por los cueros Distribución del material en el cuero Fijación del material de engrase en el cuero

Fuente: GERARD OTHO, Curtición y tratamiento de pieles. 1968

### **2.19 Secado**

En este proceso se busca la eliminación parcial del agua contenida en el cuero, su desarrollo deficiente puede conducir a un cuero de baja calidad.

**Tabla 2.12. Distribución del agua contenida en el cuero y forma de eliminación**

Agua en los espacios interfibrilares y agua superficial.	Esta puede ser eliminada por una operación mecánica (máquina de escurrido)	El producto final debe presentar el 14% de agua, representada en agua químicamente ligada a las proteínas y agua en los capilares finos.
Agua absorbida por capilares finos y gruesos.	Puede ser eliminada por secado (al aire, al vacío, sobre placas de metal o vidrio, etc.)	
Agua combinada (ligada y de hidratación).		

Fuente: Cueronet, MERCOSUR

### **2.20 Acondicionado**

Hace referencia al conjunto de operaciones mecánicas que confieren al cuero características finales de elasticidad y suavidad. Estas operaciones son:

- *Rehumectación*: recuperación de un porcentaje de humedad, para aumentar la resistencia mecánica.
- *Aporreo*: da al cuero suavidad y flexibilidad.

- *Secado final:* reducción de la humedad (14%).
- *Lijado:* para corregir los defectos de la flor.

### **2.21 Acabado**

Proporciona al cuero el aspecto definitivo, mejora el brillo, toque y algunas características físico-mecánicas. Se lleva a cabo mediante la aplicación de capas sucesivas de composiciones a base de pigmentos y resinas.

**Tabla 2.13. Capas de acabado**

<b>Capa</b>	<b>Característica</b>
Capa base	Iguala la superficie, reduce el poder de absorción y disminuye la dilatación de las fibras.
Capa de pigmentación	Más fina y dura que la anterior.
Capa de lustro	Más dura, delgada y transparente que las anteriores, debe ser resistente a la fricción, sequedad, humedad y calor.

Fuente: Cueronet, Mercosur

Cada una de éstas capas es aplicada con máquina de pistola, permitiendo secados intermedios para mejorar la absorción y características finales de cada una de ellas.

### **2.22 Análisis del proceso de curtido en San Benito**

Debido a las condiciones económicas y sociales a nivel local, los industriales han venido adaptando el proceso general anteriormente descrito a sus condiciones particulares. Se ha observado que coexisten industrias que realizan el proceso de curtido completo, desde remojo hasta acabado final con otras que solamente realizan algunos procesos húmedos y contratan el maquinado en empresas especializadas, además de todas las gamas intermedias de producción comprendidas entre éstos extremos. Adicionalmente los procesos desarrollados dependen de la aplicación que se va a dar al cuero y en mayor medida del tipo de curtición y acabados realizados.

A continuación se hace una descripción general de las especificidades del proceso tecnológico desarrollado en San Benito, haciendo énfasis en las etapas más importantes desde el punto de vista ambiental.

#### **2.22.1 Recepción**

Dependiendo del comportamiento del mercado y de la especialidad de la curtiembre, se pueden emplear diversos tipos de pieles considerando éste aspecto desde el origen de la piel y del tipo de conservación empleada, a saber:

1. Pieles frescas: generalmente bovinas
2. Pieles saladas
  - ovinas
  - caprinas
  - bovinas: reses o becerros

La adecuación realizada a cada clase de piel depende en gran medida del tipo a que pertenece, a las pieles frescas generalmente se les retiran trozos de carne y grasa, los cuales lamentablemente son aprovechados en alimentación. Las pieles saladas generalmente provienen de la costa atlántica y llanos orientales y traen consigo una gran cantidad de sal la cual es eliminada preliminarmente sacudiendo la piel en el piso de la curtiembre. Posteriormente, la sal se recoge en sacos y se vende para su aprovechamiento en otros procesos.

En esta etapa también se realiza el corte de partes no aprovechables en el proceso de curtido como son las colas y orejas que trae consigo la piel, las cuales se eliminan junto con los residuos sólidos manejados por la empresa de servicios de aseo; y en algunos casos éstos subproductos se arrojan a los animales domésticos para su alimentación.

### **2.22.2 Remojo**

En san Benito, este proceso se desarrolla generalmente en grandes tanques o albercas, empleando para ello algunos productos tensoactivos para aumentar la eficiencia de humectación.

El tiempo de remojo empleado es muy variable y depende en gran medida de lo que en el barrio se conoce como “fórmulas tradicionales” y puede ir desde unas 8 – 10 horas hasta uno o dos días y esta extendido el uso de agua caliente para mejorar la eficiencia, pues ésta se considera un insumo de elevado costo, a pesar de que un 24% de las curtiembres cuenta con calderas, pero el uso de vapor se concentra principalmente en operaciones de acondicionado y acabado.

