

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE QUIMICA



**“CONTAMINACIÓN POR CROMO Y ALUMINIO EN
LOS EFLUENTES DEL PROCESO ARTESANAL DE
CURTIEMBRE Y PELETERÍA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN QUÍMICA**

**PRESENTADO POR:
BEATRIZ AZABACHE AZPILCUETA**

Lima – Perú

2 003

CONTAMINACIÓN POR CROMO Y ALUMINIO
EN LOS EFLUENTES DEL PROCESO ARTESANAL DE
CURTIEMBRE Y PELETERÍA

INDICE

	PAG
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	01
OBJETIVOS	02
CAPÍTULO I	03
CROMO Y ALUMINIO	03
1.1 PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DE CROMO Y ALUMINIO	03
1.1.1 CROMO	06
1.1.2 ALUMINIO	07
1.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	07
1.2.1 CONTAMINACIÓN POR CROMO	07
1.2.2 CONTAMINACIÓN POR ALUMINIO	11
1.3 TOXICOLOGÍA	13
1.3.1 TOXICIDAD DEL CROMO	13
1.3.2 TOXICIDAD DE ALUMINIO	17
CAPÍTULO II	21
CURTIEMBRE Y PELETERÍA	21
2.1 SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS	21
2.1.1 CURTIEMBRE	21
2.1.2 PELETERÍA	22
2.2 LA PIEL DE ANIMAL	23
2.2.1 EPIDERMIS	23
2.2.2 DERMIS	24
2.2.3 CAPA CARNE	25

2.2.4	PELO	26
2.2.5	HIPODERMIS	26
2.3	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL	28
2.3.1	COLÁGENO	28
2.3.2	QUERATINA	28
2.3.3	OTROS COMPONENTES NO COLAGÉNICOS	29
2.4	TRATAMIENTO QUÍMICO DE LA PIEL	31
2.4.1	REACTIVIDAD DEL COLAGENO	31
2.4.2	PROCEDIMIENTO DE CURTIDO: CONSIDERACIONES PRÁCTICAS Y QUÍMICAS DEL PROCESO	37
2.4.2.1	REMOJO, SINFECCION Y BACTERICIDAS	37
2.4.2.2	DESCARNADO Y DESENGRASADO	45
2.4.2.3	PIQUELADO	47
2.4.2.4	CURTIDO	51
2.4.2.5	OPERACIÓN DE REBAJE	56
2.4.2.6	RECURTIMIENTO	57
CAPÍTULO III		58
	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CROMO Y ALUMINIO	
3	DETERMINACIÓN DE METALES POR ABSORCIÓN ATÓMICA	58
3.1	ANÁLISIS DE CROMO	58
3.2	ANÁLISIS DE ALUMINIO	68
CAPÍTULO IV		79
	PARTE EXPERIMENTAL	79
4	RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE EFLUENTES DE LA ZONA PELETERA DE SICUANI	79
4.1	DEFICIENCIAS QUÍMICAS ENCONTRADAS EN EL PROCESO ARTESANAL DE PELETERÍA	81
4.2	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	81

CAPÍTULO V	86
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
5 <i>EFLUENTES LÍQUIDO: CARACTERÍSTICAS VOLUMEN Y DISPOSICIÓN FINAL</i>	86
CAPÍTULO VI	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
6.1 <i>CONCLUSIONES</i>	90
6.2 <i>RECOMENDACIONES</i>	90
BIBLIOGRAFÍA	92

INDICE DE TABLAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PAG
<i>TABLA 4.1</i>	<i>LUGAR, TIPO DE MUESTRA Y ANÁLISIS REALIZADO</i>	<i>82</i>
<i>TABLA 4.2</i>	<i>EFLUENTES LIQUIDOS – CALIDAD DE LAS AGUAS DE CURTIDO</i>	<i>83</i>
<i>TABLA 4.3</i>	<i>CALIDAD DE AGUAS DEL RÍO VILCANOTA</i>	<i>84</i>
<i>TABLA 4.4</i>	<i>ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA Y DESCARGA DEL RÍO HUAYCOLORO</i>	<i>85</i>

ANEXOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PAG.
<i>ANEXO N° 1</i>	<i>MITIGACIÓN DE IMPACTOS</i>	<i>95</i>
<i>ANEXO N° 2</i>	<i>GLOSARIO DE TÉRMINOS</i>	<i>98</i>
<i>ANEXO N° 3</i>	<i>LEY GENERAL DE AGUAS</i>	<i>101</i>
<i>ANEXO N° 4</i>	<i>DECRETO SUPREMO 003-002-PRODUCE</i>	<i>102</i>
<i>ANEXO N° 5</i>	<i>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CURTIDO DE LAS MICROEMPRESAS PELETERAS DE SICUANI CUSCO.</i>	<i>103</i>
<i>ANEXO N° 6</i>	<i>ESTRUCTURA DEL COLÁGENO</i>	<i>104</i>
<i>ANEXO N° 7</i>	<i>MÉTODOS ANALÍTICOS EN ANÁLISIS DE AGUAS DE CURTIEMBRE Y PELETERÍA.</i>	<i>105</i>

