

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA



INFORME TECNICO  
PARA LA OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUIMICO

**PROCESO DE CURTICION VEGETAL**

PRESENTADO POR:  
WILMER JOEL ROJAS DIAZ

PROMOCION 92 – II

**Dedicatoria:**

**A mi madre y hermanos,  
por su apoyo para el logro  
de mi carrera profesional.**

**A mi esposa e hijos,  
la felicidad de mi vida.**

**Agradecimientos:**

A mi asesor Ing. Abel Vergara  
por su apoyo en la elaboración  
del presente trabajo.

A los Ingenieros: Helvert Vera,  
Jimmy Flores, Carlos Arevalo,  
Guillermo Bazán por sus  
enseñanzas y buenos consejos.

## INDICE

1.-	INTRODUCCION	6
2.-	ACTIVIDAD PROFESIONAL	10
	a.- CURTIEMBRE EL AGUILA S.A.	11
	b.- J. V. MOLFINO E HIJOS S. A.	11
2.1	Estructura Orgánica.	13
	2.1.1 Relación Profesional-Empleador.	13
	2.1.2 Trabajo Profesional Desarrollado.	14
	2.1.3 Funciones desempeñadas que necesitaron el conocimiento de técnicas profesionales.	14
	2.1.4 Actividad profesional.	15
3.-	ETAPA DE RIBERA	17
3.1	Remojo.	20
	3.1.1 Factores que influyen en el remojo.	23
3.2	Pelambre.	25
	3.2.1 Proceso de pelambre.	30
	3.2.2 Factores que influyen en el pelambre.	31
3.3	Descarnado.	33
4.-	ETAPA DE CURTIDO	35
4.1	Desencalado.	36
	4.1.1 Tipos de desencalantes.	36
	4.1.2 Factores que influyen en el desencalado.	37
4.2	Piquelado.	39
	4.2.1 Factores que influyen en el piquelado.	40
4.3	Curtido.	42

4.3.1	Componentes de los extractos curtientes.	44
4.3.2	Extractos curtientes comerciales.	48
4.3.3	Curtición vegetal.	50
	a.- Difusión.	50
	b.- Fijación.	53
5.-	ETAPA DE ACABADO	58
5.1	Ecurrido.	59
5.2	Blanqueo.	59
5.3	Retenido.	61
5.4	Secado.	63
5.5	Cilindrado.	65
6.-	CARACTERISTICAS DE LA SUELA VEGETAL	69
7.-	ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OPTIMAS DE CURTIDO	71
8.-	CONCLUSIONES	78
9.-	RESUMEN	82
10.-	BIBLIOGRAFIA	85
11.-	APENDICES	87

## **1.- INTRODUCCION**

## **1.- INTRODUCCION**

Un cuero constituye una piel de animal preservada de la putrefacción en procesos denominados curtidos, manteniendo la naturaleza fibrosa de la piel.

La producción del cuero comprende tres etapas (ver figura 1):

- a) RIBERA
- b) CURTIDO
- c) ACABADO

En la operación de ribera la mayoría de la sustancia no formadora de cuero son removidas de la piel (pelos, epidermis, grasas, residuos de carne, tejido interfibrilar). En la etapa de curtido, las pieles previamente preparadas son tratadas con soluciones de sustancias curtientes para transformarlos en cueros. En la etapa de acabado se ejecutan las operaciones complementarias a las operaciones anteriores y que dan la apariencia final del cuero, aquí se incluyen operaciones de engrase, blanqueo, secado y acabado propiamente dicho.

El proceso de producción se describe de acuerdo a la experiencia obtenida en este sector industrial, el cual se inició en la empresa CURTIEMBRE EL AGUILA S. A. (Julio de 1993 - Diciembre de 1996), seguido después en la empresa J. V. MOLFINO E HIJOS S. A. (Enero de 1997 hasta la fecha).

CURTIEMBRE EL AGUILA S. A. y J. V. MOLFINO E HIJOS S. A. son empresas dedicadas a la curtición de pieles de vacuno, con el objetivo de obtener cueros de distintas propiedades (Suelas, viras, cueros para empeine, cueros para fines industriales: correas, tiritas, etc.). En ambas empresas se buscó un control adecuado de la producción, cálculos de rendimientos en cada

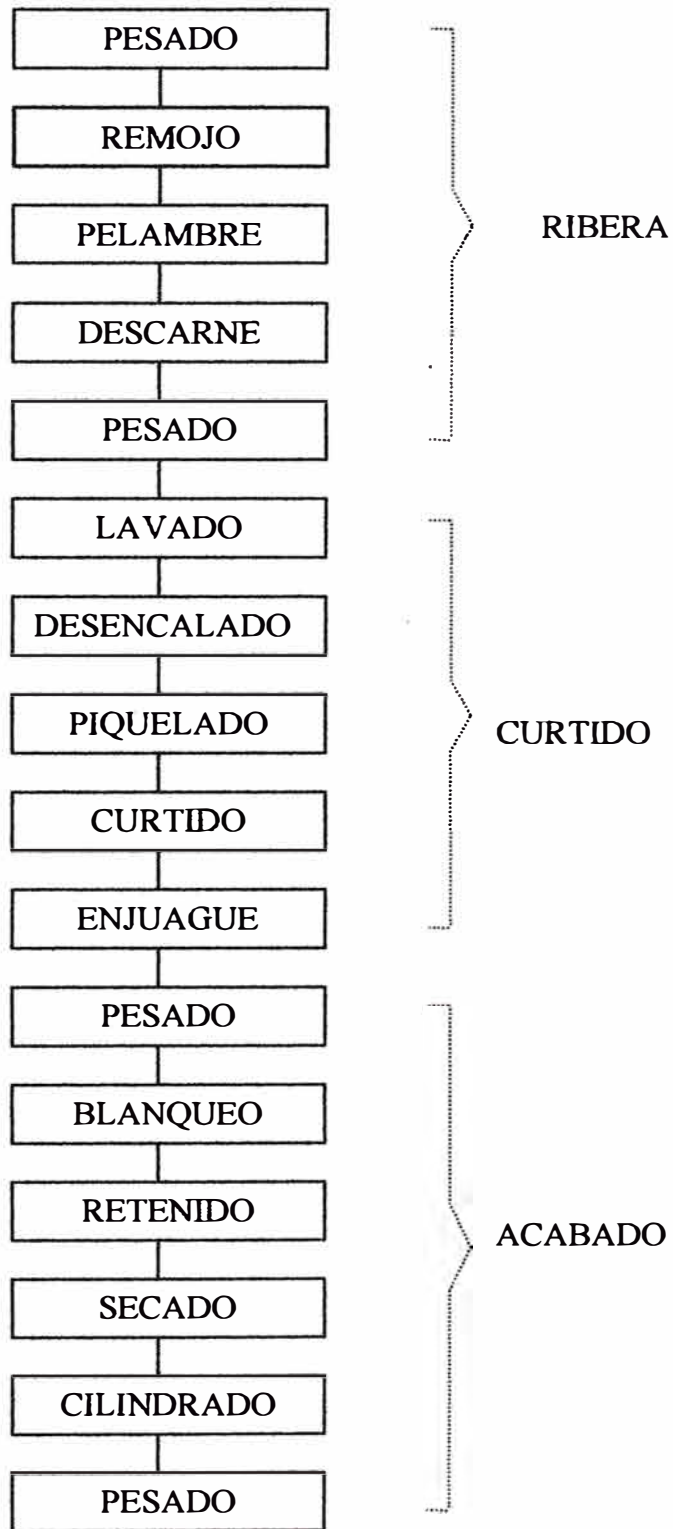
etapa de producción así como la mejora continua del producto de acuerdo a las exigencias de los clientes.

El objetivo de este informe técnico es presentar las condiciones de proceso para obtener una suela con un buen rendimiento en el curtido (mayor peso de producto final debido a un mejor agotamiento de los baños de curtido) evitando en todo momento la formación de graneos (arrugas) en el lado flor de la piel que se procesa. Este aumento de rendimiento permite a la empresa tener un menor costo de producción de las suelas, aumentando por consiguiente su utilidad por kilo de producto terminado.

Este informe consta de once capítulos. En el capítulo segundo se indican las empresas donde se desarrolló la actividad profesional así como las actividades realizadas dentro de ellas. En los capítulos tercero, cuarto y quinto se presenta de manera resumida las características de los procesos para obtener cueros tipo suela a partir de pieles de vacuno. En el sexto capítulo se describe las características de la suela. En el séptimo capítulo se describe los procesos planteados para lograr el objetivo de este informe y los resultados obtenidos. En el octavo capítulo se dan las conclusiones y finalmente en el noveno capítulo se presenta un resumen del presente informe.



**Fig. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE CUEROS PARA SUELAS A PARTIR DE PIELS DE VACUNO**



## **2.- ACTIVIDAD PROFESIONAL**

## **2.- ACTIVIDAD PROFESIONAL:**

La actividad profesional en el campo de la Ingeniería Química fue desarrollado en las siguientes empresas:

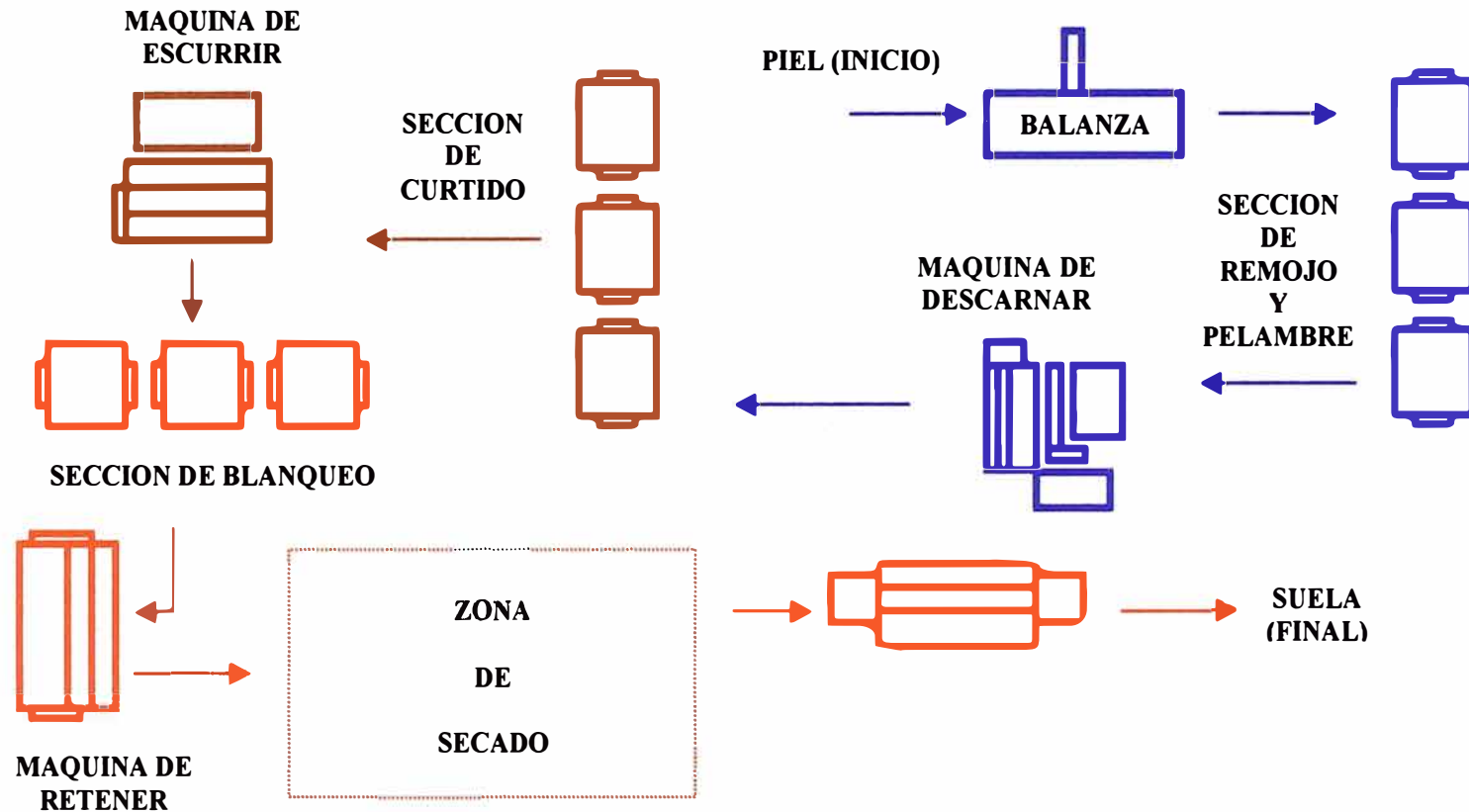
### **a.- CURTIEMBRE EL AGUILA S.A.**

Fue una empresa industrial del sector Curtiembre, ubicado en el jr. Monsefú 995 – Lima, dedicada a la producción de cueros a partir de pieles de vacuno. Esta empresa tenía dos líneas de producción: la línea denominada BOX era la que se encargaba de la producción de cueros para empeine, aquí las pieles de vacuno eran curtidas con curtientes minerales (Sulfato de Cromo), la otra línea denominada SUELA era el que estaba bajo mi responsabilidad y se dedicaba a la producción de cueros tipo suela (suela al botal, viras, correas, etc.), aquí las pieles de vacuno eran curtidas con curtientes vegetales (Quebracho, Mimosa, Castaño).

### **b.- J. V. MOLFINO E HIJOS S. A.**

Es una empresa cuyos accionistas adquirieron la infraestructura de CURTIEMBRE EL AGUILA S.A. y prosiguieron con las actividades productivas en el mismo sector manufacturero: Curtiembre. La empresa tiene las mismas líneas de producción antes mencionadas, la línea suela continua bajo mi responsabilidad. En la figura 2 se muestra la distribución de la planta de producción de esta empresa.

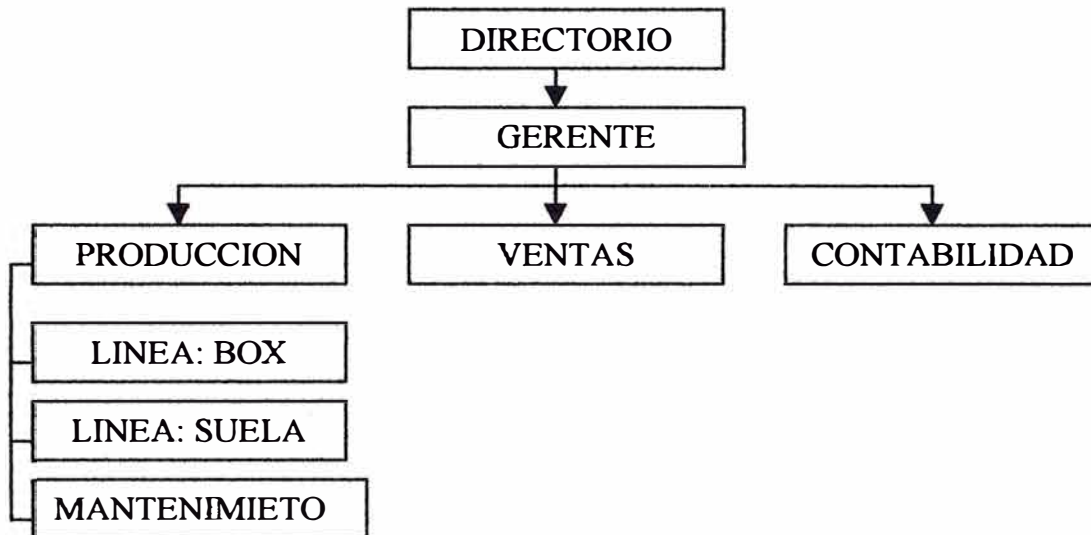
**Fig. 2 DISTRIBUCION DE LA PLANTA DE PRODUCCION BATCH DE LA CURTIEMBRE J. V. MOLFINO E HIJOS S. A.**



■ BOTAL, 
 ■ SECCION DE RIBERA, 
 ■ SECCION DE CURTIDO, 
 ■ SECCION DE ACABADO

## 2.1 ESTRUCTURA ORGANICA DE LA EMPRESA

Ambas empresas, anteriormente mencionadas, presentan similar organización:



### 2.1.1 RELACION PROFESIONAL - EMPLEADOR:

En la empresa CURTIEMBRE EL AGUILA S. A. trabajé en la en la condición de Ingeniero nombrado, en el área de producción, ocupando el cargo de Jefe de Planta desde el 1ro. de Julio de 1993 hasta el 31 de Diciembre de 1996.

En J. V. MOLFINO E HIJOS S.A. trabajo también en el área de producción como Jefe de Planta desde el 02 de Enero de 1997 hasta la fecha.

Los documentos probatorios se encuentran en el apéndice (certificados de trabajo de Curtiembre El Aguila S. A y de J. V. Molfino e Hijos S. A.)

### **2.1.2 TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO :**

Las responsabilidades en ambas empresas fueron:

control de calidad de las pieles recibidas para las dos líneas de producción,  
control de los procesos de Remojo, Pelambre, Curtido, Blanqueo y Acabado de las pieles curtidas en la línea suela,  
cálculo de consumo de materia prima y reposición de stocks,  
cálculo de costos de producción,  
desarrollo de productos de acuerdo a especificaciones de los clientes,  
otras actividades administrativas propias del proceso.

### **2.1.3 FUNCIONES DESEMPEÑADAS QUE NECESITARON EL CONOCIMIENTO DE TECNICAS PROFESIONALES:**

Las técnicas de ingeniería aplicados fueron:

- Agitación.
- Transferencia de Masa.
- Transferencia de calor.
- Secado.
- Química Orgánica.
- Química Analítica Cualitativa.
- Planeamiento de la producción.