En general este proceso no genera impactos ambientales críticos, la carga orgánica depende únicamente del contenido de sangre y estiércol de la piel, pero sí aumenta considerablemente la carga de cloruros del efluente al diluir la sal no eliminada mecánicamente de la piel.

### **2.22.3 Pelambre y encalado**

A pesar de los avances realizados en materia de formulación de baños de pelambre, que promueven la no destrucción del pelo; En San Benito se siguen empleando procesos tradicionales basados en cal y sulfuro considerados como altamente contaminantes por cuanto el efluente final va cargado de gran cantidad de lodos generados en la disolución del pelo y en el ataque parcial de las proteínas de la piel.

Existe disponibilidad de insumos para realizar procesos alternativos de pelambre en San Benito, pero su uso no se ha extendido a todo el barrio debido a los costos de los insumos y a que algunos industriales manifiestan que los resultados no son completamente satisfactorios.

Del total de empresas de San Benito 106 realizan procesos convencionales de pelambre empleando para ello cal y sulfuros correspondiendo a un 51.2%, 73 realizan procesos "ecológicos" empleando aminas y enzimas como sustitutos parciales del sulfuro de sodio y 28 no realizan procesos de pelambre realizando únicamente curtido y/o maquinado de las pieles.

Otras alternativas para reducir la carga contaminante generada en este proceso consideran la reutilización de los baños, alternativa ampliamente estudiada pero poco aplicada debido en gran parte a la baja disponibilidad de espacio en la mayor parte de las industrias y a la necesidad de realizar inversiones adicionales en infraestructura física y equipos de tratamiento.

#### **2.22.4 Descarnado**

El manejo que se hace de ésta operación en San Benito es muy heterogéneo y depende en gran medida del nivel tecnológico y socioeconómico de la curtiembre en estudio, puesto que las empresas que cuentan con máquinas propias para realizar la labor corresponden a un 31 %, mientras que las pequeñas algunas veces contratan el servicio a máquina y en una gran parte de los casos contratan el servicio de descarnado manual, que se realiza colocando las pieles en caballetes y eliminando la grasa y trozos de carne mediante cuchillos. Los residuos sólidos generados se conducen en camiones hasta las empresas dedicadas a la extracción de sebos, ubicadas a la orilla del Río Tunjuelito.

#### **2.22.5 Desencalado**

El sistema más comúnmente empleado en San Benito para desarrollar esta etapa es el que utiliza sulfato de amonio como agente desencalante. Se han hecho algunos ensayos empleando bióxido de carbono para llevar a cabo este proceso con buenos resultados, pero los altos costos del sistema y las dificultades inherentes al proceso lo hacen poco atractivo económicamente entre los empresarios.

#### **2.22.6 Dividido**

El dividido de las pieles que se realiza antes del proceso de encalado es un factor que mejora la eficiencia del proceso lo da como resultado unas pieles mejor desencaladas con la tecnología actual y que puede llegar a reducir costos en los sistemas que emplean dióxido de carbono para tal fin. De acuerdo con los datos recopilados en la encuesta un 15.94% de las curtiembres cuenta con equipos para el dividido de pieles.

### **2.22.7 Rendido**

Este proceso se lleva a cabo en algunas curtiembres, consideradas de nivel tecnológico medio o alto, empleándose para ello enzimas pancreáticas a concentraciones aproximadas del 1% durante un tiempo de procesamiento que oscila alrededor de las 2 horas.

### **2.22.8 Piquelado**

En general los procesos realizados en San Benito emplean ácido sulfúrico o fórmico en esta etapa. El uso de ácido fórmico sustituye al ácido sulfúrico y reduce la dosis de cloruro de sodio requerida, lo que redundará en una menor carga de cloruros en el efluente final.

### **2.22.9 Curtido**

En esta etapa, los insumos empleados y las condiciones de proceso dependen del tipo de curtido y de la aplicación final del cuero. Para la obtención de cuero napa el proceso se realiza por medio de sales de cromo, mientras que para la obtención de suelas el curtido se realiza mediante curtientes vegetales o taninos.

#### **2.22.9.1 Curtido al cromo**

En el proceso tradicional, a las pieles piqueladas se les trata inicialmente con sal de cromo (7% en peso de la piel) a un pH de 3.4 o 3.5 que permite una buena adsorción del cromo por parte de la piel, con un tiempo de proceso de 4 a 6 horas. Posteriormente se adiciona bicarbonato de sodio al baño en una concentración máxima del 1% para incrementar el pH (basificar) durante 6 horas más, lo que permite la fijación del cromo a las fibras de colágeno.