CONTENIDO DE GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. *APELAMBRADO*
2. *ASPAS*
3. *ASTRINGENTE*
4. *BOMBO*
5. *GRADO BAUMÉ (°Be)*
6. *PUNTO ISOELÉCTRICO*
7. *RIBERA*
8. *TANINO*

SUMMARY

The present work describes the process of Tannery and Furriery, developing the chemical and technical stages that these involve.

The work also approaches the topic of the environmental contamination originated by the manual furriery activity in Sicuani, Cusco and another business located in Zárate, Lima.

The report develops interesting technical aspects that have been little studied by furriery in this area; among them, the technique that has been used to harden the skins, the handling of chemical products and the environmental impact evaluation in the influence area

It is evaluated the current environmental impacts and it predicts the potential impacts from an inspection of the little business tanning and of preliminary evaluation of environmental quality in the influence area.

INTRODUCCION

La Peletería es una actividad de transformación no muy estudiada, pero sí bastante difundida en nuestro país, sobre todo en la zona de Sierra.

Este trabajo presenta la actividad peletera que se desarrolla en Sicuani, Cuzco; donde un grupo de microempresarios peleteros, muestra su preocupación por sobrevivir con su actividad pero a la vez debe desarrollarse bajo los lineamientos, que se traducen en obligaciones, que le demanda el Estado, mediante el organismo competente, MITINCI, quien cuenta con una lista de parámetros a ser analizados y sus respectivos Límites Máximos Permisibles.

Bajo este contexto es que se debe determinar los parámetros fisicoquímicos necesarios para reconocer la situación real en la que se encuentra las microempresas Peleteras situadas en Sicuani y una curtiembre en Zárate, Lima.

Por otra parte también se hace una revisión de información sobre la toxicidad del Aluminio y Cromo, siendo éstos principales compuestos tóxicos que generan las empresas de este rubro.

CONTAMINACIÓN POR CROMO Y ALUMINIO EN LOS EFLUENTES DEL PROCESO ARTESANAL DE CURTIEMBRE Y PELETERÍA

OBJETIVOS:

- 1°.- Dar a conocer la técnica y química empleadas en los procesos de curtiembre y peletería.

- 2°.- Evaluar los efluentes de la zona peletera de Sicuani, en Cusco y de una curtiembre en Lima. Para cumplir con los objetivos de determinar la concentración de Cromo y Aluminio se empleará el método de Aspiración Directa de Absorción Atómica.

CAPÍTULO I

CROMO Y ALUMINIO

1.1 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE CROMO Y ALUMINIO

1.1.1 Cromo

El elemento cromo pertenece al sub grupo VIB de la tabla periódica conjuntamente con los elementos molibdeno y tungsteno. El cromo no existe libre en la naturaleza, siendo su mineral más importante la cromita o cromita ferrosa. El nombre cromo deriva de la palabra griega chroma, "color" debido a que la especie en solución forma especies coloreadas.

Las propiedades físicas más importantes del elemento cromo son:

SÍMBOLO	Cr
Número Atómico	24
Peso Atómico	51,99
Estados de Oxidación	+2, +3, +6
Densidad a 20 C (g/mL)	7,19
Punto de Ebullición (C)	2475
Punto de Fusión (C)	1903

El cromo tiene varios estados de oxidación, pero sólo las formas trivalentes y hexavalentes son significativas en sistemas acuosos.

El cromo (VI) no tiene origen natural, se produce por oxidación del cromo (III). Sólo una pequeña cantidad de cromo (IV) se encuentra en la naturaleza, y la magnitud de ésta, se debe fundamentalmente a residuos industriales. El cromo (VI) es un agente oxidante poderoso. Es altamente tóxico.

El Cromo (III) es un nutriente esencial para los humanos porque promueve el metabolismo de azúcar, proteína, y grasa.

Cromo (III) ($4s^0 3d^3$) forman complejos octaédricos estables

En soluciones acuosas este es el estado de oxidación más estable y más importante. La característica más notable de este estado consiste en la formación de un gran número de complejos que, desde el punto de vista cinético son relativamente inertes.