#### **2.1.4 ACTIVIDAD PROFESIONAL:**

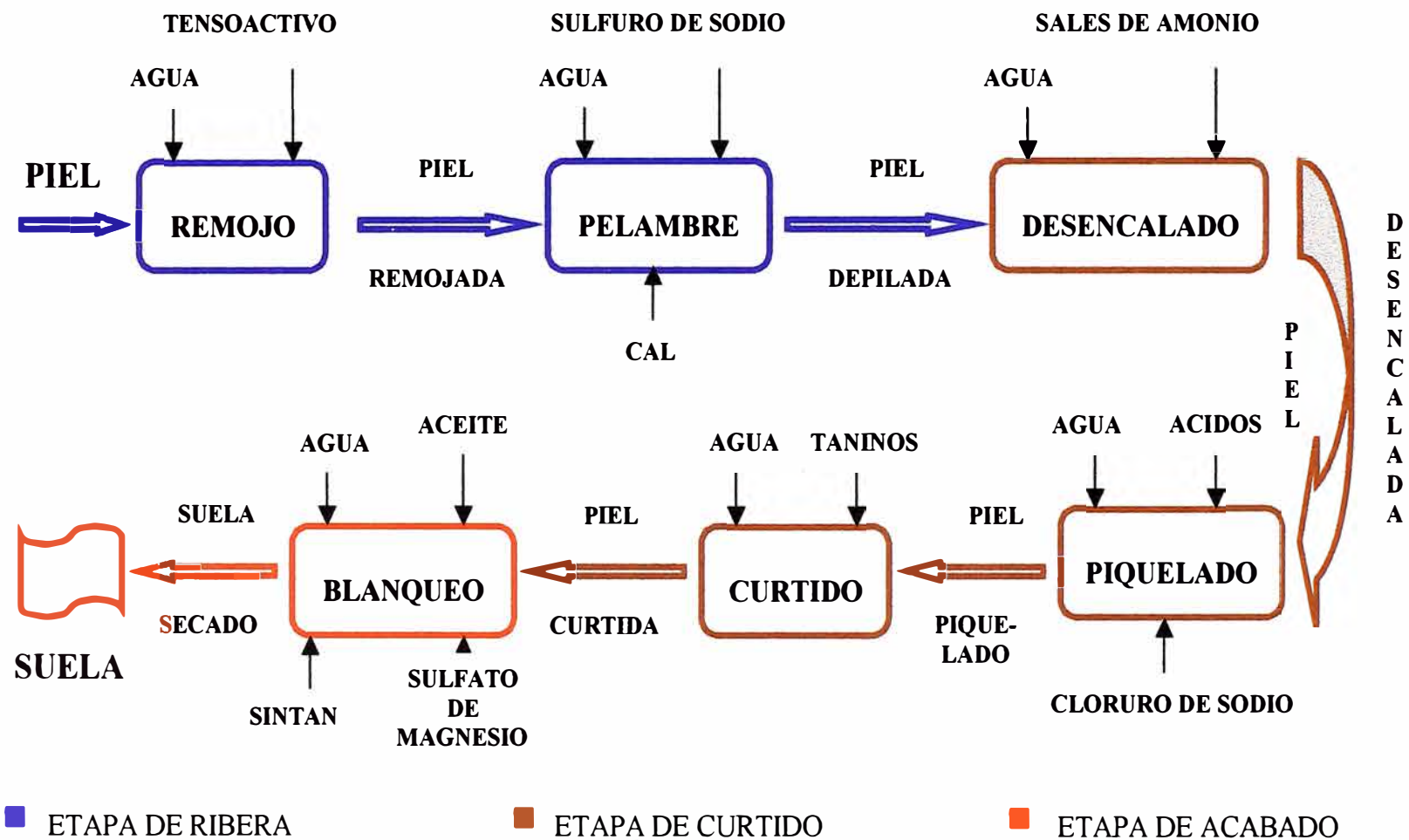
A continuación se describe el proceso productivo de la empresa J. V. MOLFINO E HIJOS S. A., la línea de producción de SUELAS específicamente (ver fig. 3).

El proceso se divide en tres etapas:

- ribera
- curtido
- acabado.

En cada uno de ellos se desarrollará los objetivos, características principales y los controles operativos que se realizan.

**Fig. 3 DIAGRAMA DE LOS PROCESOS QUIMICOS EN LA FABRICACION DE CUEROS VACUNO PARA SUELA**





### **3.- ETAPA DE RIBERA**

### **3.- ETAPA DE RIBERA:**

Las pieles que se reciben en la planta de producción (Curtiembre), cualquiera sea su estado de conservación (pieles frescas, pieles saladas o pieles secas), son clasificados de acuerdo a ciertos parámetros de calidad establecidos (arañones, marcas de fuego, espesor de la piel, procedencia de la piel, heridas, etc.) y luego son pesados, este peso de compra nos sirve como dato para calcular los productos químicos (tensoactivos y bactericidas) que se utilizarán en el proceso de Remojo, dicho peso también nos servirá para determinar los rendimientos de compra (comparación del peso tripa con respecto al peso de compra) para determinar la merma que se produce en esta etapa debido a los recortes de orejas, colas, puntas de la piel, etc.

La Curtiembre J. V. MOLFINO E HIJOS S.A. trabaja principalmente con pieles de vacuno frescas (fig. 4), este tipo de piel representa un 95%-100% del total de pieles procesadas, la diferencia cuando las hay está conformado por pieles saladas principalmente.

La etapa de ribera comprende los procesos de Remojo (hidratación de la piel) y Pelambre (eliminación de la epidermis de la piel), los cuales se describirán en detalle a continuación:

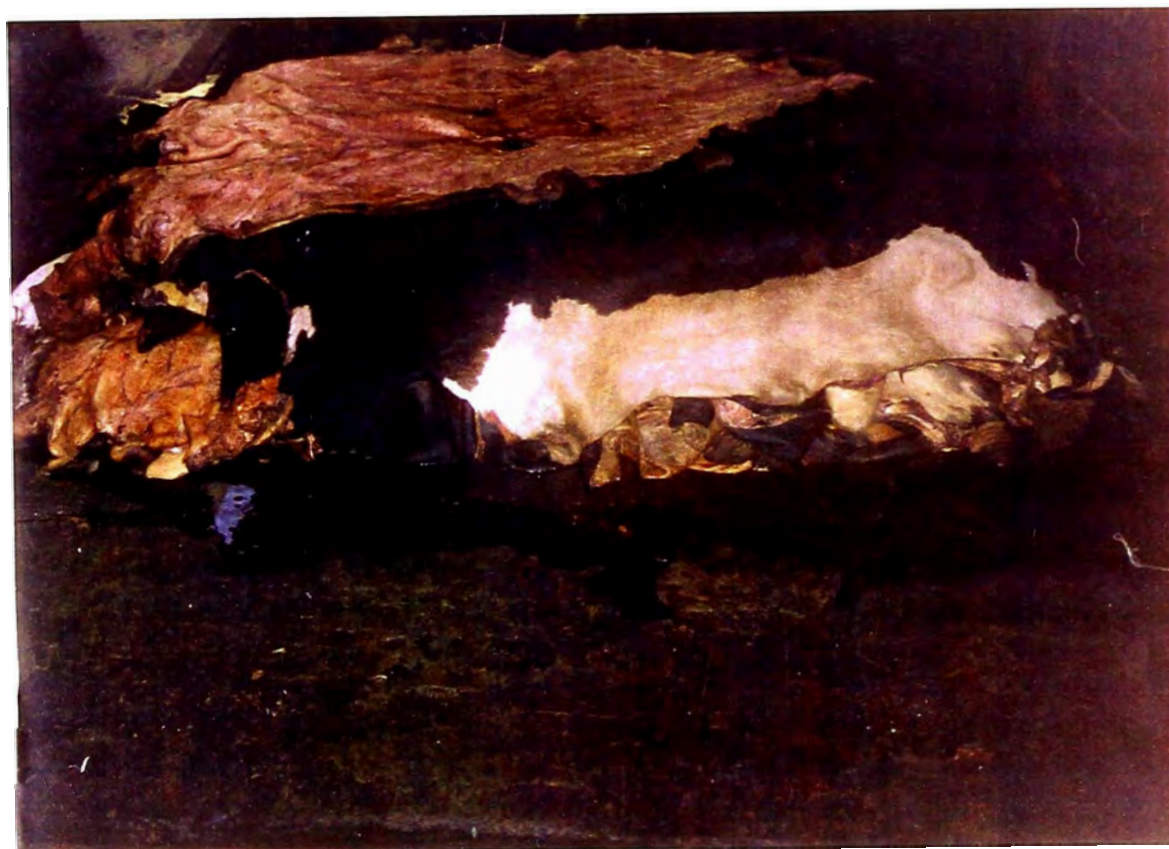


Fig. 4 PIEL DE VACUNO, TIPO FRESCO CAMAL

### **3.1 REMOJO**

El remojo es la primera operación a que se someten las pieles en la fabricación de cueros y consiste en tratarlas con agua dentro del botal. Tiene como objetivo limpiar las pieles de todas las materias extrañas y devolverlas al estado de hidratación que tenían cuando eran frescas, en el menor tiempo posible.

Las pieles recibidas luego de ser pesadas son transportados hacia los botaes de remojo (fig. 5) con ayuda de un montacarga, en estos mismos botaes se realiza el pelambre luego de finalizar el remojo.

Las pieles frescas no necesitan un remojo propiamente dicho, si no mas bien un lavado a fondo con abundante agua, con el objetivo de eliminar residuos de sangre, tierra y otros materiales extraños de la piel, el cual se verifica con el color incoloro del agua de lavado a la salida del botal. En las pieles saladas además de la limpieza, se debe eliminar la mayor parte de sal común y devolver a la piel su estado original de hidratación, la operación es simple ya que al disolverse la sal que existe entre las fibras en los lavados previos así como en el remojo mismo se facilita la entrada de agua por diferencia de concentración salina. Las pieles secas tienen dificultad para la penetración del agua, pues durante el secado las fibras se unen unas con otras (ejm. enlaces puente hidrógeno entre cadenas laterales) al no haber materia que se les interponga, necesitando mayor tiempo de remojo. El remojo de las pieles frescas es rápido, demora aproximadamente 2 horas, las pieles saladas necesitan de 12 a 24 horas y las pieles secas necesitan un tiempo mayor, generalmente se realiza en 48 horas



Fig. 5 BOTALES

A continuación, en la tabla 1, se describe los tipos de pieles vacuno (3) que se reciben como materia prima en la Curtiembre:

**TABLA 1**  
**COMPOSICION PORCENTUAL DE LA PIEL VACUNA**

<b>COMPOSICION</b>	<b>PIEL VACUNA</b>		
	<b>FRESCA</b>	<b>SALADA</b>	<b>SECA</b>
AGUA	62-65	43-46	13-16
GRASA	2-4	3-5	6-8
SALES	1-2	13-16	2-5
PROTEINAS	32-34	35-37	73-76

El agua requerida para realizar la operación de remojo debe de estar libre de contaminación bacteriológica, a una temperatura entre 18°C-20 °C y libre de productos tales como sales férricas. En la planta de producción de la Curtiembre J. V. MOLFINO E HIJOS S. A. se utiliza agua de pozo.

### **3.1.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OPERACION DE REMOJO**

#### **3.1.1.1 AGITACION**

La acción mecánica que provoca el roce de unas pieles con otras y con el propio recipiente (botal) favorecen la humectación y separación de los materiales extraños tales como excrementos, tierra, etc. El cambio de posición de las fibras por el doblado de la piel facilita la entrada de agua por efecto de bombeo en las pieles saladas y en el caso de pieles secas facilita la separación de fibras.

#### **3.1.1.2 TEMPERATURA**

La temperatura de contracción de la piel vacuna en bruto es de unos 65 °C y para evitar su desnaturalización es conveniente trabajar a temperaturas inferiores a los 40 °C. El desarrollo bacteriano es muy reducido a 10 °C siendo el período latente a esta temperatura de unas 36 horas, si se aumenta la temperatura a 20 °C el período latente se anula, ya que a esta temperatura el desarrollo bacteriano es óptimo (3).

Un aumento de temperatura favorece la velocidad de disolución de la sal así como la humectación de las fibras de la piel, pero también aumenta la cantidad de sustancia de piel disuelta (3). Por eso se recomienda



trabajar entre los 18°C-20 °C para obtener un remojo rápido y sin que se obtenga un desarrollo bacteriano perjudicial.

### **3.1.1.3 DESARROLLO BACTERIANO**

Las bacterias son microorganismos de origen vegetal que constan de una célula desprovista de clorofila cuyo tamaño oscila entre 0.5  $\mu$  – 10  $\mu$  y se reproducen por bipartición.

Las bacterias son capaces de producir enzimas, y que cuando se encuentran en el medio de cultivo pueden hidrolizar las fibras de la piel u otras sustancias para transformarlas en productos solubles que le sirvan para su alimentación (3).

Durante el proceso de remojo y debido a la disolución se disminuye la concentración salina, lo que proporciona condiciones más favorables para el crecimiento bacteriano. Lo mismo sucede a temperaturas superiores a 20 °C y a bajas concentraciones de sal común.



### **3.2 PELAMBRE**

Inmediatamente después del remojo se procede al pelambre de las pieles, que tiene por objeto:

- La eliminación de la piel superior (epidermis);
- El relajamiento o la eliminación de los pelos;
- El esponjamiento y relajamiento de la estructura fibrosa de la dermis (piel de curtido);
- El emulsionado de la grasa natural de la piel.

Los procedimientos de pelambre son más efectivos en el folículo piloso debido al siguiente motivo: el pelo crece en el folículo y en este punto hay una transición entre los bloques formadores de proteína líquida que alimentan las células del pelo en el folículo y la formación de estructura fibrosa que constituye el tallo del pelo. Esta área de una alta actividad metabólica es un área en la que la queratina es más reactiva químicamente.

Por degradación hidrolítica de las proteínas de la capa basal de la epidermis, se destruye la unión natural entre la dermis y la epidermis, al mismo tiempo que se ablanda la raíz del pelo; con ello se produce el aflojamiento de la inserción del pelo en la piel y pueden separarse fácilmente (3).

En los procedimientos químicos de pelambre se emplean productos que en solución acuosa suministren iones  $\text{OH}^-$  o  $\text{SH}^-$ . Siendo la cal el medio auxiliar más utilizado para ablandar el pelaje y se utiliza en estado apagado como cal hidratada, debido a su pequeña solubilidad en agua (1.29 g/l a 20 °C) presenta un tope para su alcalinidad que

se produce en los baños, impidiéndose así un hinchamiento excesivo de las pieles.

Es solamente la cal disuelta la que actúa como medio de pelambre. La cantidad de cal que se remueve del baño de pelambre por haberse incorporado en las fibras de la piel, se reemplaza con la cal depositada en el fondo del botal al mover las pieles o agitar el baño de pelambre.

Para reforzar y acelerar el relajamiento capilar, el aflojamiento de la estructura fibrosa y la acción emulsionante sobre las grasas de la piel, se utilizan los llamados “activadores” de entre los cuales mencionamos el sulfuro de sodio que es el más importante. En la figura 6 se observa pieles en tripa, después del pelambre con cal y sulfuro de sodio.

Durante el pelambre ocurre en la piel lo siguiente:

- Acción sobre el colágeno.
- Abertura de la estructura fibrosa.
- Hinchamiento de la estructura fibrosa.
- Acción sobre las grasas.

**Acción química sobre el colágeno:** En el pelambre, el colágeno puede combinarse con una cantidad apreciable de alcali:

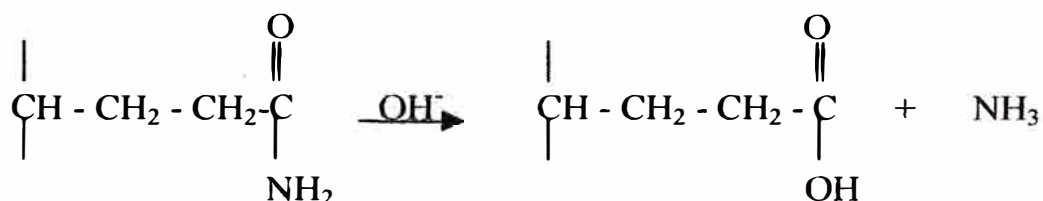


La hidrólisis de los grupos amidos (ácido asparagínico y glutamínico) es tal vez la reacción más importante y responsable



Fig. 6 PIEL EN TRIPA

para el cambio del punto isoeléctrico de pH = 7 a pH = 5 durante el caleo(3).



**Abertura de la estructura fibrosa:** Como resultado de la reacción anterior se rompen los puentes hidrógeno formado por grupos aminoácidos de cadenas polipeptídicas vecinas, aflojando la estructura reticular del colágeno (se verifica por una menor resistencia al desgarrar al progresar la hidrólisis). Esta ruptura de puente hidrógeno aporta más grupos ácidos y alcalinos, a esto se llama “apertura de la piel”. Este fenómeno es físico y químico. A mayor tiempo de pelambre mayor “apertura” o ruptura de paquetes fibrosos (3).

Se puede llegar a una hidrólisis completa del colágeno con adecuado pH, tiempo y temperatura (pasando a aminoácidos simples).

La extensión en el que el desdoblamiento y apertura de la estructura fibrosa deben ocurrir en el pelambre, depende del tipo de cuero requerido. Así en suelas no debe ocurrir un gran desdoblamiento de estructura, deseada en forma compacta.

En el caso de cueros vacíos requiere un mayor desdoblamiento de la estructura fibrosa.

**Hinchamiento de la estructura fibrosa:** Una de las acciones físicas más importantes verificadas en el pelambre es la absorción de agua por las pieles.

Al combinarse el colágeno con iones  $\text{OH}^-$  absorbe una cantidad equivalente de cationes apareciendo un exceso de iones en el colágeno en relación al líquido del pelambre que lo rodea. El agua tiende a penetrar en la estructura de la piel para compensar esta diferencia de concentración, originándose una presión de hinchamiento. Con la absorción de agua tiene lugar un aumento de volumen del colágeno, al que se oponen fuerzas de valencia e interatómicas, así como la firmeza del entretrejido de fibras; la cantidad de agua absorbida por la piel no dependerá solamente de las condiciones que se impongan en el pelambre, sino también de la estructura interna de piel (3).

**Acción sobre las grasas:** Se produce la saponificación parcial de la grasa natural de la piel en el medio alcalino del pelambre.

Empleando solamente cal, tiene lugar primeramente una neutralización de los ácidos grasos de la epidermis y de la dermis y luego se destruyen casi totalmente los fosfolípidos que pasan a sales cálcicas como los ácidos grasos; la colessterina, en cambio permanece inalterada en su mayor parte y los triglicéridos no son saponificados en los baños con cal. Empleando sulfuros en el baño

de pelambre con cal, aumenta el efecto saponificante sobre los triglicéridos. La saponificación es tanto más intensa cuanto mayor es la concentración de sulfuro (3).

### 3.2.1 PROCESO DE PELAMBRE:

El sistema cal - sulfuro es el más común y más utilizado en el Perú, a pesar de tener graves inconvenientes relacionados con la contaminación.

Las reacciones que se verifican en una solución de cal adicionada de sulfuro son las siguientes:



El hidróxido de calcio actúa como fuente de alcali, debido a su baja solubilidad se evita una concentración de  $\text{OH}^-$  muy elevados. La adición de sulfuro de sodio, aumenta la alcalinidad y su efecto sobre el colágeno.

El pelambre se realiza en los botales, esta operación puede ejecutarse con grandes volúmenes de baño (200%-300% con respecto al peso de remojo) desde el inicio de las operaciones o con volúmenes pequeños al inicio (20%-30%) y completado posteriormente de líquido.

El movimiento puede durar 60 minutos al inicio, seguido de períodos de 1 a 2 minutos a cada hora de intervalo, hasta completar 18 a 20 horas.

## **3.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OPERACIÓN DE PELAMBRE**

### **3.2.2.1 TIEMPO**

Pelambres efectuados en tiempos cortos presentan elevada cantidad de hidróxido cálcico en las zonas externas y baja cantidad en las zonas internas de la piel.

Con tiempos mas prolongados (18 a 24 horas) la distribución de la cal es más uniforme en todo el espesor de la piel, lográndose así un hinchamiento y una abertura fibrosa en todo el espesor de la piel.

### **3.2.2.2 MOVIMIENTO DEL SISTEMA**

Un movimiento adecuado mantiene la solución de pelambre (cal – sulfuro de sodio) saturada y también homogeniza el sistema.