Este proceso presenta inconvenientes en el control del pH dadas las características químicas del bicarbonato de sodio, llegando a alcanzar valores por encima de 4.5 precipitando el cromo del baño, reduciendo la oferta de cromo para el proceso de curtido e incrementando la carga contaminante del efluente final.

En cuanto a tipos de procesos de las 207 empresas que respondieron a la encuesta, 152 realiza curtido al cromo (73.4% del total), de las cuales 132 empresas realizan procesos de curtido convencional y 55 realizan curtido de alto agotamiento.

El proceso de alto agotamiento de cromo es un concepto nuevo que se viene propagando entre las industrias del sector, consiste esencialmente en aumentar el consumo de cromo por parte de la piel hasta valores del orden de un 95% de la oferta inicial contra valores de 60 – 80% en el proceso tradicional. Este proceso se maneja empleando basificantes diferentes al bicarbonato tales como óxidos de magnesio o productos de marca ya empleados en algunas empresas del barrio o cambiando las condiciones de proceso como son tiempo de rodamiento del fulón en el curtido o aumentando la temperatura de los

baños, aspecto que en algunas curtiembres se maneja aumentando la velocidad y tiempo de rodamiento según información de los empresarios.

En cuanto al uso de equipos el 57% de las curtiembres emplea uno o dos equipos para realizar las diferentes operaciones del proceso, sacrificando así las condiciones ideales en la etapa de curtido, por cuanto en las paredes de los fulones se absorben los álcalis empleados en el pelambre y encalado, lo cual provoca aumentos en pH con la consecuente reducción en la oferta de cromo en los baños por precipitación del mismo

#### **2.22.9.2 Curtido al tanino**

A pesar de que este proceso es menos empleado que el curtido al cromo también se realiza en San Benito principalmente para la obtención de suelas. De acuerdo con la información recopilada en el Estudio de factibilidad para el diseño de la planta de tratamiento de aguas del Barrio, un 8.7% de las curtiembres realizan procesos al tanino principalmente para la obtención de suelas y un 12% realizan procesos combinados al cromo y tanino.

#### **2.22.10 Rebajado**

Al igual que en la etapa de descarnado, muchas de las curtiembres de San Benito no cuentan con equipos propios para realizar esta operación, generalmente contratada con empresas más grandes o con empresas especializadas en la prestación de servicios de maquinado. Los residuos generados son dispuestos por la empresa prestadora de servicios de aseo o enviados a empresas dedicadas a la fabricación de gelatinas. El 31% de las empresas de San Benito cuenta con equipos para realizar esta labor. (rebajadoras)

#### **2.22.11 Recurtido**

Los procesos de recurtido realizados en San Benito dependen principalmente de la aplicación a que se destinará el cuero acabado, se destacan los recurtidos fenólicos y acrílicos, al formaldehído y los recurtidos al tanino mediante extractos de quebracho

#### **2.22.12 Acabados**

La mayoría de las curtiembres de San Benito realizan los procesos de teñido y engrase en el mismo fulón generando bajos caudales de aguas residuales y por consiguiente una baja carga de contaminación.

Respecto los acondicionados realizados a los cueros luego del curtido se destacan el templado y secado llevado a cabo en toggling, proceso desarrollado únicamente en las empresas grandes, el suavizado de la piel realizado en máquinas ablandadoras, mollizas y caimanes, empleados según el nivel socioeconómico de la empresa; las empresas

medianas y grandes emplean mollizas para este fin encontrándose que el 4.35% de las empresas cuentan con ablandadoras y el 4.83% cuentan con molliza, el caimán cumple funciones similares a éstas máquinas pero es empleado por las curtiembres pequeñas encontrándose que el 13% de las empresas cuentan con uno.

En cuanto al manejo de los acabados en San Benito, de acuerdo con los datos reportados por la encuesta censo, el 8% de las empresas prestan servicios de acabado y corresponden a empresas grandes especializadas en éste tipo de operaciones, mientras que un 66.7% de las empresas hacen acabados propios entendiéndose éste como el barnizado y lustrado de los cueros, ya que la mayoría de las curtiembres cuentan con espacios destinados a ésta labor conocidos como "pintaderos", que se encuentran ubicados en las plantas superiores de la construcción y las empresas grandes cuentan con equipos automáticos de pistolas rotatorias o rodillos para realizar esta operación

Los procesos finales de acabado como son el prensado o planchado y la medición de la piel son contratados en su mayoría por las curtiembres pequeñas y medianas del barrio, las empresas grandes cuentan con equipos propios para desarrollarlos hallándose que el 9.7% de las empresas cuenta con prensas. La medición de las pieles en empresas pequeñas se lleva a cabo usando plantillas que se colocan sobre las pieles para medir su área.