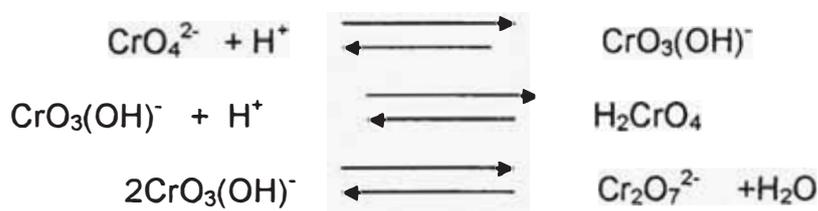
Es fundamentalmente debido a esta inercia cinética que se han podido aislar como sólidos especies complejas y que éstas persistan en soluciones durante periodos de tiempo relativamente prolongados, aún en condiciones en que son sumamente inestables. Desde el punto de vista termodinámico los compuestos crómicos son estables y muchos de ellos tienen aplicaciones comerciales tales

como el óxido crómico (Cr_2O_3) que es muy estable, resistente a los ácidos y de alto punto de fusión, se emplea como pigmento con el nombre de "verde de cromo" otro compuesto es el sulfato crómico básico $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

Cromo (VI)

En su estado de oxidación más alto, el cromo forma compuestos que con sola excepción del CrF_6 , todos ellos son oxidantes muy potentes. El óxido de cromo (VI) es fácilmente soluble en agua. Es sumamente venenoso por encima de su punto de fusión (1903 C) y oxida vigorosamente la materia orgánica en casi todas sus formas.

La química de las soluciones acuosas del cromo (VI) es muy importante. En soluciones alcalinas se encuentra como un cromato, CrO_4^{2-} , tetraédrico, de color amarillo. Si se disminuye el pH las soluciones toman el color anaranjado y dan el ión dicromato, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. El mecanismo de esta reacción comprende la adición de un protón al cromato para dar HCrO_4^- que luego dimeriza



Estas reacciones de equilibrios dependen del pH del medio. Las especies que se encuentran dependen además de la naturaleza del ácido.



1.1.2 El Aluminio

El elemento aluminio pertenece al sub grupo IIIA de la tabla periódica conjuntamente con los elementos galio e indio. El Aluminio se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza. La combinación de su disponibilidad con propiedades mecánicas y eléctricas únicas, aseguran a la química del Aluminio un futuro brillante y en constante expansión.

El Aluminio es liviano, fuerte en aleación con otros metales y muy dúctil y maleable, tanto, que puede ser estirado hasta su transformación en alambre o ser extendido hasta constituir una lámina extraordinariamente delgada. Estas propiedades lo convierten en un elemento con numerosas aplicaciones industriales.

Las propiedades físicas más importantes del elemento aluminio son:

SÍMBOLO	Al
Número Atómico	13
Peso Atómico	26,98
Estados de Oxidación	+3
Densidad a 20 C (g/mL)	7,19
Punto de Ebullición (C)	2056
Punto de Fusión (C)	660

Sinónimos: No tiene

Apariencia y color: El metal puro es plateado claro.

1.2 CONTAMINACION AMBIENTAL

1.2.1 Contaminación por Cromo

A) *ORIGEN NATURAL*

La abundancia promedio en la corteza terrestre es de 122 ppm. En suelos el cromo tiene un rango de 11 a 22 ppm; en corrientes de agua el promedio es de alrededor 1 mg/L, y en aguas subterráneas su valor es generalmente 100mg/L.

El cromo (Cr) es un metal gris-azulado que se encuentra naturalmente formando diferentes compuestos en minerales, animales, plantas, lava, polvo volcánico y gas. El cromo es encontrado principalmente en minerales junto con el hierro ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$).

En aguas naturales el cromo trivalente existe como Cr^{3+} , $[\text{Cr}(\text{OH})]^{2+}$, y $[\text{Cr}(\text{OH})_2]^+$. En la forma hexavalente el cromo existe como CrO_4^{2-} y como $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. El Cr^{3+} puede estar disponible en complejos con aminas y puede ser absorbido por arcillas.

El cromo no es considerado esencial para las plantas, pero es esencial la existencia de trazas para animales.

B) ANTROPOGENICA

Las formas más comunes son cromo (0), cromo (III) y cromo (VI). El cromo (III) presente naturalmente en el ambiente es un nutriente esencial. El cromo (VI) y cromo (0) son generalmente producidos por procesos industriales.

Numerosas industrias emplean cromo en algunos o en todos sus procesos de fabricación. Si bien a menudo sólo se utiliza una de las dos especies de cromo, es frecuente que en las aguas residuales se encuentren Cromo (III) y Cromo (VI) ambos tipos debido a las siguientes circunstancias:

- 1) En las industrias que utilizan Cromo (III) también se encuentran sales de Cromo (VI) obtenidos por la oxidación gradual que sufre el Cromo (III) por el aire.
- 2) En industrias que arrojan sales de Cromo (VI), se suelen hallar también sales de Cromo (III) ya que en medio ácido y la presencia de materia orgánica se reducen.