La rotación del botal debe ser menor o igual a 4 RPM, un movimiento excesivo perjudica la flor del cuero, debido a las formaciones de graneos.

Un movimiento excesivo no favorece la difusión del hidróxido de calcio, debido al rápido hinchamiento

de las zonas externas de la piel, lo que produce una reducción de los espacios interfibrilares.

### **3.2.2.3 VOLUMEN DE BAÑO**

Se consigue una rápida penetración de los productos químicos usando bajos volúmenes de agua (25%-30% con respecto al peso remojado) al inicio de la operación; en 15 minutos de iniciar el pelambre, con la relación de baño indicado, la piel no presenta pelos en la superficie de la piel. Cuando se emplean baños largos de 150% de agua la destrucción del pelo se verifica luego de 2 horas.

### **3.2.2.4 CONCENTRACION DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS USADOS**

La velocidad del pelambre depende de la concentración de sulfuro e hidróxido de calcio en los baños del pelambre .

### **3.2.2.5 TEMPERATURA**

Durante el pelambre debe evitarse temperaturas superiores a 25 °C, pues la hidrólisis de sustancia dérmica es significativa, esto se verifica con la obtención de cueros vacíos y flacos. De un modo general se trabaja entre 18 °C - 25 °C.



### **3.3 DESCARNADO**

Después del pelambre, se procede a ejecutar la operación de descarnar con el fin de eliminar el tejido subcutáneo y adiposo de la hipodermis. Esta operación se efectúa en la máquina de descarnar (ver figura 7). Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de fabricación, con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en las fases posteriores y tener un espesor lo más regular posible para la adecuada realización de las operaciones que siguen.

Después del descarnado las pieles se pesan para compararlo con el peso de ingreso al remojo y determinar la merma que existe entre el peso compra y el peso descarnado (peso tripa), también este peso nos servirá para el cálculo de los productos químicos en la etapa de curtido.



Fig. 7 MAQUINA DE DESCARNAR

## **4.- ETAPA DE CURTIDO**

## **4.- ETAPA DE CURTIDO**

Esta etapa de producción incluye tres procesos: el desencalado, el piquelado y el curtido propiamente dicho.

### **4.1 DESENCALADO**

Es la operación que tiene por finalidad eliminar las sustancias alcalinas, tanto las que se encuentran depositadas como las que están químicamente combinadas, eliminándose así el hinchamiento alcalino de la piel apelambrada.

El deshinchamiento se logra por acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura y efecto mecánico.

La cal no ligada a la estructura se elimina en los lavados previos. La cal químicamente combinada a la estructura proteica solamente puede ser removidas con la utilización de agentes químicos: sales y ácidos (1).

#### **4.1.1 TIPOS DE DESENCALANTES**

Los desencalantes son productos químicos que reaccionan con la cal, dando origen a productos de grandes solubilidades en el agua, fácilmente removidas por lavados posteriores.

La selección de los desencalantes debe considerar no solo la acción desencalante, si no también la sal de calcio formada sobre la estructura de la piel.

Son generalmente usados sales amoniacaes y sales ácidas (cloruro de amonio, sulfato de amonio, bisulfito de sodio).

Cuando se emplean ácidos como desencalantes (ácido

fórmico, ácido sulfúrico, etc.) se debe tener en cuenta la fuerza del ácido así como las sales de calcio resultante sobre la estructura del colágeno (1).

Los agentes descalcantes son usados solos o en mezclas:



#### **4.1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESENCALADO**

##### **4.1.2.1 AGUA**

La presencia de bicarbonatos en el agua, que se utiliza en el descalcado, puede producir carbonataciones de flor, no se debe introducir agua que contenga bicarbonatos en el botal si las pieles no estan en agitación.

##### **4.1.2.2 ESPESOR**

Cuanto más gruesa sea la piel de vacuno a descalcarse más tiempo de descalcado se necesitará.

#### **4.1.2.3 TEMPERATURA**

Es bastante difícil desencalar en frío, ya que el agua que está en el interior de las fibras le es bastante difícil salir. Si aumentamos la temperatura aumenta la energía cinética de las moléculas de agua facilitando su salida y aumentando la acción de desencalado ( se trabaja entre 30 °C - 35 °C).

#### **4.1.2.4 EFECTO MECANICO**

En la operación de pelambre el efecto mecánico debe ser pequeño ya que la piel esta turgente hinchada y hay peligro de rotura de fibras y de flor. Cuando la piel está deshinchada el efecto mecánico puede aumentarse para favorecer la difusión de los productos químicos.

#### **4.1.2.5 TIEMPO**

El tiempo de proceso en el desencalado está en función del grosor de la piel de vacuno, la temperatura de trabajo y el pH inicial.

## CONTROL DE DESENCALADO

El grado de desencalado en la piel puede controlarse con una solución de fenolftaleína, aplicando unas gotas sobre el corte transversal de la piel. La solución de fenolftaleína es un líquido incoloro que se enrojece por encima de  $\text{pH} = 8.5$  indicándonos si queda una mayor o menor cantidad de cal en la piel.

### 4.2 PIQUELADO

El piquelado busca, básicamente preparar las fibras del colágeno para una fácil penetración de los agentes curtientes. En el piquelado las pieles de vacuno desencaladas son tratadas con soluciones salino-ácidas.

Ocurren fenómenos tales como una complementación del desencalado, deshidratación de las pieles, etc.

Durante las etapas iniciales del proceso, el ácido actúa sobre la proteína convirtiéndola en un compuesto ácido:



La sal es empleado con la finalidad de controlar el grado de hinchamiento, no se combina con la proteína, su concentración permanece casi inalterado hasta el final del proceso (3).

## **4.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OPERACIÓN DE PIQUELADO**

### **4.2.1.1 ABSORCION DE ACIDO**

La absorción del ácido sulfúrico por las pieles en el piquelado es total en proporciones de ácido inferior a 1% del peso tripa. En proporciones mayores aumenta la cantidad de ácido libre en el baño. La capacidad de combinación del colágeno es de 1 meq de ácido/gramo de proteína. El equilibrio se alcanza cuando la absorción de ácido es cerca de 1.5% del peso tripa (2).

### **4.2.1.2 VELOCIDAD DE ABSORCION DE ACIDOS**

El ácido sulfúrico es absorbido en un 99% en 2 horas, ácidos más débiles como el fórmico o el sulfoftálico tienen absorción más lenta, después de 6 horas se alcanza una absorción de 88% de la cantidad utilizada en el baño (2).

### **4.2.1.3 TIPO DE ACIDO**

Los ácidos orgánicos penetran las pieles más rápidamente que los ácidos minerales fuertes. Esto se atribuye a que los ácidos orgánicos son menos reactivos frente a las proteínas. Así tenemos de acuerdo a las velocidades de penetración: ácido



acético > ácido fórmico > ácido sulfúrico > ácido clorhídrico (2).

En general los ácidos orgánicos monovalentes tipo fórmico o acético, atraviesan más rápidamente porque se fijan menos que el ácido sulfúrico, y por tanto se obtiene un corte más uniforme.

El ácido sulfúrico al estar más disociado que el ácido fórmico reacciona rápidamente con el colágeno, por lo que las capas externas de la piel adquieren un pH más ácido que las partes internas ocasionando un hinchamiento ácido de las capas externas lo que dificulta su penetración a través de todo el espesor de la piel.

#### **4.2.1.4 VOLUMEN DE BAÑO**

Baños cortos aceleran la absorción de ácido y favorecen la distribución de los mismos a través del espesor de la piel.

#### **4.2.1.5 TEMPERATURA**

Para determinar la temperatura de trabajo debe considerarse lo siguiente: a temperaturas menores a 20 °C la hidrólisis y peptización de las proteínas de la dermis son insignificantes para tiempos largos. A temperaturas superiores a 30 °C la hidrólisis y peptización de la sustancia dérmica son bastante

acentuadas para tiempos cortos, obteniéndose cueros flacos sin resistencia al desgarro.

### **CONTROL DEL PIQUELADO**

La penetración de los ácidos es controlado con el indicador verde de bromocresol y la concentración de sal al inicio de la operación es controlado con un densímetro.

### **4.3 CURTIDO**

Se define la palabra “curtir” como la conversión de piel en cuero por impregnación de una infusión de alguna forma de material curtiente, que puede ser de origen orgánico o mineral.

La finalidad del curtido es la estabilización irreversible de la perecedera sustancia piel. La conversión de la piel en tripa en curtido origina:

- estabilidad frente a degradación enzimática y aumento de la resistencia frente a productos químicos.
- aumento de la temperatura de encogimiento y de la estabilidad al agua caliente (tabla 2).
- disminución o anulación de la capacidad de hinchamiento.

- aumento de las propiedades de resistencia.
- disminución de la densidad por el aislamiento de fibras.
- aumento de la porosidad de las fibras del colágeno.

Estas cualidades se consiguen gracias a la reticulación de las cadenas de colágeno con los diferentes curtientes.

**TABLA 2**  
**TEMPERATURAS DE ENCOGIMIENTO DE LA PIEL (5)**  
**(SIN CURTIR Y CURTIDA)**

TIPO DE MATERIAL	TEMPERATURA DE ENCOGIMIENTO (°C)	TEMPERATURA MAXIMA DE APLICACIÓN (°C) (HUMEDO)
Fibra de colágeno de mamífero	62-64	37-38
Fibra de colágeno de peces	40-45	25-30
Piel en Tripa	40-60	37-38
Curtido al vegetal	70-85	45
Curtido al cromo	100	60-80

Dentro de la curtición con productos orgánicos están aquellas que provienen de extractos vegetales y sintanes, diversos aldehídos y quinonas, así como las parafinas sulfocloradas y múltiples resinas.

#### **4.3.1 COMPONENTES DE LOS EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES**

Los extractos vegetales están formados por:

- Moléculas realmente disueltas.
- Micelas o agregados en estado coloidal.
- Partículas o agregados de mayor tamaño capaces de sedimentarse.

La cantidad de cada uno depende de la concentración, temperatura, pH o la presencia de ácido o sales neutras (1).

Los extractos curtientes vegetales se encuentran formados por:

##### **4.3.1.1 INSOLUBLES**

Proceden de la materia vegetal extraída, se forman durante el proceso de extracción o durante la fabricación del cuero.

Los insolubles que proceden de la materia vegetal extraída son taninos de elevado grado de polimerización. Cuando los sedimentos se forman durante la curtición proceden de la hidrólisis de los taninos, por precipitación de proteínas solubles o por floculación debido a un cambio en las condiciones

físico-químicas originadas por la incorporación de sales, ácidos e incluso por una mezcla inadecuada de extractos (1).

#### **4.3.1.2 NO TANINOS**

Son sustancias no curtientes, las cuales se han separado de los vegetales durante la extracción de taninos. Comprendidos en este grupo se encuentran:

- Hidratos de carbono (azúcares que por fermentación pueden dar más ácidos modificando la relación de ácido a sal).
  
- Ácidos orgánicos, provenientes de la hidrólisis del tanino y el vegetal mismo.
  
- Fenoles que no han alcanzado todavía las magnitudes moleculares de los taninos.
  
- Sales, provenientes de los tejidos vegetales y del agua de extracción.
  
- Gomas, resinas y sustancias inertes (los cuales pueden precipitar).

Los no taninos tienen acción dispersante sobre los taninos, se difunden con más rapidez que los taninos y actúan como transportadores de los mismos (1).

#### **4.3.1.3 TANINOS**

Es el componente principal de los extractos curtientes, cuya característica principal es la de transformar las pieles en cueros. Son compuestos fenólicos de gran complejidad. Con las sales de hierro forman lacas de color oscuro de tonalidad azulada o verdosa.

Los taninos vegetales se clasifican en dos grupos: los extractos tánicos hidrolizables o pirogálicos (castaño, mirobalanos, etc.) son aquellos que por hidrólisis en medio ácido y a ebullición forman productos solubles en agua; los extractos tánicos condensados o catequínicos (quebracho, mimosa) son aquellos que en las mismas condiciones anteriores forman precipitados.

Los taninos hidrolizables poseen grupos carboxílicos que tienen un carácter más ácido que los grupos fenólicos de los taninos catequínicos.

Los extractos vegetales forman lacas con sales férricas, los taninos hidrolizables dan lacas de color

negro verdoso y los taninos condensados de color negro azulado.

Para que una sustancia sea un tanino debe tener un peso molecular comprendido entre 400-2000 g., pesos moleculares mayores tienen una acción curtiente deficiente debido a su difícil penetración entre las fibras del colágeno.

La curtición vegetal estabiliza la estructura del colágeno por formación de enlaces transversales entre fibras, mediante moléculas tánicas que poseen varios grupos reactivos y un tamaño mínimo que le permita unir varias fibras a la vez.

Las moléculas fenólicas más simples no tienen poder curtiente pero pueden contribuir a la obtención de condiciones óptimas para la curtición, son los primeros en penetrar la piel bloqueando los grupos reactivos favoreciendo la penetración de los taninos (1).

## **4.3.2 EXTRACTOS CURTIENTES COMERCIALES**

### **4.3.2.1 EXTRACTO DE QUEBRACHO**

Crece en el norte argentino y en el este de Paraguay, se obtiene de la madera que contiene un 20%-25% de taninos.

El extracto de quebracho contiene de 6%-8% de insolubles, solubles a la temperaturas de extracción, empezando a sedimentar cuando alcanza los 30 °C.

Los extractos solubles en frío se obtienen por una mayor o menor bisulfitación del extracto de quebracho natural (2) .

### **4.3.2.2 EXTRACTO DE MIMOSA**

Crecen en Sud-Africa, Rhodesia y Brasil, tiene poca astringencia, los cueros curtido con mimosa son flexibles y de color beige amarillento. El contenido de tanino oscila entre 31%-39% (2).

### **4.3.2.3 EXTRACTO DE CASTAÑO**

Se fabrica en Francia, Italia y Yugoslavia. Se obtiene por extracción de la madera del castaño. Su tanino es pirogálico y en estado natural posee una astringencia elevada. Los cueros curtidos con castaño son firmes de color avellanado. Es el más sólido a la luz, tiene buena impermeabilidad al agua (2).



**TABLA 3**  
**ANALISIS TIPICO DE LOS EXTRACTOS CURTIENTES COMERCIALES**

Análisis Típico	QUEBRACHO			MIMOSA		CASTAÑO	
	Natural	Bloque	Atomizado	Bloque	Atomizado	Bloque	Atomizado
Tanino	66.0	67.0	78.0	63.5	69.5	61.0	70.0
No tanino	8.0	15.0	16.0	19.0	23.0	22.0	24.0
Insolubles	8.0	0.0	0.0	0.5	0.5	1.0	1.0
Agua	18.0	18.0	6.0	17.0	7.0	16.0	5.0
PH (6-7 °Bé)	4.6-5.0	5.2-5.7	5.2-5.7	4.6	4.6	3.1-3.3	3.1-3.3
Cenizas	0.7	5.3	5.5	1.4	1.6	0.8	0.9

**VELOCIDAD DE PENETRACION DE LOS EXTRACTOS  
CURTIENTES: (a su pH natural)**

**Mimosa > Quebracho sulfitado > Castaño.**

### **4.3.3 CURTICION VEGETAL**

Comprende dos etapas: de difusión (penetración) y fijación.

#### **a.- DIFUSION**

La difusión de los taninos dentro de la piel a través de los espacios entre las fibras y los haces de fibras, y más minuciosamente dentro de los espacios individuales que forman las fibras (1).

#### **FACTORES QUE AFECTAN LA DIFUSIÓN:**

##### **a.1 ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA PIEL**

El grado de hinchamiento de la piel tiene fuerte influencia ya que representa una modificación del espacio disponible entre fibrillas y por consiguiente una variación de la sección de los capilares. La penetración es mejor en el punto isoelectrico de la piel, ya que en él se produce un hinchamiento mínimo y por lo tanto los espacios interfibrilares son mayores. Una vez que el tanino ha penetrado la piel, el acceso a los puntos reactivos del colágeno será más fácil cuando más separadas se encuentren entre si las protofibrillas, por lo que la acidez es importante en esta etapa (hinchamiento ácido).

## **a.2 CARACTERISTICAS DE LOS EXTRACTOS TANICOS**

**ASTRINGENCIA:** Una afinidad elevada de los taninos para con la piel dificulta la penetración . Un aumento de acidez tenderá a aumentar la astringencia de los baños y por consiguiente disminuye la penetración. Al aumentar los no-taninos se reduce la astringencia y aumenta la penetración.

**TAMAÑO DE PARTICULA:** A menor tamaño de partícula y mayor dispersión de las mismas favorecen la penetración hasta las fibrillas, las más grandes quedaran como relleno entre las fibras.

## **a.3 TEMPERATURA**

Un incremento de temperatura controlada favorece la penetración, debido a la disminución de la viscosidad del licor (la energía cinética de las partículas curtientes se incrementa), temperaturas muy elevadas favorecen la fijación.

## **a.4 CONCENTRACION**

La velocidad de difusión depende de la concentración externa, es decir, es proporcional a la relación de concentración de taninos en la solución

externa y la concentración de la solución entre las fibras.

Para una relación de baño de 50%, cuando se emplea 25% de extractos curtientes se logra atravesar la piel en un 90% luego de 48 horas, cuando se emplea 30% de extractos curtientes se atraviesa completamente la piel al cabo de 36 horas aproximadamente.

#### a.5 ACCION MECANICA

La agitación produce la renovación de la solución en contacto con la piel lo que homogeniza la concentración de taninos del baño, en los botaes las pieles se doblan modificandose la sección de los capilares (fig. 8) de forma alternativa que produce una acción de bombeo hacia el interior de la piel:

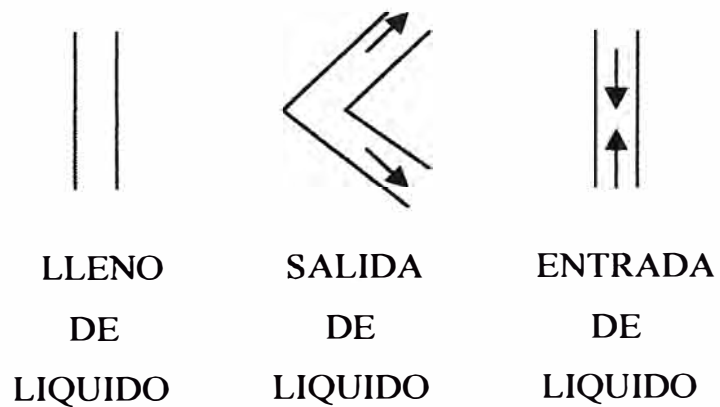


Fig. 8

La acción mecánica en los botales depende de si tienen hélices, pivotes, diámetro, carga y velocidad de rotación.

## **b.- FIJACION**

### **FACTORES QUE AFECTAN LA FIJACION**

#### **b.1 TRATAMIENTOS PREVIOS DE LA PIEL**

Cuando más fuertes y prolongados sean la acción del pelambre, descalcado y rendido más se aflojará la estructura de la piel y mayor será la cantidad de taninos que se fijará. Dichas operaciones actúan hidrolizando las proteínas interfibrilares y rompiendo puente hidrógeno, cuyo efecto se manifiesta vaciando la piel desfibrando las fibras de la piel.