Las industrias cuyas aguas residuales pueden contener sales de cromo son las siguientes:

1. Curtiembre
2. Galvanoplastia

3. Textil
4. Tintorería Industrial
5. Metalúrgica
6. Orfebrería
- 7 Fábrica de pinturas, anilinas o colorantes
8. Laboratorio fotográfico
9. Manufactura de Vidrio
10. Fábrica de Productos Químicos
11. Fábrica de explosivos
12. Fábrica de cerámicas
13. Imprenta

El cromo metálico, cromo (0), se usa para hacer acero. El cromo (VI) y el cromo (III) se usan para los cromados de chapas, tintas, pigmentos, curtido de cuero y preservador de madera.

El cromo se usa en capas resistentes al óxido para proteger metales, así como en pigmento para pinturas, preservantes para maderas, y líquidos por curtir pieles.

El cromo es usado en aleaciones, en electro deposición y en pigmentos. Las sales de cromato son frecuentemente agregados a aguas de sistemas de enfriamiento para controlar la corrosión.

El Cromo (III) que naturalmente aparece en forma de cromita $\text{Fe}(\text{Cr}_2\text{O}_4)$, o $\text{Mg}(\text{Cr}_2\text{O}_4)$, se usa en la fabricación de ladrillos para alta temperatura (refractarios) usados en hornos industriales, como curtiente de pieles, pigmentos, etc.

Los compuestos de Cromo hexavalente (VI), producidos en la industria química, se usan principalmente para cromado, fabricación de pigmentos y colorantes, conservador de maderas y en algunas ocasiones en el tratamiento de aguas para torres de enfriamiento. En pequeñas cantidades, en lodos para lubricación de perforaciones, textiles y en máquinas de copiado con toner.

El Cromo que contamina el aire se dispersa y contamina, principalmente bajo las formas de cromo (III) y cromo (VI).

En el aire los compuestos de cromo están principalmente presentes como polvo fino. Las partículas luego de un tiempo se depositan sobre el suelo y agua, contaminándolos.

1.2.2 Contaminación por Aluminio

A) *ORIGEN NATURAL*

El Aluminio se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza. Una proporción natural de 8% de la superficie terrestre lo ubica en el primer lugar de abundancia relativa entre los metales y el tercero entre todos los elementos de la corteza.

Se obtiene principalmente de la bauxita, un mineral muy abundante, que fue descubierto en Le Baux, Francia, en el siglo XIX.

El Aluminio natural se encuentra en el suelo formando parte de la estructura química de los aluminosilicatos presentes en muchos minerales y rocas. Estos compuestos son muy estables y, por lo tanto, insolubles en el medio ambiente natural. La acción combinada de factores atmosféricos promueve cambios físicos y químicos que suscitan la ruptura de las rocas superficiales. Así se originan minerales arcillosos que luego se transforman en óxidos e hidróxidos de aluminio, más solubles.

El polvo desprendido de los minerales y materiales rocosos es la fuente más grande de partículas portadoras de Aluminio en la atmósfera. Por el contrario, las concentraciones en el agua natural no presentan variaciones importantes, con excepción de aquellas

zonas en las que las lluvias ácidas modifican el pH de lagos y aguas subterráneas, provocando aumento en la concentración de Aluminio.

B) ANTROPOGÉNICO

Debido a la acción del hombre, el Aluminio puede existir en altas concentraciones en los alrededores de los sitios donde se desechan residuos de ciertas industrias, refinerías, fundiciones, canteras y minas. Se ha calculado que un 70% de las tierras cultivables tienen suficiente acidez como para ocasionar problemas de toxicidad originada por la solubilización de Aluminio.

Otras fuentes de exposición puede ser el resultado del uso de compuestos del metal en la manufactura de cosméticos y productos de higiene personal. El lactato de Aluminio es utilizado en cremas dentales para dientes sensibles. El clorhidrato de Aluminio, ampliamente usado en la composición de antitranspirantes, actúa suprimiendo el sudor por formación de un precipitado de hidróxido o desnaturalizando queratina en la capa córnea que rodea los ductos de las glándulas. A pesar de que ninguno de estos mecanismos provoca una absorción significativa, no debería ser ignorada la posibilidad de que el metal contenido en estos productos afecte la salud, ya que se ha comprobado que los compuestos pueden atravesar la barrera de la piel.

La mayor contaminación de aluminio, está dado por los residuos sólidos generados al consumir algunos productos enlatados, el uso excesivo de éstos y la falta de un proceso de reciclado, lo hace cada vez más, uno de los mayores problemas de contaminación.

1.3 TOXICOLOGIA

1.3.1 Toxicidad del Cromo

La toxicidad es la propiedad que presenta un compuesto de ser venenoso, es decir capaz de causar daño a otros.

La sustancia que produce toxicidad se califica como tóxico.

Los efectos de exposición a cualquier sustancia tóxica depende entre otras cosas de la dosis y la duración de la exposición a un compuesto perjudicial para la vida. La dosis letal de un cromato soluble, como el cromato de potasio, el bicromato de potasio, o el ácido crómico, es de aproximadamente 5 g (*envenenamiento*)⁽⁶⁾

La exposición al cromo puede ocurrir por ingerir alimentos, bebidas o agua contaminada o por respirar aire contaminado.

Niveles altos de cromo (VI) pueden dañar la nariz y puede causar cáncer. Inhalando niveles altos de cromo (VI), este puede causar irritación tanto a la nariz causando desde úlceras hasta agujeros en el septum nasal. La ingesta de cantidades grandes de cromo (VI)

puede causar úlceras en el estómago, convulsiones, daño del hígado y los riñones. También la muerte.

El Cromo puede contaminar fuertemente el suelo, sólo una pequeña cantidad puede disolverse en agua pudiendo desplazarse más profundamente en la tierra hacia el agua subterránea.

El contacto superficial con los compuestos de cromo (VI) puede causar úlceras superficiales. Algunas personas son sumamente sensibles al cromo (VI) o cromo (III). Las reacciones alérgicas consisten en enrojecimiento e inflamación de la piel.

Varios estudios han mostrado que los compuestos de cromo (VI) pueden aumentar el riesgo de padecer cáncer pulmonar. La Organización Mundial de Salud ha determinado que el cromo (VI) es carcinógeno para el hombre. Según EPA ha determinado el cromo (VI) en el aire es un carcinógeno para el hombre.⁽¹²⁾

No se sabe si la exposición al cromo producirá problemas en los nacimientos u otros efectos en el desarrollo. Se han observado efectos adversos en animales expuestos a cromo (VI).

Es probable que los efectos en la salud de los niños sean similares a los vistos en adultos expuestos a cantidades elevadas de cromo.

Cromo presente en el aire, suelo ó agua, resulta de procesos naturales y actividades humanas. Las emisiones del mismo por chimeneas, sólidos y aguas industriales, pueden incrementar su contenido en el medio ambiente. La lluvia y la nieve ayudan a remover el cromo presente en el aire, siendo el tiempo medio de permanencia en éste, menor a 10 días. Los compuestos de cromo soluble pueden permanecer por largo tiempo en el agua antes de sedimentar. Los peces no acumulan cromo en su cuerpo aún estando en contacto con éste por períodos prolongados.

La mayor parte del Cromo presente en el suelo, es insoluble en agua; sólo pequeñísimas cantidades podrían disolverse, pero el movimiento del mismo, depende fundamentalmente de la forma en que éste sea dispuesto.

Efectos sobre el cuerpo humano

Puede entrar al cuerpo humano cuando se respire, coma ó tome líquido que lo contenga. El Cromo VI entra más fácilmente al cuerpo que el Cromo III, pero rápidamente pasa al estado trivalente (forma estable) por reducción. Todos de una u otra manera incorporamos cromo a nuestro organismo, la mayor parte de este es eliminada por las heces y prácticamente no entra en la corriente sanguínea; una

pequeña cantidad (0,4- 2,1 %) pasa a través del riñón y es eliminado por la orina en pocos días.⁽⁷⁾

El Cromo (III) presente en los alimentos en forma combinada, previo paso por el estómago e intestinos, pasa a la corriente sanguínea, cumpliendo funciones específicas, puesto que es un nutriente esencial que ayuda al cuerpo en la asimilación del azúcar, proteínas y grasas. La dosis diaria necesaria de Cromo (III), va de 0,05mg a 0,20mg. La ausencia de éste, provoca pérdida de peso, retardo en el crecimiento, alteraciones del sistema nervioso y tendencia a la diabetes. Es pública y notoria la promoción televisiva y por distintos medios escritos de productos con contenido de cromo trivalente para lograr una mejor forma física.

Los efectos del Cromo (III) y del Cromo (VI), están perfectamente diferenciados por el U.S. Department of Health & Human Services quienes indican a modo de ejemplo que respirar aire con niveles de Cromo VI de $0,002\text{mg}/\text{m}^3$ en forma continuamente expuesta provocarían perforaciones en el tabique nasal con pérdidas de sangre, úlceras ó asma; iguales ó mayores niveles de Cromo (III), no causan trastorno alguno. Lo mismo ocurre con la ingestión de Cromo (VI), el que provoca trastornos y úlceras estomacales, convulsiones, daños al hígado y riñón; ó úlceras en la piel si el contacto es externo.⁽¹⁹⁾

Toda esta fenomenología se produce debido a que el Cromo hexavalente en caso de ser asimilado por humanos busca siempre su forma estable (Cromo III). Estas reacciones que lo llevan de la forma VI a la forma III generan el consiguiente perjuicio para la salud por cuanto se producen a nivel intracelular degenerando en tumor ulceroso (cáncer).