#### **b.2 pH**

Los taninos se fijan sobre el colágeno en un intervalo de pH comprendido entre 1.0-9.0. A pH = 5 es el punto de mínima fijación (punto isoelectrico). La fijación máxima ocurre a pH = 2.

No se trabaja a pH  $\geq 6$  porque los taninos se oxidan fácilmente por el aire y se forman manchas sobre la piel. Tampoco se trabajan a pH  $< 3$  porque la acidez podría ser retenido por el cuero y una vez éste seco la

acidez iría disminuyendo la resistencia de la fibra haciéndola más sensible al desgarro.

### **b.3 CONCENTRACION SALINA**

La acción salina es un cambio de agregación de las partículas de los taninos, de forma que las partículas taninas se insolubilizan, lo que reduce la capacidad de fijación sobre la piel, el cuero es más flexible, tiene peor comportamiento al agua.

### **b.4 CONCENTRACION TANICA**

A mayor concentración tánica en los baños de curtido se produce mayor fijación de taninos en la piel puesto que el equilibrio se desplaza hacia la fase sólida (cuero), y se necesita menor tiempo de curtición (atravesado).

### **b.5 TEMPERATURA**

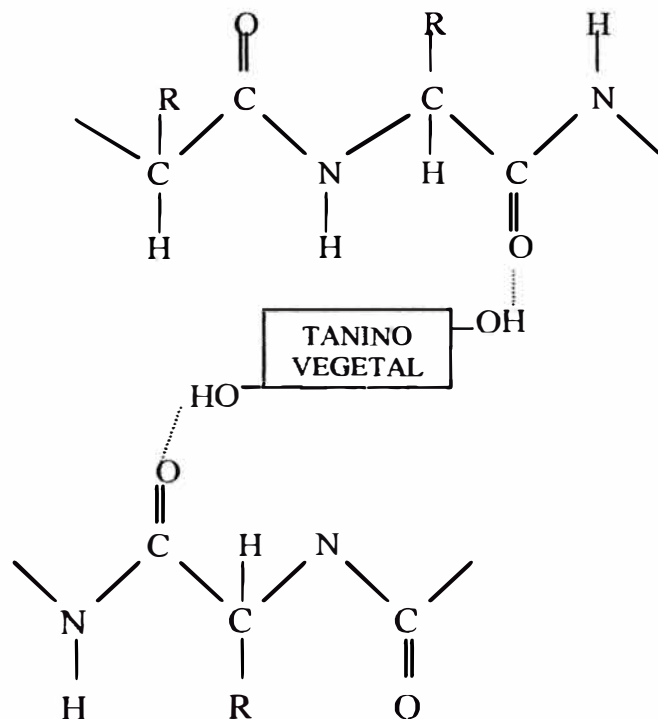
Actúa favoreciendo la resonancia de los electrones de los grupos peptídicos y de los dipolos de las moléculas tánicas, lo que facilita su atracción y una mejor fijación. Al final de la curtición es importante emplear temperaturas elevadas para fijar más taninos.

## TEORIAS SOBRE LA FIJACION

El tanino unido a la piel comprende desde el que ha sido incorporado de una forma puramente física al secarse la solución que impregnaba la piel y que por lo tanto es un tanino lavable con facilidad hasta el tanino que ha conseguido difundir hacia los grupos reactivos de las protofibrillas formando enlaces químicos mas o menos fuertes.

Los taninos y el colágeno se unen por enlaces múltiples de tipo puentes de hidrógeno (fig. 9) y por enlaces dipolares, es decir por enlaces no covalentes y que por consiguiente son reversibles con cierta facilidad, se hidrolizan. Estos enlaces se forman principalmente entre los grupos hidroxílicos de los taninos y los grupos peptídicos o amídicos de la proteína.

Fig. 9



Una vez que las pieles se han terminado de curtir completamente se descargan, se acomodan planas (fig. 10), se tapan con bolsas para que no se resequen las puntas y se dejan en reposo por dos días para lograr que los taninos continúen fijándose durante el tiempo de reposo.





0 PIEL CURTIDA DE VACUNO, TIPO SUELA

## **5.- ETAPA DE ACABADO**

## **5.- ETAPA DE ACABADO**

### **5.1 ESCURRIDO**

La suela ya reposada se pasa por la máquina de escurrir (fig. 11) para eliminar una parte considerable de su humedad.

Luego de ser escurridos, las suelas, son cargados a los botales de blanqueo.

### **5.2 BLANQUEO**

Consiste en uniformizar y aclarar el color de las suelas. Es por eso que se trata de evitar en esta etapa:

- contaminación de sus licores con hierro.
- descontrol del secado.

El blanqueo más común es aquel en donde se emplean sintanes, los cuales son ácidos naftalen sulfónicos. El efecto blanqueante de los sintanes, es producido por una combinación de la acción de los grupos ácidos sulfónicos ( $\text{SO}_3\text{H}$ ), y el aclarado directo causado por la acidez natural del sintano ( $\text{pH} = 2$ ).

Junto con el blanqueo se utilizan materiales rellenantes tales como extractos en polvo, sales o glucosa. El sulfato de magnesio y la glucosa son denominados “cargas”, (en el sentido de brindar peso a bajo costo). Sin embargo cumplen una misión, forman tanatos de magnesio que si bien no son altamente insolubles, frenan la migración de taninos a la superficie en el secado; por otra parte, la glucosa ayuda a mantener un grado de humedad de la suela,

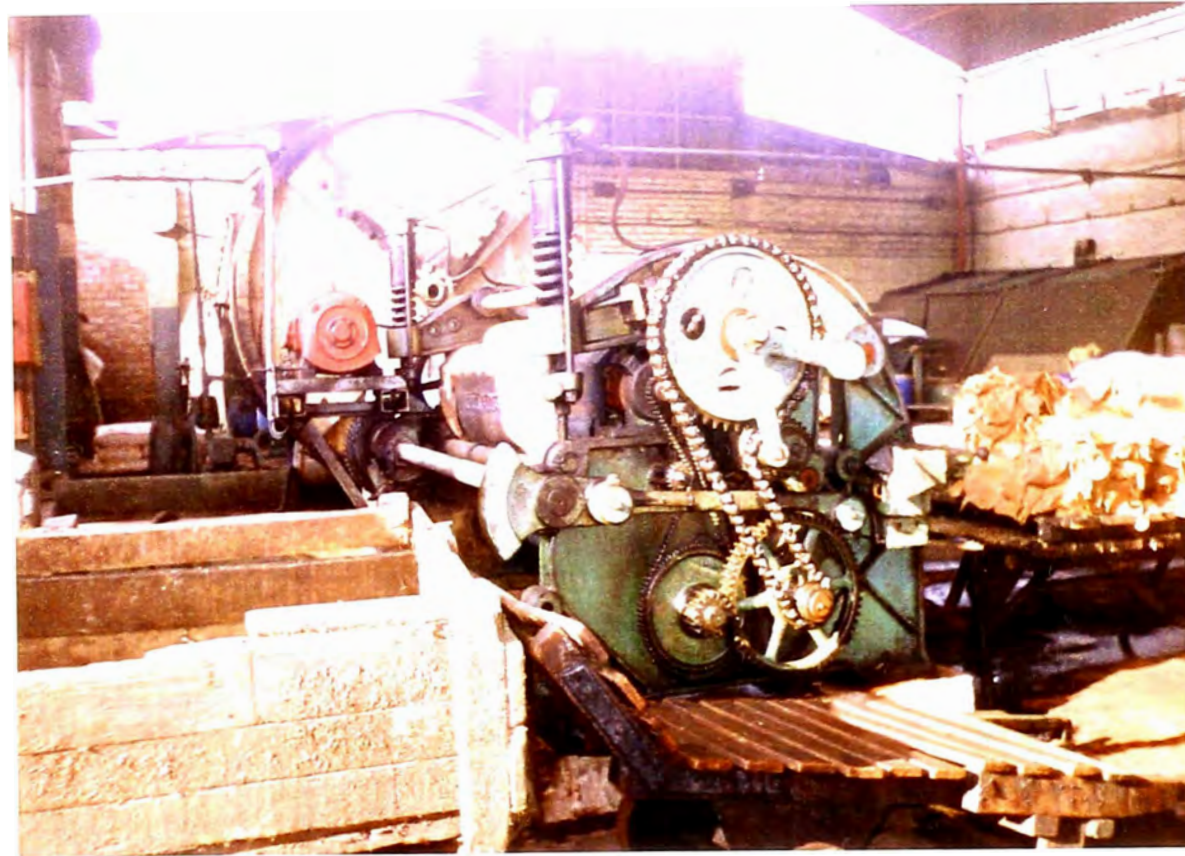


Fig. 11 MAQUINA DE ESCURRIR SUELAS

evitando resecamiento excesivos en cámaras de secado o climas especiales.

Una vez que los productos de blanqueo han penetrado hacia el interior del cuero se añade al botal la grasa emulsionada en su propio peso de agua, una cantidad y calidad que dependerá del artículo a fabricar. Se acostumbra a utilizar aceite de pescado sulfatado. Para hacer penetrar la grasa son necesarias unas 2 horas de rodaje del botal, obteniéndose al final una temperatura de 30 °C a 33 °C. Este aumento de la temperatura se produce por el efecto mecánico. Una vez que toda la grasa es absorbida por los cueros éstos se descargan y se apilan planos.

### **5.3 RETENIDO O CARPETEO**

El carpeteo es para:

- eliminar o atenuar las marcas o arrugas del desarrollo del animal.
- eliminar sustancias indeseables en superficie.

Es una operación que se efectúa en la máquina de retener suela (fig. 12) luego del blanqueo, “carga” y engrase, aplicando acción mecánica sobre la flor con cuchillas romas o rodillos que “estiran” el cuero por el lado flor (apéndice F).





Fig. 12 MAQUINA DE CARPETEAR SUELAS

#### **5.4 SECADO**

Es una de las etapas del proceso que requiere mucho control, ya que si el agua se evapora rápidamente, el cuero seco se oscurece, se vuelve duro y quiebra la superficie.

En los espacios interfibrilares existen licores curtientes de igual concentración al último de los empleados en el curtido, estos taninos al evaporarse el agua migran o lo hacen por fuerzas capilares hacia la superficie oxidándose y oscureciendo el color de la suela. Es por eso que la suela se seca en forma lenta, para que las materias solubles puedan difundir de nuevo hacia el interior.

Para obtener un color claro y uniforme es importante que durante el secado no se expongan las suelas a la luz solar la cual cataliza la oxidación de los taninos por el oxígeno del aire.

Las suelas se cuelgan (fig. 13) para ser secadas a temperatura ambiente hasta que adquiera una apariencia de estar seca, luego son secadas en una estufa a 35 °C durante 10 horas para llegar a secarlas totalmente.

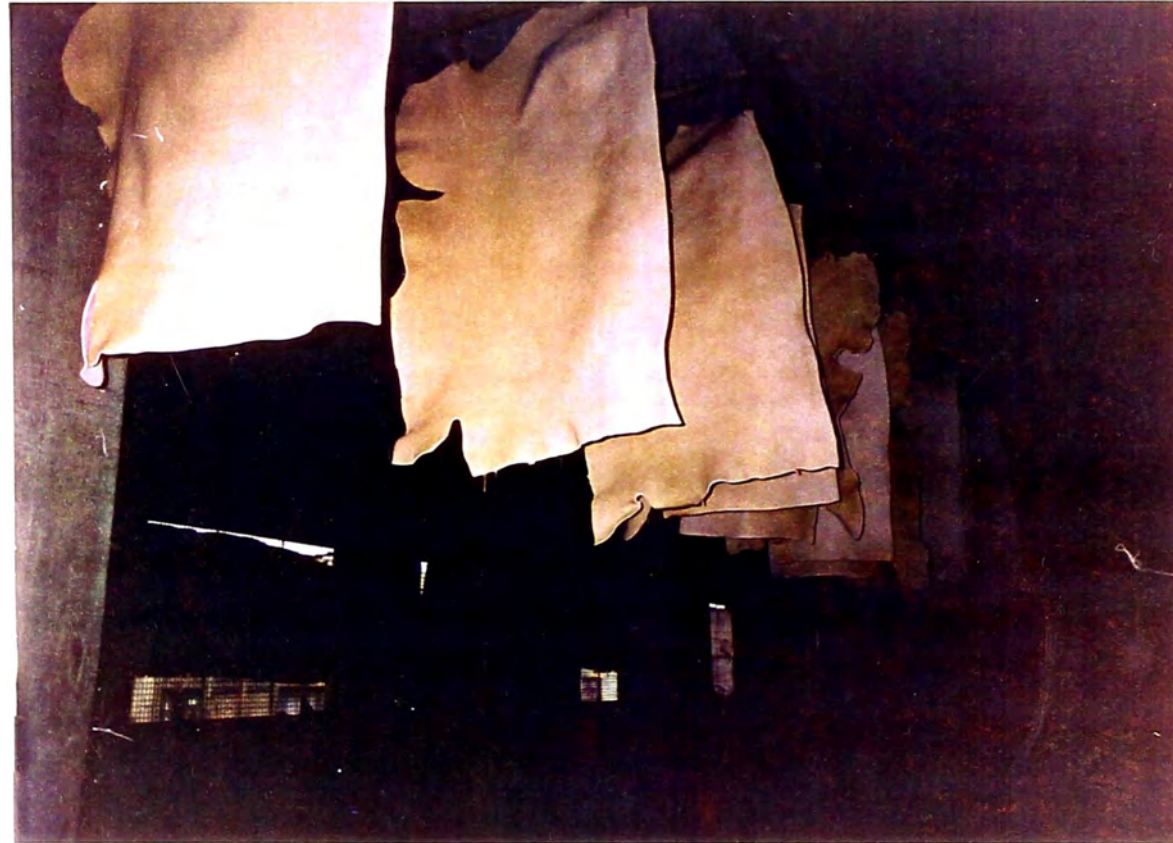


Fig. 13 SUELAS COLGADAS, PARA SECADO NATURAL



## **5.5 CILINDRADO O PLANCHADO**

El cilindrado o planchado de la suela seca (fig. 14) compacta las fibras y baja la absorción de agua. A mayor humedad la suela planchada es más firme pero el color es más oscuro. El cilindrado se realiza en una máquina que está conformada por una rueda metálica que presiona la suela entre ella y una placa metálica (fig. 15).

La presión que se aplica a la suela a través de la rueda metálica depende del artículo que se quiere obtener, por ejemplo, para suelas destinadas a empaquetaduras se utiliza una presión de  $60 \text{ Kg/cm}^2$  y para suelas destinados a la industria del calzado se utiliza una presión que oscila entre 100 y  $120 \text{ Kg/cm}^2$ .

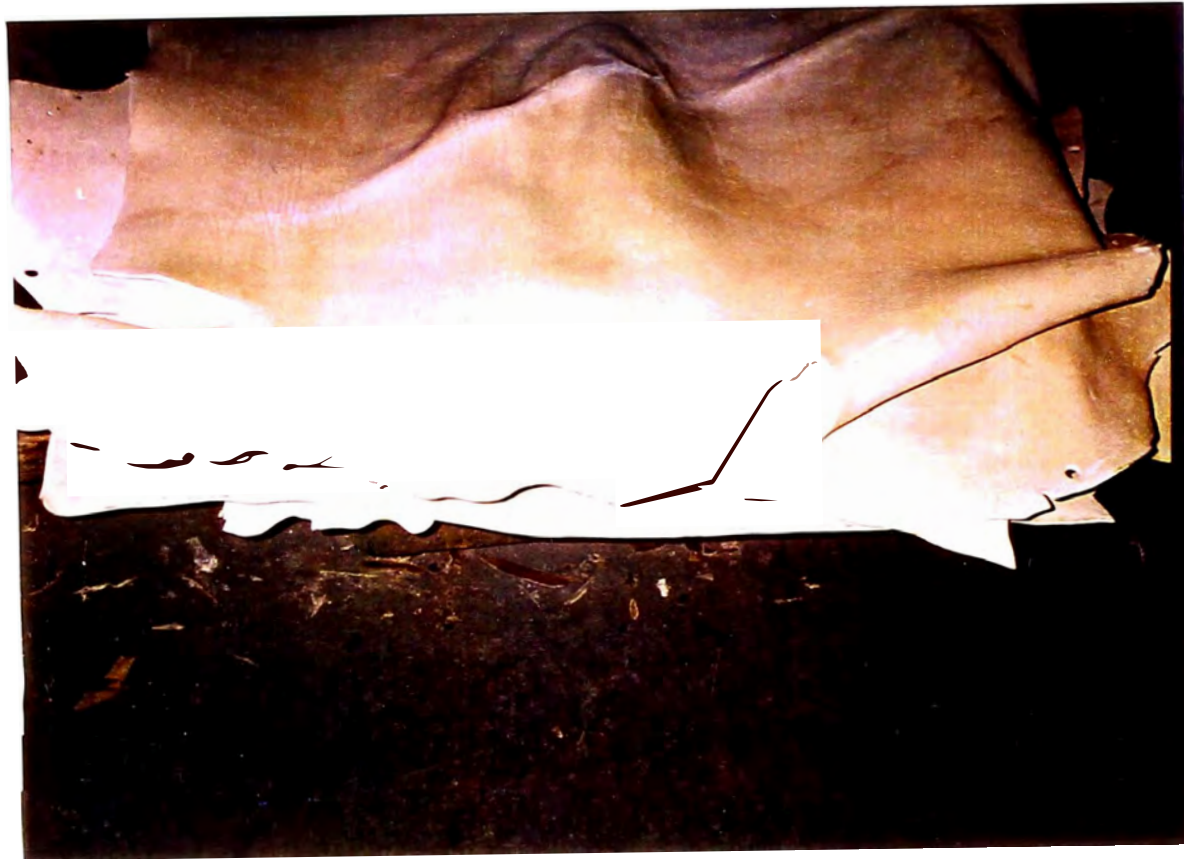


Fig. 14 SUELA SECA

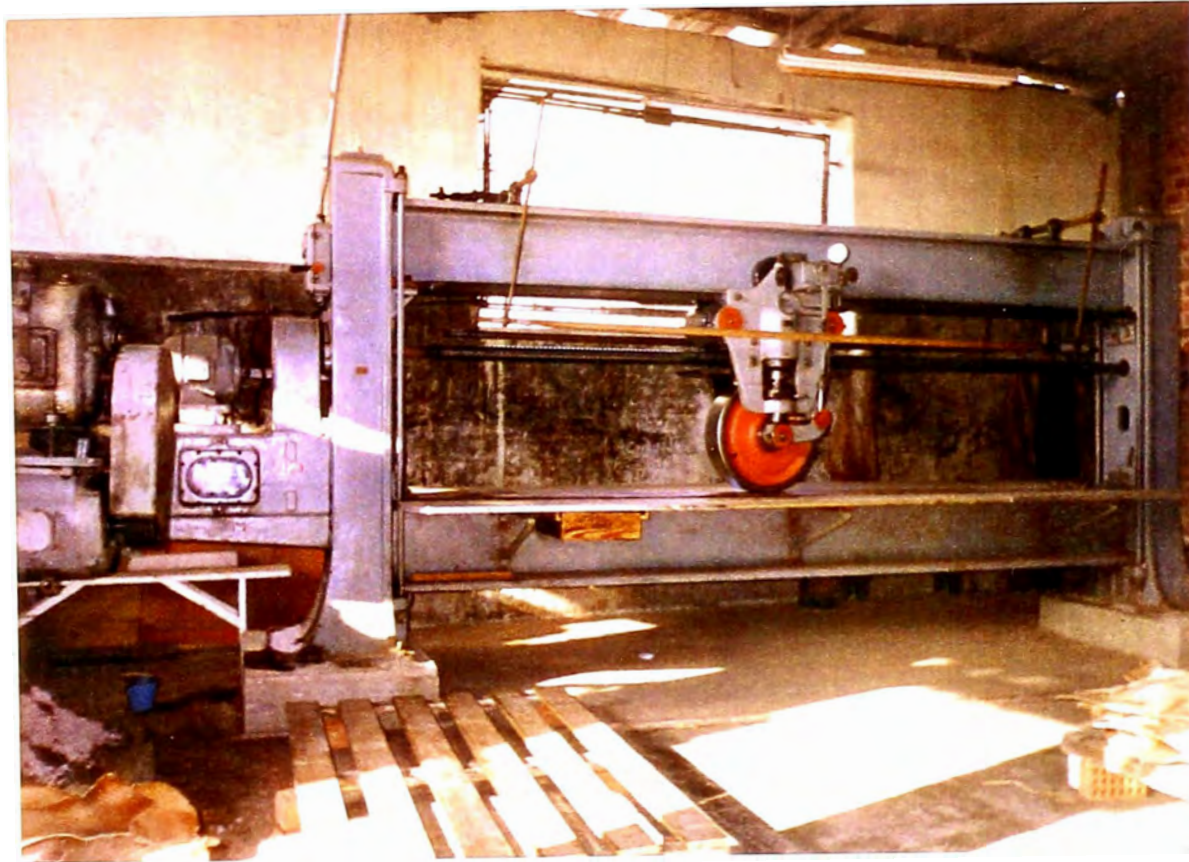


Fig. 15 MAQUINA DE CILINDRAR SUELAS

Luego de ser cilindrados, las suelas, son recortados para proporcionarles una apariencia más agradable (fig. 16) y al mismo tiempo se clasifican por gruesos y por defectos del lado de la flor.