Deben entonces diferenciarse las determinaciones de Cromo III y Cromo VI y no tomarlos como una sola unidad, por cuanto es abismal el grado del efecto producido tanto en la salud humana, como en el medio ambiente de uno u otro estado de valencia; siendo esta diferenciación fundamental a la hora de fijar límites de emisión, y disposición para los residuos gaseosos, líquidos y sólidos.

1.3.2 Toxicidad de Aluminio

La exposición al aluminio se produce principalmente por los alimentos y la bebida, y no desde el aire. Una ingesta diaria típica puede variar desde algunos miligramos hasta aproximadamente 100 miligramos, con un promedio de 20 miligramos. El aluminio se encuentra comúnmente en los agentes fermentantes usados en ingredientes de los pasteles, masas congeladas, levadura, y polvos de hornear. También se encuentra en los productos de queso procesado, especialmente en los envasados (envueltos) y

rebanados, que frecuentemente contienen aluminio en los emulsificantes utilizados para hacerlos más suaves. Otros alimentos, como el té, contienen niveles de aluminio en forma natural, y en los alimentos ácidos, tales como jugos de frutas y café, el aluminio puede disolverse a partir de los envases (latas) en las que se almacenan.

El aluminio también puede encontrarse en algunas medicinas que no tienen prescripción, como algunas tabletas de aspirina y antiácidos.

Otras fuentes de aluminio son el agua de bebida, algunos agentes antidiarreicos, y medicamentos antihemorroides, duchas vaginales, antitranspirantes, y lápices labiales

Efectos en el cuerpo humano

Los trabajadores expuestos a polvos de aluminio en la industria (de fabricación de aluminio, producción de fuegos artificiales y explosivos, y abrasivos de alúmina) pueden desarrollar fibrosis pulmonar.

Una enfermedad al riñón puede tener varias complicaciones por un envenenamiento con aluminio, ya que los riñones remueven todo el aluminio absorbido a través del tracto digestivo, pero esta función disminuye cuando existe enfermedad al riñón, por lo que los niveles de aluminio comienzan a aumentar en el organismo, produciendo varios problemas que incluyen una mayor facilidad a la fractura en

los huesos, desorden en el metabolismo del calcio, magnesio, fósforo y flúor, y varias formas de anemia.

También se cree que el aluminio puede ser uno de los causantes de la enfermedad de Alzheimer, en la que se produce un deterioro progresivo del cerebro.

Efectos en el medio ambiente

Los altos niveles de aluminio, junto con la una alta acidez, producto de lluvia ácida, han producido una masiva desaparición de peces. El aluminio actúa en los peces obstaculizando las branquias y desorganizando el metabolismo mineral, además afecta a otras biotas sensibles, como los crustáceos del plancton y aves que se alimentan de éstos.

En los lagos alcalinos o casi neutros las concentraciones de aluminio son muy bajas. No obstante, a medida que el pH desciende, el aluminio antes insoluble, que está presente en concentraciones muy altas en las rocas, los suelos y los sedimentos de ríos y lagos, comienza a disolverse. Una vez en solución, el aluminio a bajas concentraciones (de 0,1 a 1 mg/L) es excesivamente tóxico para diversas formas de vida acuática.

Aunque la concentración del aluminio aumenta de forma exponencial debajo de un pH de 4,5 a 4,7, la toxicidad para los

peces se presenta arriba de este valor. Estudios realizados en la Cornell University por Baker y Schofield muestran que la toxicidad máxima del aluminio para los peces tiene lugar alrededor de un pH de 5,0.

CAPÍTULO II

CURTIEMBRE Y PELETERÍA

2.1 SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS

2.1.1 Curtiembre

Es una actividad manufacturera que se encarga de tratar químicamente la piel de los animales y transformarla en un material robusto, flexible, resistente e inalterable que no pueda entrar en putrefacción.

El cuero según el empleo al que se destine, puede ser más o menos impermeable, mórvido o duro, rígido o flexible.

Los medios para la transformación de la piel son numerosos y variados y dependerán del uso que se le pretende dar. Hoy en día se cuenta con una gran variedad de recetas las cuales unidas a la experiencia dan como resultado productos de muy buena calidad.

Dentro del proceso que se lleva a cabo para obtener el cuero se observa una serie de etapas donde es considerada la más importante la etapa del curtido, puesto que ésta define las características específicas que deberá tener el producto final de acuerdo al uso que se requiera.

2.1.2 Peletería

La Peletería es una actividad manufacturera que al igual que la curtiembre trata químicamente la piel del animal para convertirla en cuero, pero con el fin principal de conservar en la forma más óptima posible el pelaje.