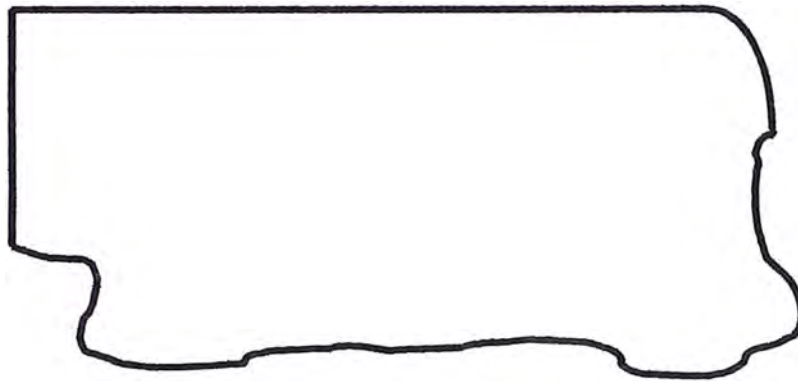


Fig. 16 CORTE ESTANDAR DE LA SUELA

## **6.- CARACTERISTICAS DE LA SUELA VEGETAL**

## **6.- CARACTERISTICAS DE LA SUELA VEGETAL:**

- Gran cantidad de agente curtiente incorporado (aprox. 30%). Las fibras se encuentran recubiertas de curtiente y por lo tanto aisladas entre sí.
- La temperatura de encogimiento no aumenta tanto como en el curtido al cromo, 20-25 °C en contraste con los cerca de 40 °C para la curtición al cromo.
- Resistencia a la abrasión: se eleva con el aumento del ángulo de las fibras entre sí con la superficie del cuero.
- Resistencia a la tracción: se incrementa al disminuir el ángulo de fibras (el valor mínimo es de 250 Kg/cm<sup>2</sup>).
- La suela de cuero no se debe de desgastar en el abrasímetro universal en más de un volumen de 400 mm<sup>3</sup> para considerarla de buena calidad.
- La suela no debe de absorber más del 30% de agua en una hora.
- La humedad final de la suela es de 16 a 20%.
- Sustancias lavables: 16% como máximo.

**7.- ESTUDIO DE LAS CONDICIONES  
OPTIMAS DE CURTIDO**

## 7.- ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OPTIMAS DE CURTIDO

La suela es un producto que produce las Curtiembres, su venta se efectúa por peso, de allí la importancia del curtidor de buscar las condiciones óptimas de su proceso para lograr el mayor rendimiento posible (relación del peso final seco listo para la venta al peso tripa que ingresa a la etapa de curtido).

El objetivo del estudio es buscar las condiciones necesarias para aumentar la cantidad de curtientes vegetales incorporados a la piel en la etapa de curtido con los beneficios consiguientes de obtener un producto terminado con mayor peso rendimiento, mejores características finales y de un menor costo. En la tabla 4 se muestran las características principales del proceso normal de fabricación de suelas en la etapa de curtido y los nuevos procesos planteados (P1, P2,...,P6):

TABLA 4  
PROCESO NORMAL DE FABRICACION – PROCESOS  
PLANTEADOS

PARAMETROS:	NORMAL	P1	P2	P3	P4	P5	P6
pH del piquelado	2.8	2.8	2.8	4.2	4.5	5.0	5.5
NaCl (%)	-	7	7	-	-	-	-
SINTAN (%)	-	-	4	-	-	-	-
RENDIMIENTO	60	57	58	60	62	62.5	61.7
FIRMEZA	B	M	R	B	B	B	B
GRANEO	2	5	5	3	4	4	3
P. U.(\$/Kg)	2.61	2.76	2.86	2.61	2.55	2.57	2.60



**FIRMEZA:** B: BUENO (rendimientos mayores a 60%)

R: REGULAR (rendimientos entre 58% y 60%)

M: MALO (rendimientos menores a 58%).

**GRANEO:** 1: MUY MARCADO EN TODA LA PIEL, 2: MARCADO EN UN 50%, 3: MARCADO EN UN 25%, 4: MARCADO EN UN 15%, 5: LISO SIN GRANEO.

Al comienzo, la investigación estuvo orientado a mejorar la presentación del producto terminado, específicamente disminuir el graneado (arrugas) pronunciado que tenía la suela en un área mayor al 50% del área total; al variar ciertos parámetros, como se indicará más adelante, se observó que además de corregir el problema planteado se pudo mejorar también el rendimiento en la etapa de curtido.

Se empezó a analizar las causas del problema de graneado que se presentaban en la manufactura de pieles frescas de vacuno sin descuidar el rendimiento de curtido:

- REMOJO: Un remojo deficiente ocasiona graneos en el lado flor de la piel, debido a la siguiente causa: cuando las fibras de la piel no se encuentran completamente hidratadas, existen todavía fibras unidas unas con otras sin ningún medio que se les interponga, dificultando la penetración de los productos químicos en la siguiente etapa de pelambre. En consecuencia la capa superior (flor) y la inferior (carne) de la piel se encuentran hinchados debido a la alcalinidad de los productos de pelambre que se encuentra en el baño, formándose en la piel capas de diferentes

elasticidades, la capa flor y la capa carne sufren el efecto mecánico del botal en mayor grado debido a su estado hinchado y turgente lo que le da menor elasticidad con respecto a las partes internas de la piel ocasionando el problema mencionado.

**-PELAMBRE:** Una operación de pelambre brusco también ocasiona formación de graneos en el lado flor de la piel, ya que se produce un hinchamiento alcalino rápido de las fibras de la piel en el lado flor lo que ocasiona un aumento de diámetro de las fibras disminuyendo los espacios interfibrilares de la piel, dificultando la penetración de los productos de repelo.

**-PIQUELADO:** El piquelado también ocasiona hinchamiento ácido de la piel (apéndice H), lo que dificulta la penetración de los productos curtientes a través de la piel, produciendo los graneos mencionados.

Los graneos producidos por un mal remojo fueron solucionados con el empleo de tensoactivos, los cuales ayudaron en la humectación de las fibras de la piel, disminuyendo los tiempos de esta operación. Con el empleo de un 0.3% de un tensoactivo de 100% de concentración para pieles frescas durante 90 minutos con 200% de baño es suficiente para lograr una hidratación completa de las pieles.

El graneado que se forma durante el pelambre fueron solucionados agregando los productos de pelambre en varias partes, de tal manera de hacerlos menos agresivos y lograr un hinchamiento alcalino controlado de la piel. Una forma de lograr un pelambre con menos del 10% de arrugas es agregar el 50% del total de los productos de pelambre (cal-sulfuro de sodio) en el botal donde están las pieles más el agua (150% del peso de la piel), se hace rodar el botal durante 45 minutos y luego se agrega en el mismo baño el resto de los productos químicos y se hace girar durante 45 minutos mas

El graneado del piquelado se controló acidificando el baño progresivamente hasta alcanzar el pH de curtición. Al final de esta etapa se observó una piel más lisa, sin graneos, pero al iniciar el curtido propiamente dicho, es decir, al momento de agregar los curtientes vegetales se observó la formación de graneos. La respuesta del problema fue encontrada en la curva de hinchamiento de la piel, allí se puede observar que al pH de trabajo, al iniciar el curtido, la piel estaba muy hinchada, dificultando la penetración de los curtientes.

En el proceso P1 se agregó NaCl para evitar el hinchamiento ácido (apéndice I), obteniéndose una suela sin graneos, con un color más claro, pero con una firmeza media, adicionalmente el rendimiento del curtido disminuyó en un 3% (apéndice I) para el mismo tiempo de curtido, lo que ocasionó un incremento en el costo por kilo de la suela.

En el proceso P2 se agregó al proceso P1 un auxiliar de curtido (4% de un sintán con respecto al peso tripa) antes de agregar los curtientes con la finalidad de ayudar a dispersar y mejorar la penetración de los mismos, se

consiguió una mejora en la firmeza (1% en el rendimiento), pero no era suficiente.

En el proceso P3 se probó trabajar en la zona de menor hinchamiento de las pieles (apéndice H), evitándose el empleo de sales, por lo que se hizo una primera prueba con un  $\text{pH} = 4.2$  para iniciar el curtido con lo que se consiguió características similares al proceso normal de fábrica con una mejora en el graneado de la piel.

En el proceso P4 se prosiguió con la búsqueda del  $\text{pH}$  ideal de curtido, se hizo una prueba con un  $\text{pH} = 4.5$ , se mejoró el rendimiento y el graneado, el color también se mejoró con el empleo de auxiliares de blanqueo, sin aumentar el costo inicial del proceso normal.

En el proceso P5 se hizo la prueba con un  $\text{pH} = 5.0$ , se mejoró la cantidad de blanqueantes, con lo que se consiguió una suela con mejores características de rendimiento, color y graneado.

En el proceso P6 se trabajó con un  $\text{pH} = 5.5$ , se consiguió una suela con un menor rendimiento, con una coloración más oscura y un mayor graneado.

De los procesos planteados se eligió el proceso P5 por ser un producto con mejores características de color, firmeza y un mínimo de graneado, además significó un producto de menor costo con ventajas económicas para la empresa.

La diferencia en el costo por kilo entre la suela obtenida en el proceso P5 con respecto a la suela obtenida del proceso normal de fábrica es de \$0.04 (\$2.61 – \$2.57) por kilo, lo que significa para la empresa un plus de \$0.04 /Kg. Considerando una producción máxima de 32,000 Kg mensuales, al año se obtiene:  $\$0.04/\text{Kg} * 32,000\text{Kg}/\text{mes} * 12 \text{ meses/año} = \$15,360$  dolares adicionales, además de contar con un producto con mejores características de aceptación en el mercado nacional.

## **8.- CONCLUSIONES**

## 8.- CONCLUSIONES

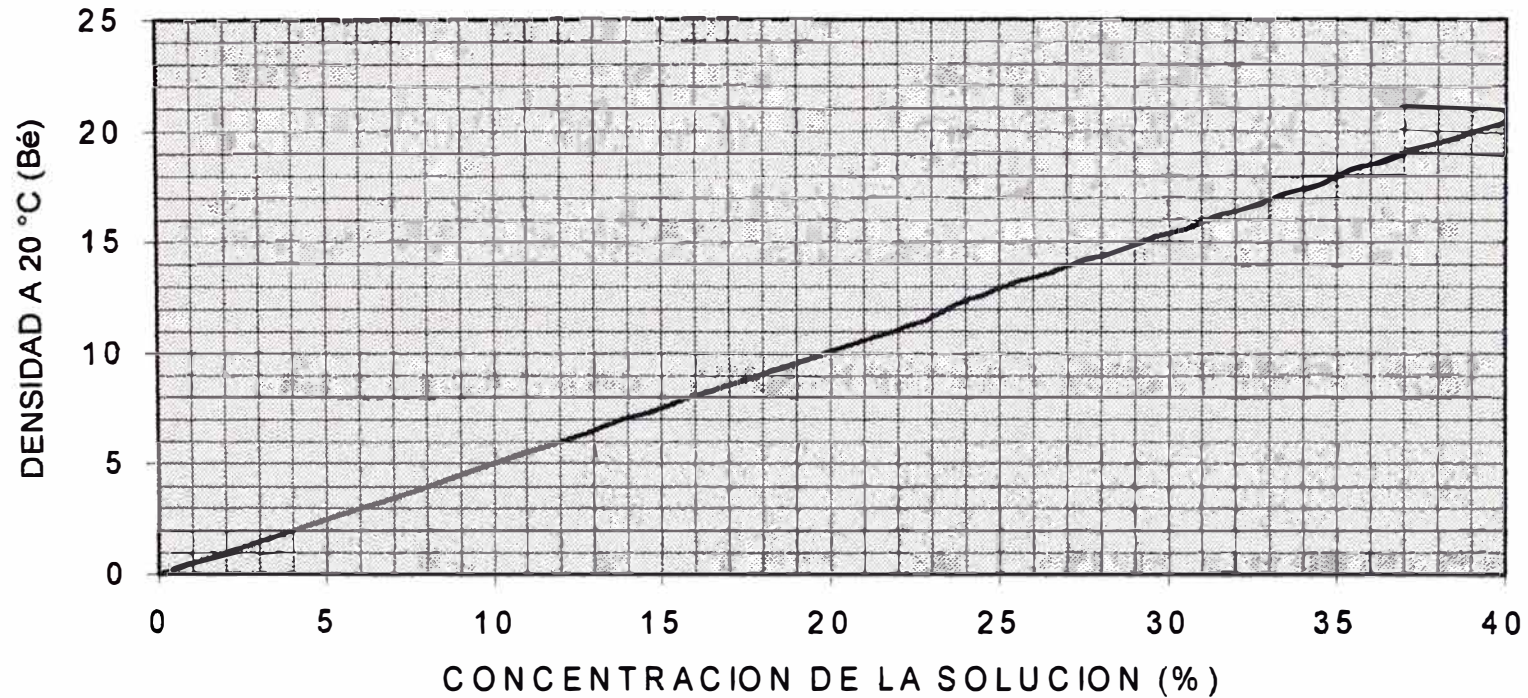
La calidad final del cuero tipo suela depende mucho del trabajo realizado en las etapas iniciales de remojo y pelambre, así por ejemplo los graneos debidos a un remojo deficiente permanecerán hasta el final del proceso sin lograrse eliminar por completo.

La mejora que se logró en el proceso, mayor rendimiento de curtido, se debe a una mayor fijación de los curtientes vegetales en las fibras de la piel, esto se puede comprobar en los licores finales de curtición, en el proceso normal de fabricación la densidad final del licor era de 12 °Bé (24% de concentración del curtiente empleado, fig. 17) en el proceso P5 la densidad final del licor de curtición fue de 10 °Bé aproximadamente (20% de concentración).

En el proceso normal de fabricación las pieles iniciaban la curtición a un pH de 2.8, en este estado la piel se encontraba muy hinchada tal como se puede apreciar en la curva de hinchamiento de la piel (apéndice H), las fibras del colágeno se encontraban muy hinchadas y los espacios interfibrilares eran muy reducidos por lo que se dificultaba la penetración de los curtientes vegetales a través de todo el espesor de la piel, por otro lado al pH de trabajo se producía la mayor fijación de curtientes en la piel lo que dificultaba más la penetración de los curtientes pues las capas externas de la piel estaban saturadas de los curtientes impidiendo continuar con la difusión y produciéndose los graneos ya descritos.

En el proceso P5 que se presentó se inició la curtición de las pieles a un pH de 5.0, si observamos en la curva de hinchamiento de la piel (apéndice H) coincide con el estado de la piel en el cual se encuentra en el menor hinchamiento y por consiguiente los espacios interfibrilares son máximos con lo que la difusión de los curtientes se llevó sin dificultad y no se formaron los

FIGURA 17  
QUEBRACHO ATOMIZADO



#### EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA DENSIDAD

Para temperaturas encima de 20 °C la densidad tiene que ser calculado de la siguiente manera:

Densidad > 10 °Bé descontar 0.1 °Bé cada 2 °C.

Densidad < 10 °Bé descontar 0.1 °Bé cada 3 °C.

Ejemplo: \* Lectura: 9 ° Bé a 32 °C es igual a 8.6 °Bé.

\* Lectura: 15 ° Bé a 26 °C es igual a 14.7 °Bé.



graneos, una vez que los curtientes atravesaron la piel se inició la fijación de los extractos curtientes disminuyendo el pH del sistema a 3.8 aproximadamente durante 2 horas.

Los tiempos de curtido no son los mismos para todas las pieles, se tratan de procesar lotes de un espesor lo más uniforme posible; la velocidad de rotación de los botaes, tamaño del botal, carga a procesar y el tipo de curtiente empleado también influyen en el tiempo de curtición de la piel.

El reposo de las pieles después del curtido es muy importante, se ha encontrado que los rendimientos pueden disminuir de 0.5 a 0.8% si es que las pieles no reposan por lo menos 24 horas antes de ser escurridos.

## **9.- RESUMEN**

## RESUMEN

El trabajo realizado en la Curtiembre puede resumirse como la actividad industrial que transforma la piel en una estructura que puede terminarse en un material útil comercialmente llamado cuero, empleando para esto productos químicos que reaccionen con las proteínas para lograr su estabilización microbiológica.

En la etapa de ribera, se busca eliminar el material no apto para la curtición, dejando sólo el material fibroso que reaccionará con los agentes curtientes en la etapa de curtido, en la etapa de acabado se dan las características finales a la piel curtida.

Los trabajos iniciales realizados en la planta de producción de Curtiembre El Aguila S. A. donde se adquirió la experiencia del curtido de pieles estuvieron orientados a determinar los parámetros de control de cada proceso (pH, temperatura, relación de baño con respecto al peso de las pieles, tiempo de operación, etc). Es por este motivo que el presente informe describe las características de cada proceso con sus respectivos parámetros de control que se consideran en la rutina diaria de supervisión de los lotes batch de producción (tabla 5).