Hacer peletería es muy diferente a curtir pieles con pelo, éste segundo término entra al ramo de curtiembre, mientras que la preparación y el acabado de las pieles para peletería forman una técnica aparte, por ser un trabajo mucho más delicado y fino.

En el proceso de peletería se distinguen varias etapas dentro de las cuales se considera la más importante a la etapa de ribera que incluye remojo y piquelado, pasando a segundo plano la etapa de curtido; a diferencia de la curtiembre donde éste último es considerada la etapa principal.

En el proceso de peletería el objetivo principal es obtener el pelaje lo más natural posible, es decir, sin que éste sufra daños, ya sea por ataque químico o microbiano, además de encontrarse sobre un cuero suave.

En la Peletería peruana las pieles utilizadas son de alpaca, y eventualmente las de ovino.

2.2 LA PIEL DE ANIMAL⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

La piel del animal se divide en tres capas: carne, dermis o corión y epidermis. Son las dos últimas las que constituyen la porción aprovechable para la manufactura del cuero a partir de las pieles. Las tres capas consisten fundamentalmente de la proteína colágeno, una vez removidas las proteínas indeseables. El cuero con pelo es el resultado de la reacción de las fibras del colágeno con el agente del curtido (puede ser aluminio o cromo).

La piel de los mamíferos está formada por las siguientes capas o zonas: Epidermis, Dermis e Hipodermis. En la figura N° 2.1 se representa la estructura de una piel vacuna, mostrándose algunos componentes constitutivos.

2.2.1 Epidermis

Es un tejido epitelial estratificado que sufre transformación córnea, está formado por dos capas celulares fundamentales, una superficial denominada "capa córnea" y una más profunda de aspecto mucoso que se encuentra en contacto de la dermis.

El componente esencial de la epidermis es la proteína queratina, cuyas características principales se describen en la sección 2.2.6 de la "Composición Química de la Piel".

2.2.2 Dermis

Es el tejido conjuntivo de la piel. En la dermis encontramos una capa superficial contigua a la epidermis llamada zona papilar o "flor" y una más profunda llamada zona reticular o "corium". Entre estas dos zonas existe una zona intermedia llamada "de unión".

A) CAPA FLOR

La forman principalmente fibras de colágeno elásticas finas y soporta los folículos pilosos que contienen la raíz del pelo.

En general, la estructura fibrosa de la capa flor resulta más compacta (densa) y cerrada que la del corium.

B) ZONA UNIÓN

En esta zona de transición se produce una modificación del tejido fibroso por cuanto en la flor el mismo está formado por fibras de colágeno, mientras que en el corium por haces de fibra de esta proteína. Además, en esta zona se encuentran elementos histológicos no fibrosos por ejemplo: glándulas, bulbos, etc., cuya presencia origina una disminución de la densidad de fibra.

Debido a estas características, la zona de transición puede perder fácilmente sus posibilidades de unir a las capas flor y corium, por ejemplo cuando la piel se somete a procesos de ribera inadecuados (excesivo trabajo mecánico, ataque bacteriano, etc.).

C) *CORIUM*

Esta etapa está constituida preponderantemente por haces o paquetes de fibras colagénicas.

En la figura N° 2.2 están representados los haces de fibras colagénicas, mostrándose el entrecruzamiento así como los diferentes componentes que forman a los mismos. Las fibras de colágeno son largas de forma acintada, de corte transversal elíptico y onduladas. Se dan en toda la extensión de la dermis.

Los haces de fibras se entrelazan entre sí formando un tejido a modo de filtro. El tejido fibroso presenta características especiales según la zona que se considere (crupón, cabeza o falda) y la clase de piel.

2.2.3 Capa "Carne"

Formada principalmente por fibras de colágeno de muy bajo ángulo de tejido, con células adiposas adheridas y en algunos casos restos de carne (músculo) remanente en la piel por inadecuado desuello.

2.2.4 Pelo

Los pelos son derivados queratínicos de la epidermis que se origina en el folículo piloso, en el cual la proteína keratina también interviene en su constitución.

El pelo comprende las siguientes partes:

- EL pelo propiamente dicho (tronco y punta), que es la parte queratinizada que se construye fuera de la epidermis.
- La raíz, parte que se encuentra dentro del folículo piloso en el interior de la dermis y
- El bulbo, porción más profunda y dilatada de la raíz.

Otros componentes de relativa importancia se verán en "Composición química de la piel".

2.2.5 Hipodermis

La hipodermis es un tejido celular subcutáneo, no es considerada en un sentido muy estricto como constituyente de la piel. Es más un medio de unión o un tejido u órgano que lo recubre.

2.3 COMPOSICION QUIMICA DE LA PIEL

2.3.1 Colágeno

Es la principal proteína de la piel animal, que en el caso de una piel vacuna representa el 70-72% del nitrógeno total.