El conocimiento de la acción de los productos químicos utilizados en la piel así como los productos producidos fueron importantes para controlar los lotes de producción de los cueros y también para controlar los efluentes líquidos (apéndice K), cumpliendo con los parámetros de control que establece el Reglamento de Desagües Industriales, aprobado por D.S. 028-60 S.A.P.L. del 29.11.60 antes de su descarga a la red pública (pH: 5.0-8.5, temperatura < 35

°C, sólidos suspendidos sedimentables < 8.5 ml/L/hr, grasas < 100 mg/L y D.B.O < 1000 ppm.).

El segundo paso en el trabajo desarrollado en Curtiembre El Aguila S. A. y J. V. Molfino e Hijos S. A. fue mejorar la calidad del producto, realizándose pruebas en todas las secciones del proceso para determinar los parámetros de control más adecuados (pH, temperatura, tiempo, relación de baños, etc.); en algunos casos se modificaron y en otros se confirmaron. El aumento de rendimiento logrado en el nuevo proceso de curtido planteado tal como se describió en este informe, permite a la Curtiembre ofrecer actualmente un buen producto a un mejor precio, sin disminuir sus utilidades.

Actualmente el trabajo que desempeño está orientado a desarrollar nuevos productos, mejorar la calidad y rendimiento de los mismos.

TABLA 5 pH DE LOS DIFERENTES ETAPAS DE CURTIDO (3)	
PROCESO	PH
REMOJO	6.0 – 7.0
PELAMBRE	11.5 – 13.5
DESENCALADO	5.0 – 8.5
PIQUELADO	1.0 – 5.0
CURTIDO AL CROMO	2.0 – 4.0
CURTIDO VEGETAL	3.0 – 5.0

## **10.- BIBLIOGRAFIA**

## 10.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Angelinetti Raúl Alberto & Lacour Norman Archibaldo, 1 Curso Nacional de Tecnología del Cuero, Itintec, Lima - Perú, 1983, capítulo V
- 2.- Hoinacki Eugenio & Guthel Nelson Carlos, Peles e couros, Centro Tecnológico do Couro, Brasilia - Brasil, 1978.
- 3.- Martignione Giorgio, Conceria Practica, Lerotto & Bella, Torino – Italia, 1984, páginas.
- 4.- Morrison & Boyd, Química Orgánica, Fondo Educativo Interamericano, México, 1985.
- 5.- O’Flaherty Fred & T. Roddy Willian, The Chemistry and Technology of Leather, Reinhold Publishing Corporation, New York – United States, 1958.
- 6.- Organización Panamericana de la Salud - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Informe Técnico Sobre Minimización de Residuos de Curtiembre, Lima – Perú, 1996.

## **11.- APENDICES**

## **APENDICE A**

### **DEFINICIONES**

#### **I.- GENERALIDADES**

**ASTRINGENCIA:** Expresión de la afinidad de un curtiente o de un baño curtiente hacia la sustancia piel.

**CARNAZA:** Es la parte obtenida del lado de la carne, al dividir las pieles en una o varias capas, cualquiera que sea su acabado. La carnaza se obtiene generalmente de las pieles vacunas.

**CUERO:** Material proteico fibroso (colágeno) de la piel, con flor o flor corregida que ha sido tratado químicamente con material curtiente para darle estabilidad hidrotérmica y mejorar sus características físicas.

**FLOR:** Cara externa de la piel, en la cual las fibras tienen orientación vertical, sin pelo o lana y sin epidermis, ya curtida y/o acabada.

**GRANO:** Es el dibujo visible de la superficie del cuero que puede ser natural o artificial.

**LADO CARNE:** Es la superficie interna de la piel y correspondiente al lado opuesto del pelo del animal.

**LADO FLOR:** Es la superficie exterior de la piel, la correspondiente al lado del pelo del animal.



**PIEL:** Envoltura flexible que recubre externamente al animal, esta formada por una capa superficial o epidermis y una interna o dermis.

**PUNTO ISOELECTRICO:** Es la concentración del ión hidrógeno de la solución para la cual un aminoácido no migra en un campo eléctrico.

**SINTANES:** Son curtientes sintéticos que se obtienen tratando sustancias aromáticas tipo fenol, naftol, resorcina, cresol, pirocatequina, pirogalol, etc. con formaldehído para condensarlas y posteriormente con ácido sulfúrico para introducirle grupos sulfónicos a la molécula y darle una cierta solubilidad.

**SUELA:** Material proteico fibroso (colágeno) de la piel con flor o flor corregida que ha sido tratado químicamente con material curtiente vegetal para darle estabilidad hidrotérmica y mejorar sus características físicas.

**TURGENCIA:** Es el estado final del hinchamiento cuando la estructura fibrosa no puede ya ceder más, las fibras se tensan mutuamente entre sí y la piel se torna dura y rígida.

## II.- PARTES DE LA PIEL

Según su ubicación:

**CACHETE:** Es la parte correspondiente a la piel que cubre las quijadas del animal.

**CRUPON:** Es la parte del cuero que queda después de separar las faldas y el cogote.

**FALDA:** Es la parte correspondiente a la piel que cubre la parte inferior del animal (barriga) incluyendo la porción de las patas.

**LADO:** Es la mitad del cuerpo entero, incluídas cogote y falda, obtenidas por corte por el medio, siguiendo la línea de la columna vertebral. Se conoce como hoja.

**LOMO:** Es el cuerpo que queda después de separar las faldas.

**PESCUEZO O COGOTE:** Es la parte correspondiente a la piel que cubre las paletas y cuello del animal.

### III.- PROCESO DE FABRICACION:

#### III.1.-PIELES SIN CURTIR:

**PIEL DESENCALADA:** Es la piel en tripa al que se le ha eliminado la cal.

**PIEL EN TRIPA:** Es la piel exenta de pelos, epidermis y carne.

**PIEL FRESCA SALADA:** Es la piel fresca que ha sido sometida a un tratamiento con sal.

**PIEL FRESCA:** Es la piel del animal recién desollado.

**PIEL PIQUELADA:** Es la piel desencalada con un pH menor de 4.5, obtenida mediante la adición de sales y ácidos.

**PIEL SECA:** Es una piel que se conoce como seco-dulce o pergamino.

**PIEL SECO SALADA:** Es la piel fresca salada y deshidratada.

### **III.2.- PIELES CURTIDAS:**

**CUERO CROMO RECURTIDO:** Es el cuero de curtido mixto que ha sido curtido con sales de cromo en todo su espesor y subsiguientemente tratado o recurtido con materias vegetales y curtientes sintéticos.

**CUERO CURTIDO AL ACEITE:** Es el cuero curtido únicamente con aceites oxidables.

**CUERO CURTIDO AL ALDEHIDO:** Es el cuero curtido con aldehidos.

**CUERO CURTIDO AL ALUMINIO:** Es el cuero que ha sido curtido con sales de aluminio.

**CUERO CURTIDO CON SUSTANCIAS SINTETICAS:** Es el cuero curtido con productos orgánicos sintéticos.

**CUERO DE CURTICION AL CROMO:** Es el cuero que ha sido curtido con sales de cromo.

**CUERO DE CURTICION MIXTA:** Es el cuero que ha sido curtido empleando mezclas de los curtientes mencionados.

**CUERO DE CURTICION VEGETAL:** Es el cuero curtido con materiales curtientes de origen vegetal.

## APENDICE B

### PIEL

Es la capa externa, resistente y elástica, que envuelve el cuerpo del animal y cumple muchas funciones fisiológicas:

- Regula y mantiene constante la temperatura del cuerpo que cubre, a través de las glándulas sebáceas y sudoríparas.
- Funciona como filtro, evitando la destrucción de los tejidos subyacentes por la acción de los rayos solares
- Protege el cuerpo contra el ataque bacteriano y agentes externos.

La piel animal (fig. 18), como es recibida por el curtidor puede ser dividido en tres partes (2):

- a) Capa superior: EPIDERMIS, constituye un pequeño porcentaje del espesor de la piel, su principal componente es la queratina. El sistema epidérmico: epidermis, pelo, glándulas sebáceas y sudoríparas son removidos en la operación de ribera.
- b) Capa intermedia: DERMIS o corion , es la parte más importante para el curtidor y está formada por dos capas: la capa superior también llamada “flor” está penetrada por las glándulas sebáceas y sudoríparas juntamente con los folículos pilosos. La capa inferior denominada capa reticular, presenta un entrelazamiento de fibras colágenas, con apariencia de red. La proteína principal de ambas capas es el colágeno.

- c) Capa inferior: HIPODERMIS, es un tejido celular subcutáneo, medio de unión de la piel con los tejidos y órganos que recubre. Cuando la piel es separada del cuerpo algo de carne juntamente con cantidades variables de tejido adiposo, tejido conectivo, vasos sanguíneos, nervios y músculos son removidos. Todos estos tejidos combinados constituyen la “carne” (terminología de curtiembre).

La piel de vacuno (fig. 19) utilizada en este tipo de trabajo está formado por fibras colágenas en una cantidad apreciable, cerca del 85% del espesor de la piel . La epidermis apenas representa 0.5% a 1.0% del espesor total.

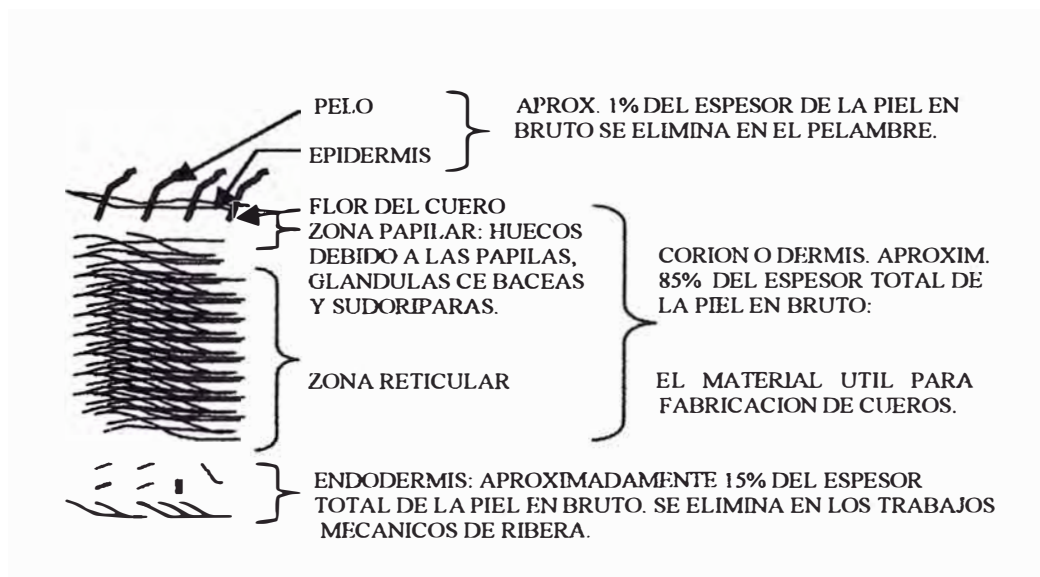


Fig. 18 CORTE TRANSVERSAL DE LA PIEL VACUNO.

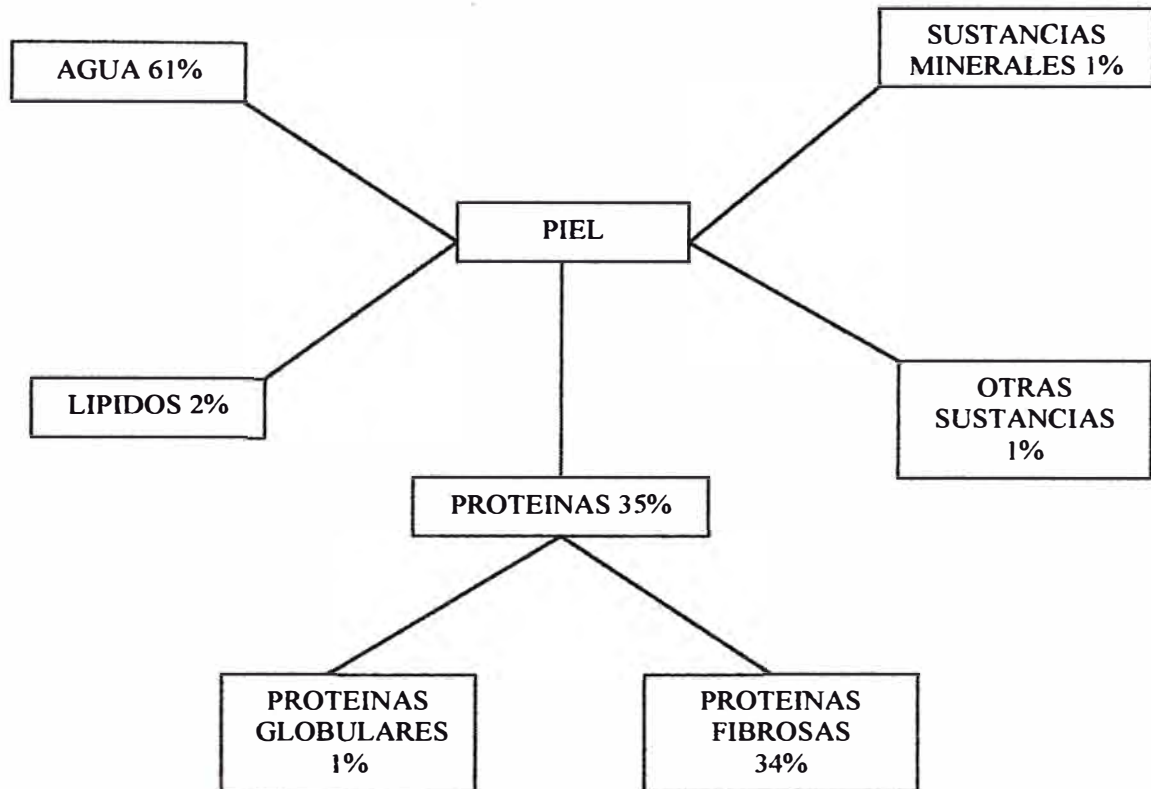


Fig. 19 COMPOSICION DE LA PIEL

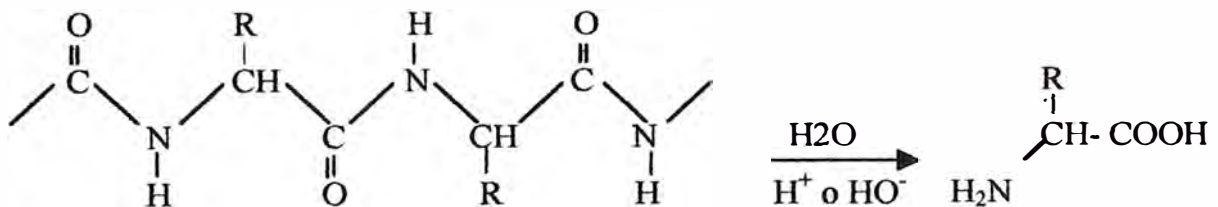
## ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS PROTEINAS

En la piel estan presentes varias proteínas, siendo las más importantes el colágeno, la queratina, la elastina, las albuminas y globulinas.

Las proteínas de mayor importancia para el curtidor son las tres primeras denominadas proteínas fibrosas, las demás pertenecen a la clase de proteínas globulares.

Todas las proteínas son esencialmente constituidas de alfa-aminoácidos  $R-CH(NH_2)COOH$ , unidos por la reacción entre un grupo carboxilo de uno y un grupo amino de otro, con eliminación de agua y formación de ligaciones peptídicas.

La hidrólisis debido a la acción de ácidos, bases o enzimas de estas cadenas polipeptídicas ocasiona el rompimiento de los mismos, dando lugar a los aminoácidos:

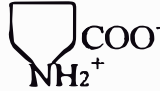

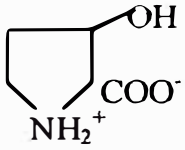



Como constituyentes de las proteínas animales, fueron aislados veintiún aminoácidos (4), ver tabla 6.

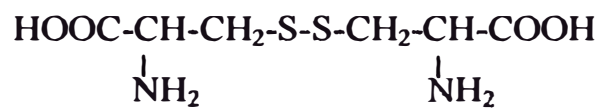
La naturaleza química de las cadenas laterales R, determina en parte el comportamiento físico químico de una proteína dada.



**TABLA 6**  
**AMINOACIDOS DE LA PROTEINAS ANIMALES**

Aminoácido	R
Glicina	-H
Alanina	-CH <sub>3</sub>
Valina	-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Leucina	-CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Isoleucina	-CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Fenilalanina	-CH <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>
Prolina	
Serina	-CH <sub>2</sub> OH
Treonina	-CH(CH <sub>3</sub> )OH
Tirosina	-CH <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )OH
Metionina	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> S-CH <sub>3</sub>
Cisteína	-CH <sub>2</sub> SH
Cistina	-CH <sub>2</sub> -S-S-CH <sub>2</sub> CH-(NH <sub>3</sub> )COOH
Triptofano	-CH <sub>2</sub> 
Hidroxiprolina	
Acido aspártico	-CH <sub>2</sub> COOH
Acido Glutámico	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH
Lisina	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
Hidroxilisina	-CH-OH-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
Arginina	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NHCNH <sub>2</sub> NH
Histidina.	-CH <sub>2</sub> 

**QUERATINA:** Son proteínas insolubles en agua, soluciones salinas neutras y en soluciones ácidas o alcalinas diluidas. Es la proteína principal de la estructura epidérmica y su cantidad varía con la especie y con la edad del animal. Se diferencia de las demás proteínas por su elevado contenido de azufre, debido a que su estructura presenta aminoácidos con contenido de azufre (cistina):



**COLAGENO:** Es la proteína más importante para el curtidor, pues es la que reacciona con los agentes curtientes para dar origen al cuero (fig. 20).

Prácticamente el 33% de la proteína total del cuerpo del mamífero está constituida de colágeno.

El colágeno tiene carácter anfótero, funciona como base frente a ácidos y como ácido frente a bases. Es insoluble en agua, pero puede disolverse en soluciones ácidas o básicas concentradas.

El colágeno absorbe y retiene grandes cantidades de agua, debido a la presencia de ciertos grupos polares reactivos de la molécula, los cuales facilitan la interacción con moléculas de agua.

Durante el curtido los grupos reactivos reaccionan con los curtientes, perdiendo la capacidad de retener agua.

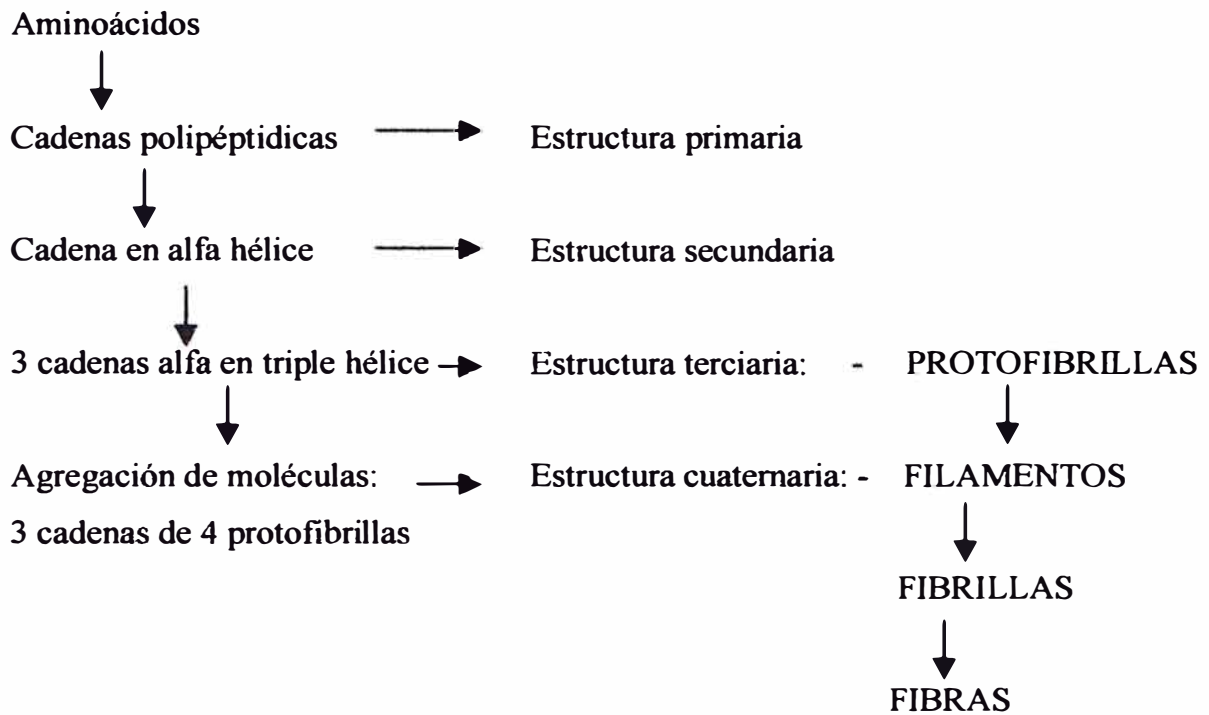


Fig. 20 ESTRUCTURA DEL COLAGENO (2)

## APENDICE C

### BOTALES O BOMBOS

Los botaes (fig. 21) sirven para mezclar y hacer penetrar los productos químicos hacia el interior de las pieles. Tienen forma cilíndrica y el material empleado es la madera, resina poliéster reforzado con lana de vidrio y en algunos casos el acero inoxidable.

Para que la pieles se arrastren al girar el botal se coloca el interior una serie de pivotes de una longitud de 20 cm-30 cm. proporcional al diámetro del botal, con la punta redondeada y bien pulidos para que no rayen las pieles. El movimiento de las pieles en un botal de eje horizontal con pivotes se indica en forma esquemática en la figura 22.

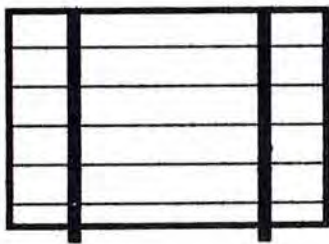
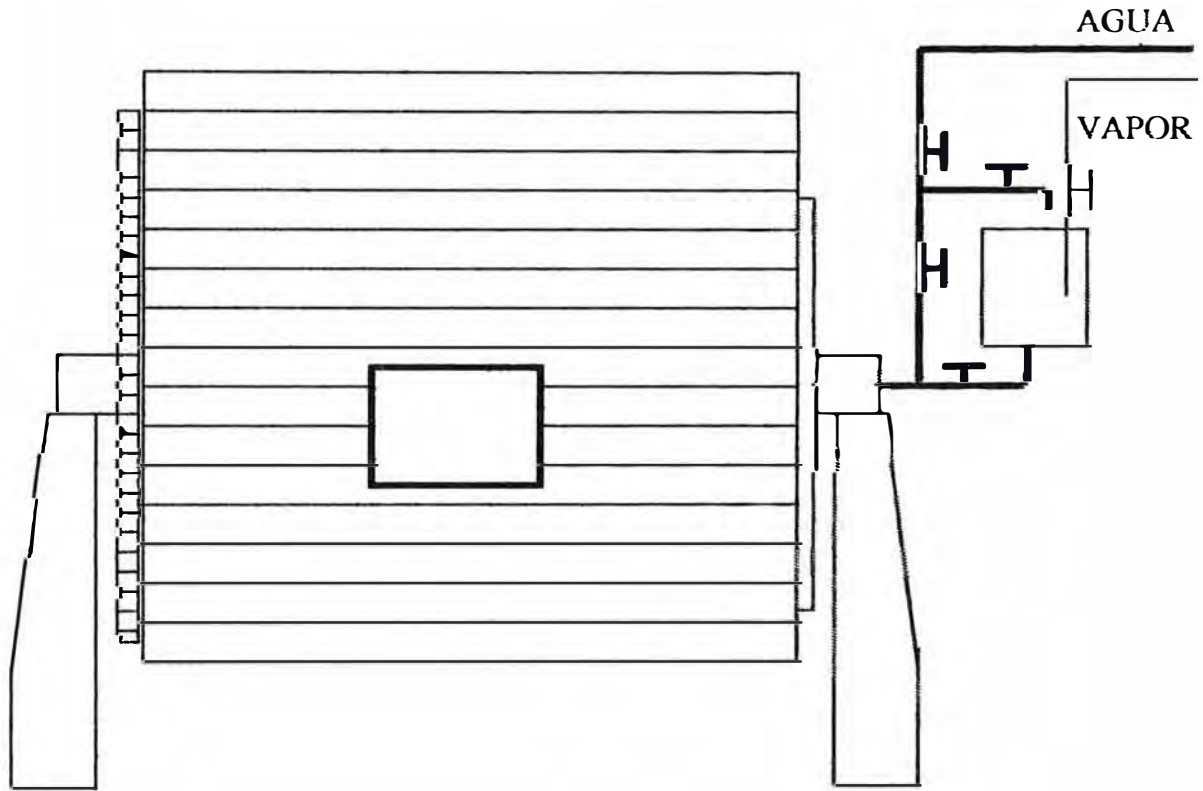
El botal se sostiene sobre unos ejes que a su vez se apoyan sobre cojinetes, que le permite girar sobre si mismo. Estos ejes salen perpendicularmente de una cruceta de fundición que se fija centrada a uno de los laterales del botal y en el otro lateral una cruceta que termina en una corona dentada (3).

La cantidad de pieles que se puede trabajar en un botal determinado depende del tipo y tamaño de las pieles, de hasta donde se llene el botal, de la cantidad de baño que se utiliza y de la operación que se esté realizando.

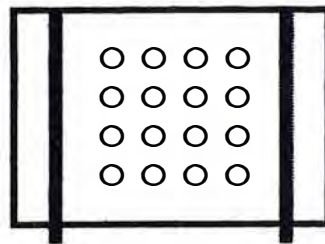
La velocidad de los botaes suele expresarse en r.p.m. Para que este valor sea significativo debe acompañarse del diámetro del botal de que se trata.

Las recomendaciones en cuanto a velocidad del botal dependiendo del proceso son las siguientes:

**Fig. 21 BOTAL**



**TAPA FIJA**



**TAPA REJA**

Remojo	2 rpm
Depilado y calero	2 rpm
Desencalado	5 rpm
Piquel y curtido	8 rpm

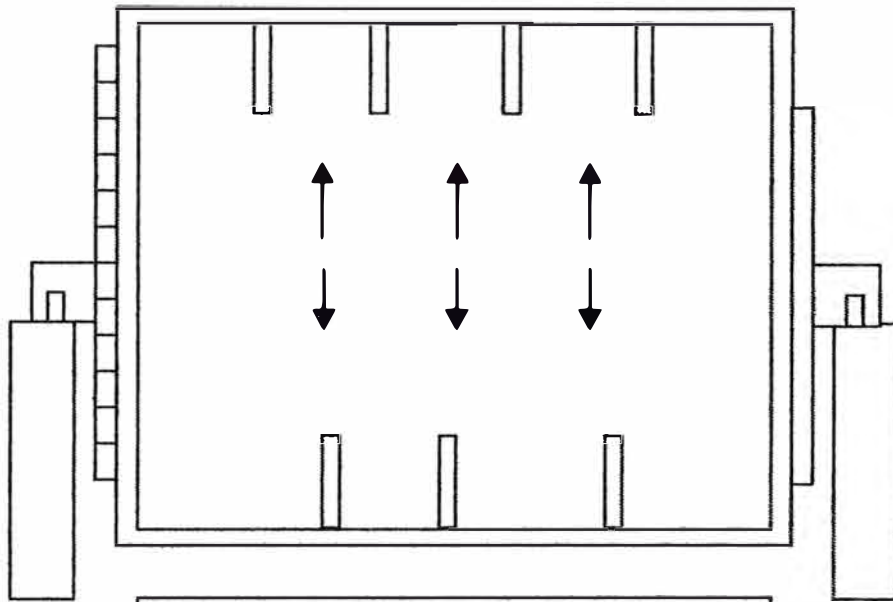
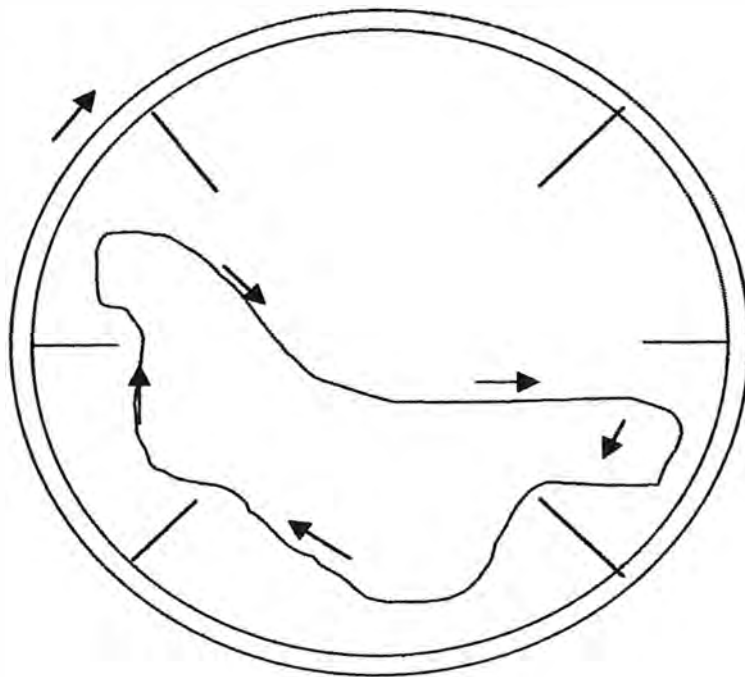


Fig. 22 MOVIMIENTO DE LAS PIELES  
EN EL INTERIOR DEL BOMBO



## APENDICE D

### MAQUINA DE DESCARNAR

Las pieles se someten en la máquina por el lado carne a la acción cortante de unas cuchillas afiladas, que van colocadas sobre un cilindro y a partir del centro en doble espiral. La piel se sostiene por el lado flor sobre un cilindro de apoyo que aguanta la piel y la presión que sobre ellas se hace.

Los elementos esenciales de una máquina de descarnar se puede observar en la siguiente figura:

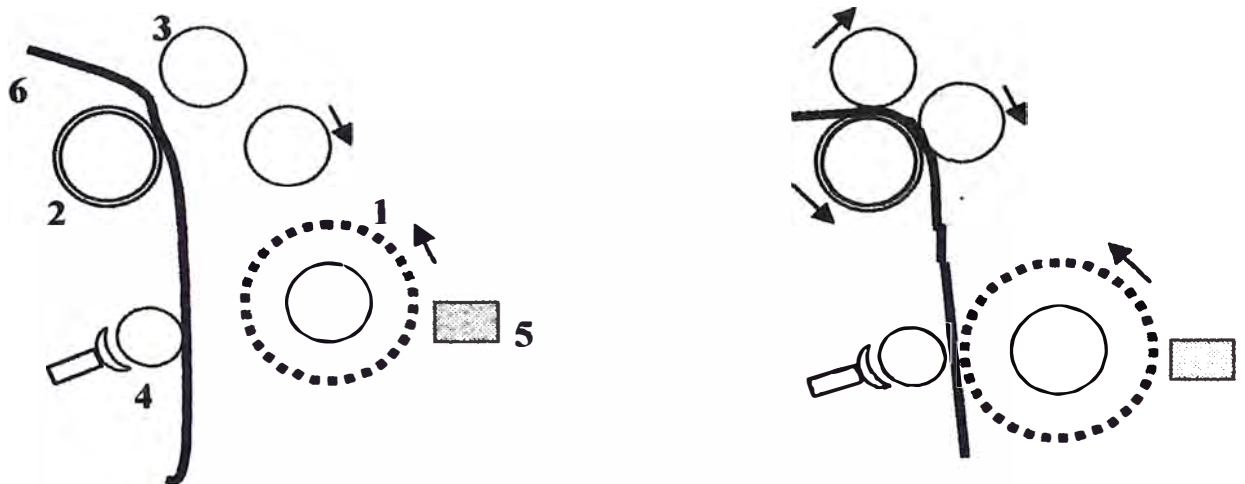


Fig. 23 MAQUINA DE DESCARNAR

1.- Cilindro de cuchillas de acero afilada que actúan a una elevada velocidad del orden de 1000 – 1500 r.p.m. 2.- Cilindro de transporte, que consta de un alma de hierro o acero recubierta de goma. 3.- Cilindro de arrastre, que son metálicos con estrías para que la piel no resbale. 4.- Cilindro de apoyo, sirve



para absorber las irregularidades de la piel. 5.- Aparato para afilar las cuchillas que esta formado por una piedra de afilar rectangular. 6.- Piel en tripa.

## APENDICE E

### MAQUINA DE ESCURRIR

Para el escurrido del cuero vegetal para suela se deben utilizar prensas robustas. Estas máquinas constan de dos cilindros recubiertos de fieltro, fijados al rodillo por unos aros de acero inoxidable. La velocidad de los cilindros se puede regular desde cero hasta unos 15 metros por minuto y la presión entre ellos puede llegar a alcanzar las 65 toneladas.

La siguiente figura muestra un corte transversal de la máquina de escurrir:

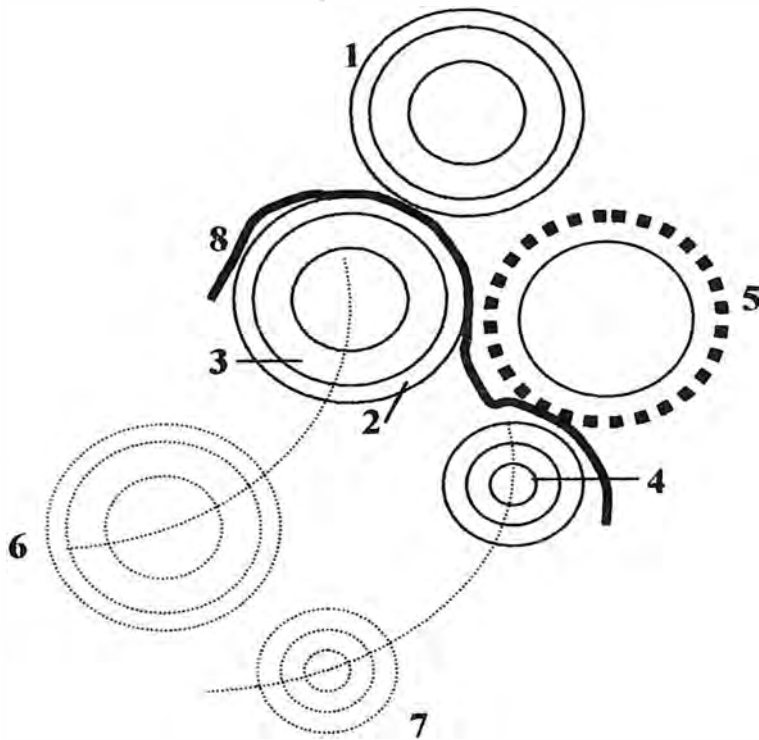


Fig 24 MAQUINA DE ESCURRIR

1.- Cilindro de presión. 2.- Mangas de fieltro. 3.- Cilindro de presión. 4.- Cilindro distribuidor. 5.- Cilindro de cuchillas romas. 6-7.- Máquina abierta. 8.- Piel.

## APENDICE F

### MAQUINA DE RETENER CUERO (2)

Esta máquina consta de un cilindro de cuchillas romas de acero inoxidable o bronce y del cilindro de soporte y arrastre. Tienen accionamiento hidráulico para la apertura y cierre de la máquina, para el transporte de la piel mediante los cilindros adecuados y el propio movimiento del cilindro de cuchillas

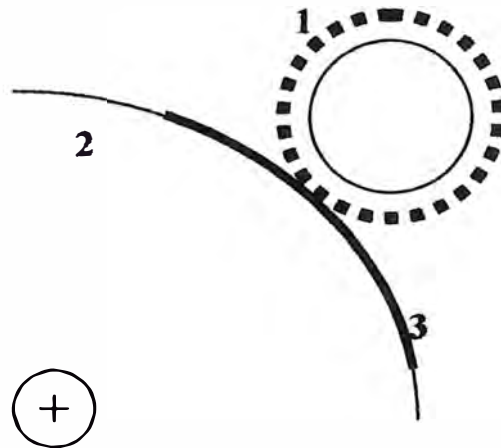


Fig. 25 MAQUINA DE RETENER CUERO

1.-Cilindro de cuchillas roma. 2.- Cilindro de soporte. 3.- Piel.

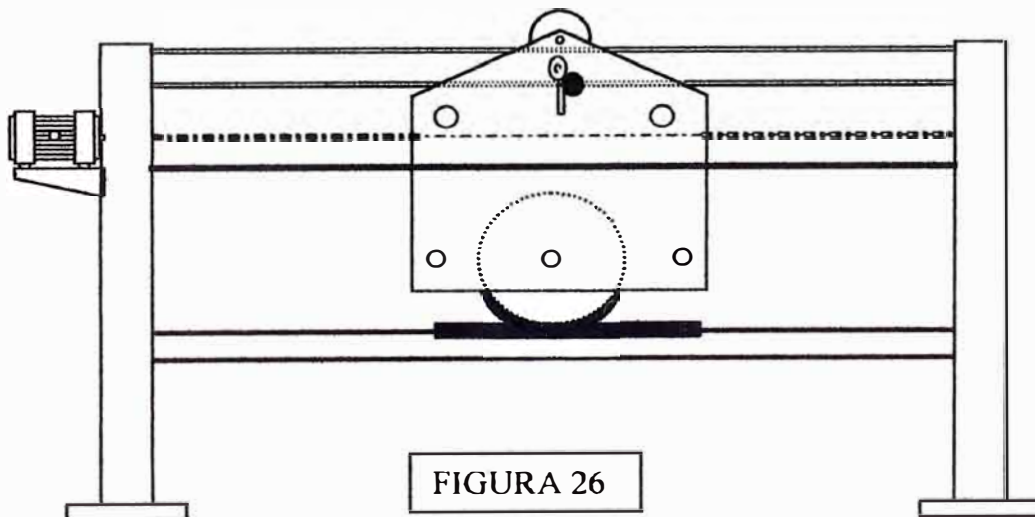
## APENDICE G

### MAQUINA DE CILINDRAR

La máquina consta de un robusto armazón formado por dos vigas en doble T, colocadas horizontalmente y fijadas a dos columnas verticales a los lados. Entre las vigas circula un carro guiado por la parte superior de un sistema de rodillos y que en la parte inferior tiene una rueda cilíndrica de unos 500-600 mm. de diámetro y 200-300 mm. de ancho que se desplaza girando sobre si misma a lo largo de la máquina con movimiento de vaivén sostenida sobre una plancha (ver figura 26).

La presión sobre el cuero se regula variando la distancia entre la rueda y la plancha, pero también depende del grosor del cuero que se quiere cilindrar.

El movimiento alternativo de la rueda hacia un lado y hacia el otro lado se realiza mediante una rosca sin fin, cuyo sentido de rotación se puede invertir mediante sistemas mecánicos o hidráulicos.



## APENDICE H

### HINCHAMIENTO OSMOTICO (1)

En las reacciones de proteínas insolubles tales como el colágeno con ácidos y bases en solución acuosa, existe condiciones para la aplicación del equilibrio Donnan entre el colágeno y la solución externa, ya que hay presentes iones no difusibles en la estructura fibrosa (ejm: grupos  $-\text{NH}_3^+$  cargados en el caso del sistema ácido) e iones difusibles (los iones del ácido).

La presencia de iones no difusibles conducen a una distribución desigual de los iones difusibles entre la fase sólida y la fase externa.

La distribución de iones en el equilibrio se muestra en el esquema siguiente:

<u>ESTRUCTURA FIBROSA</u>		<u>SOLUCION</u>	
<u>ión</u>	<u>conc.</u>	<u>ión</u>	<u>conc.</u>
Colágeno	z	$\text{H}^+$	x
$\text{H}^+$	y	$\text{Cl}^-$	x
$\text{Cl}^-$	y + z		

La proteína se combina con HCl para dar una sal que se encuentra completamente ionizada en colágeno<sup>+</sup> y  $\text{Cl}^-$ .

Algunos de los iones  $\text{H}^+$  se combinan con los iones  $\text{COO}^-$  del colágeno, los iones  $\text{Cl}^-$  correspondientes son eléctricamente compensados por los grupos catiónicos de la proteína presente en la forma de iones.

Consiguientemente la solución en la estructura fibrosa tendrá mayor  $\text{Cl}^-$  que iones  $\text{H}^+$ . La ley de acción de masas nos dice que el producto de las

concentraciones de iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{H}^+$  debe de ser igual en ambas fases, es decir que:

$$x^2 = y(y + z) \quad (1)$$

En la ecuación (1), el producto de los iguales es igual al producto de los desiguales, de lo que se sigue que la suma de los desiguales debe de ser mayor que la suma de los iguales:

$$2y + z > 2x \quad (2)$$

La diferencia en la distribución de los iones entre las dos fases da lugar a una diferencia en la presión osmótica. El sistema tenderá a igualar la distribución de los iones en ambas fases, y esto inducirá un flujo de agua hacia la estructura colagénica para reducir la concentración de los iones en la fase sólida. Esta agua producirá el hinchamiento de la estructura fibrosa.

A la diferencia de iones, expresada en la ecuación 2, entre las dos fases se le asignará la letra  $e$ , de modo que:

$$e = 2y + z - 2x \quad (3)$$

El exceso es la fuerza, la cual produce el hinchamiento de la proteína, pero debe existir otra fuerza opuesta e igual a  $e$ , dado que de otra manera la proteína hincharía sin límite. La fuerza opuesta a  $e$  está localizada en la estructura elástica de la proteína. Si se convierte en un valor muy grande, la estructura cede más allá de su límite de rotura y  $e$  hace que la proteína hinche sin límite, en otras palabras tienda a disolverse.

El valor de  $z$ , la carga positiva del colágeno (grado de iones  $\text{COO}^-$  descargados), es una función de la concentración de iones  $\text{H}^+$  del sistema.

Al adicionar ácido el valor de  $z$  se incrementa rápidamente al comienzo, hasta que todos los iones  $\text{COO}^-$  hayan sido descargados (hasta que los grupos catiónicos de la proteína estén libres). Al seguir aumentando la  $[\text{H}^+]$ ,  $z$

permanecerá constante pero el valor de  $x$  se incrementará. Consecuentemente el valor de  $e$  se incrementará hasta alcanzar un valor máximo y luego disminuirá (fig. 27).

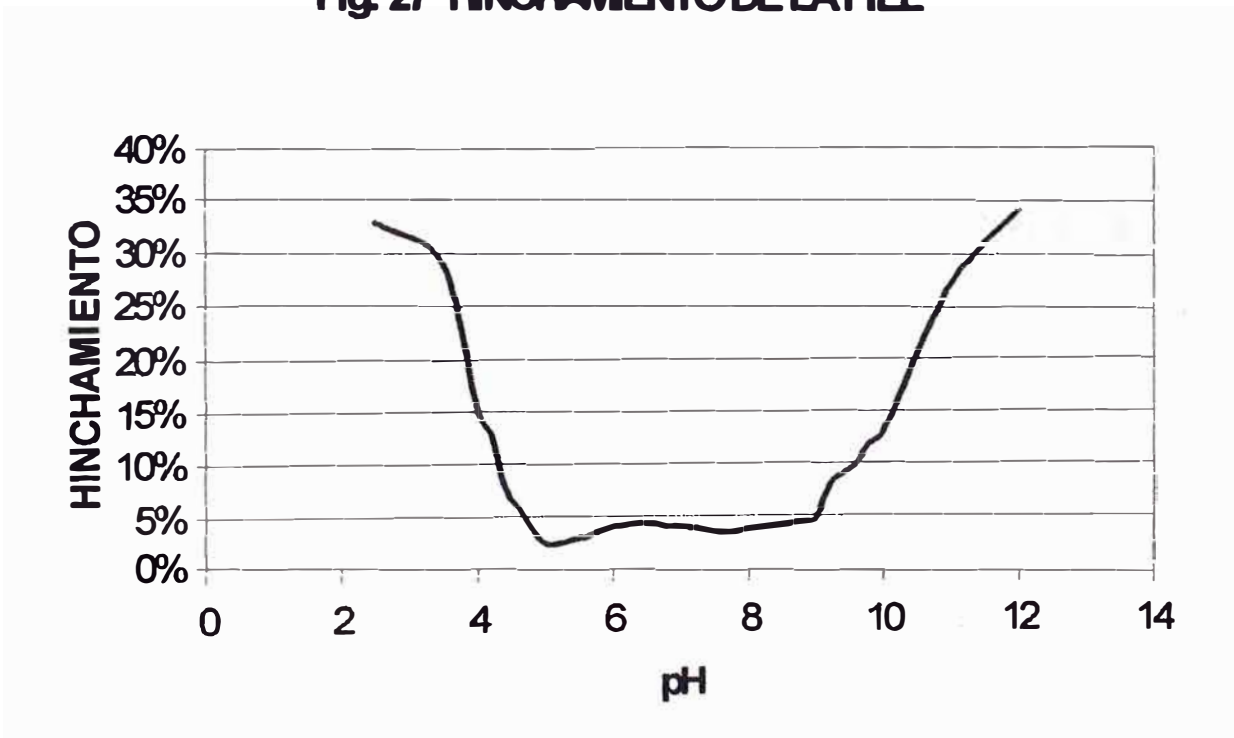
Al agregar NaCl el valor de  $x$  se incrementa disminuyendo el valor de  $e$ , en otras palabras, la diferencia de iones entre las dos fases disminuirá.

El control del hinchamiento por la sal es de mucha importancia en la manufactura del cuero.

El mínimo hinchamiento de la piel se produce en el Punto Isoeléctrico.

El hinchamiento osmótico alcalino se puede explicar de la misma manera que para el hinchamiento ácido.

**Fig. 27 HINCHAMIENTO DE LA PIEL**





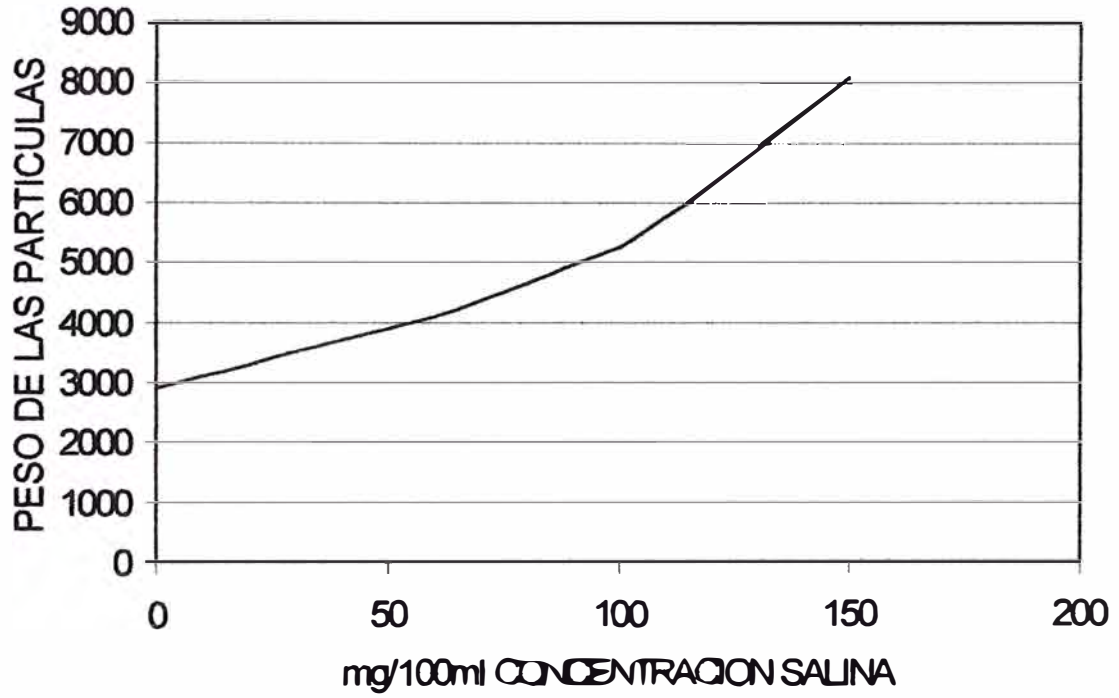
## **APENDICE I**

### **ACCION DE LAS SALES NEUTRAS EN LA CURTICION VEGETAL**

Cuando se mezclan soluciones de extractos tánicos con sales neutras se observa una precipitación de taninos. El efecto de precipitación, está relacionado con el tamaño de los agregados moleculares, ya que el tamaño de las micelas varían con la concentración salina.

En la figura 28 se observa que al aumentar la concentración de cloruro sódico aumenta considerablemente el tamaño de los agregados moleculares del extracto de quebracho. Cuando la cantidad de cloruro sódico añadido a la solución alcanza el valor de 1% precipita alrededor de 40% del extracto y cuando la concentración del cloruro sódico llega al 10% la precipitación del extracto llega a alcanzar el 80%. El extracto de mimosa es menos sensible a la acción del cloruro sódico, para concentraciones del 1% precipita del 2-15% del extracto y para concentraciones de cloruro sódico del 10% se obtiene un precipitado del orden de 20-75% del extracto de mimosa dependiendo de la concentración del extracto (5).

Fig. 28 ACCION DEL CLORURO DE SODIO  
SOBRE EL EXTRACTO DE QUEBRACHO

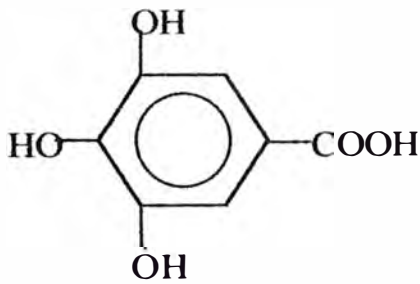


## APENDICE J

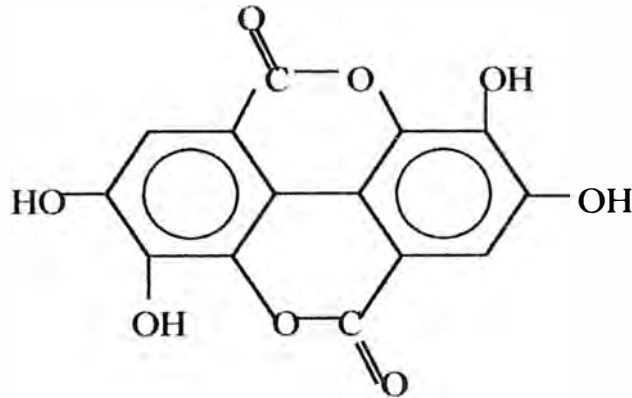
### TIPOS DE EXTRACTOS TANICOS (5)

Químicamente los extractos tánicos son mezclas de gran complejidad formadas por sustancias polifenólicas que se clasifican en dos grandes grupos:

**EXTRACTOS TANICOS HIDROLIZABLES.** Estos extractos se subdividen en dos grupos: aquellos que por hidrólisis forman ácido gálico y glucosa llamados extractos gálicos y aquellos extractos que dan ácido elágico y glucosa llamados extractos elágico.

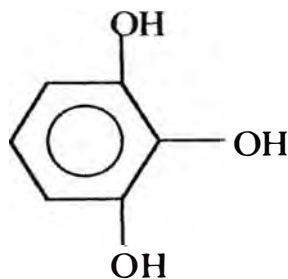


ACIDO GALICO



ACIDO ELAGICO

Los extractos hidrolizables por destilación seca forma forman pirogalol:



Las plantas contienen diversos tipos de moléculas fenólicas, las cuales para actuar de agentes curtientes deben alcanzar un tamaño mínimo para obtener una cierta reactividad. Una de las formas de lograrlo es por esterificación del ácido gálico o sustancias relacionadas consigo mismo a un núcleo central formado por un hidrato de carbono tipo glucosa.

**Taninos gálicos:**

Acido tánico	Agallas sobre hojas
Tanino turco	Agallas sobre brotes
Extracto de zumaque	Hojas
Extracto de tara	Vainas
Extracto de encina	Corteza y madera

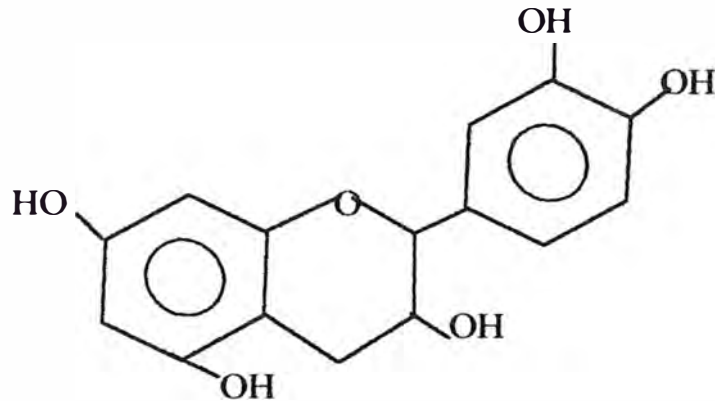
**Taninos elágicos:**

Extracto de castaño	Corteza y madera
Extracto de valonea	Cascabillos de bellota
Extracto de mirobolano	Fruto
Extracto de divi-divi	Vainas
Extracto de agarobilla	Vainas

**EXTRACTOS TANICOS CONDENSADOS.** Contienen pequeñas cantidades de hidratos de carbono, los cuales no se encuentran unidas químicamente a las sustancias fenólicas. Estas mezclas contienen trazas de ácido gálico o sustancias relacionadas y por hidrólisis no se obtienen cantidades

significativas de sustancias cristalizables de tipo fenólico. Por destilación seca se obtiene de ellas la pirocatequina.

La química de los extractos tánicos condensados es bastante compleja, existiendo varias hipótesis para explicar su formación. Una de estas hipótesis toma como materia prima de estos taninos a la catequina, que es un tetrahidroillavanol que contiene dos núcleos bencénicos y uno dihidropirano.



Bajo la acción del calor y de los ácidos la catequina puede abrirse por el puente oxígeno y condensarse con una segunda molécula de catequina. Por condensación se originan moléculas de elevado peso molecular, que pueden llegar a formar partículas difícilmente solubles (flobafenos). Las moléculas de los taninos condensados tienen pocos grupos hidrofílicos, principalmente grupos hidróxilo, al compararlas con las moléculas de los taninos hidrolizables.

Los extractos tánicos más importantes de este grupo son:

Extracto de quebracho	Madera
Extracto de urunday	Madera
Extracto de mimosa	Corteza
Extracto de gambier	Hojas
Extracto de pino	Corteza
Extracto de eucalipto	Corteza
Extracto de catecú	Maderas
Tanino del té	Hojas
Extracto de canagre	Raíces

De todos ellos los que tienen importancia industrial son los extractos de quebracho y mimosa, aunque hay otros que se utilizan localmente.

## **APENDICE K**

### **CARACTERISTICAS DE LOS EFLUENTES DE CURTIEMBRE**

La industria curtidora pertenece al grupo de industrias que descargan un volumen considerable de aguas residuales contaminadas. En términos generales, el efluente de curtiembre está caracterizado por una elevada concentración de componentes orgánicos e inorgánicos, y sólidos en suspensión.

Desde el punto de vista de la contaminación, los procesos que más contribuyen a la carga orgánica e inorgánica del efluente total son el remojo, el pelambre y el curtido.

La tabla 7 presenta las características generales de los efluentes de curtiembre. Estos valores pueden variar significativamente debido a las diferentes recetas propias de cada fábrica, de los volúmenes de agua consumidos y el nivel de tratamiento de los efluentes antes de su descarga.

El efluente de curtiembre está caracterizado por una contaminación mixta:

Contaminación por materiales en suspensión, por ejemplo: pelos parcialmente degradados, cal no disuelta, compuestos químicos insolubles (hidróxidos metálicos), etc.

Contaminación por componentes oxidables, por ejemplo: proteínas, materias grasas, productos de degradación de proteínas, etc.

Contaminación por sustancias tóxicas, principalmente sulfuros y cromo trivalente.

**TABLA 7**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE LAS CURTIEMBRES (6)**

Tipo de curtido Parámetros	Curtido vegetal (mg/l)	Curtido al cromo (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	1000	900
DQO	3000	2500
Sulfuro	160	160
Sulfato	2000	2000
Cloruro	2500	2500
Nitrógeno total	120	120
Aceites y grasa	200	200
Fósforo	1	1
Cromo(III)	-	70
Sólidos totales	10000	10000
Sólidos suspendidos	1500	2500
Ceniza total	6000	6000
Ceniza en sólidos suspendidos	500	1000
Sólidos sedimentables (2h)	50	50