Es una proteína fibrosa formada por aminoácidos ácidos y básicos, aminoácidos no polares y un porcentaje relativamente alto de prolina e hidroxiprolina. En lo referente a la reactividad química del colágeno, el comportamiento es sumariamente el siguiente: en soluciones neutras es insoluble, y sólo se destruye en solución acuosa por acción del calor o degradación bacteriana.

Debido a la poca cantidad de grupos ácidos y amino libres en cadenas laterales solo se disuelve por acción prolongada de álcalis y ácidos fuertes.

2.3.2 Queratina

A diferencia del colágeno, esta proteína posee una cantidad relativamente grande de aminoácidos que contienen átomos de azufre en su molécula. Cabe mencionar el aminoácido cistina el cual estabiliza la estructura de la queratina a través de puentes disulfuro entre moléculas vecinas (R-S-S-R).

En el folículo piloso, la queratina es "blanda", término utilizado para indicar que la proteína no ha formado aún totalmente entre cruzamiento a través de la cistina, no manifestando por lo tanto esa característica de "inerte" que le confieren los puentes disulfuros.

El eje o tronco del pelo, estabilizado por grupos disulfuro, es muy resistente a la acción química de ciertos reactivos específicos. La punta, por el contrario, y en razón de exhibir una gran superficie por unidad de peso, se presenta como más reactiva.

En pieles de animales vacunos adultos, la queratina representa un 10% en la composición de la piel seca.

2.3.3 Otros Componentes no Colagénicos

Las pieles vacunas están compuestas, además, por algunos componentes de importancia menor como:

- Proteínas globulares

Se encuentran en la piel fresca formando parte de un gel que baña todo el sistema fibroso. Están compuestas principalmente por albúminas y globulinas.

Son proteínas cuya clasificación obedece a un criterio de solubilidad. Se consideran albúminas a las solubles en agua y en soluciones salinas diluidas, y globulinas a las que lo son solamente en soluciones salinas diluidas. Estas proteínas están

principalmente concentradas en el área de epidermis, desde la base de la raíz del pelo hasta la superficie de flor.

Una propiedad a tener en cuenta es la desnaturalización que sufren por acción del calor, deshidratación excesiva etc., lo cual cambia sus propiedades de solubilidad siendo difíciles de eliminar en este estado (durante el proceso de remojo).

- Lípidos

Esta designación muy general involucra a sustancias naturales que con estructuras diferentes poseen en común su insolubilidad en agua y su solubilidad en solventes orgánicos. La mayor cantidad de lípidos se encuentra en la hipodermis (triglicéridos).

En pieles vacunas, se los encuentran en cantidades variables del 2% al 10%.

- Hidratos de carbono

Son sustancias que están presentes en la piel bien sea como tales o en forma de amino - azúcares (mucopolisacáridos) o ligados a proteínas (mucoides). Constituyen aproximadamente el 1% del total de la piel y son solubilizados en la ribera.

- Fibras elásticas

Así denominadas por estar constituidas por un coloide elástico llamado elastina. Se encuentran en la capa flor, en el lado carne y en menor cantidad en el corium. Poseen una estabilidad hidrotérmica y resistencia a la acción de ácidos y álcali diluidos.

Se las encuentra en cantidades que pueden alcanzar hasta el 2%.

2.4 TRATAMIENTO QUIMICO DE LA PIEL ⁽¹⁰⁾

2.4.1 Reactividad Del Colágeno

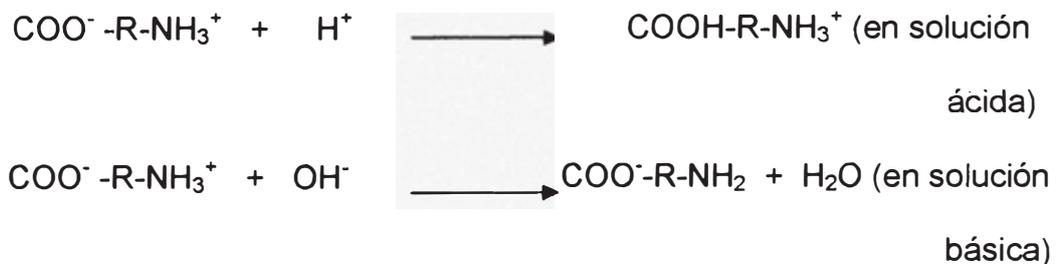
La proteína colágeno tiene grupos cargados positiva y negativamente los cuales se derivan de los aminoácidos diamino y dicarboxílicos presentes en su molécula.

En el rango de pH comprendido entre los valores 5 y 8 estos grupos se encuentran casi completamente ionizados. El colágeno se presenta así como una estructura iónica anfótera que alcanza un estado de equilibrio entre cargas opuestas en el punto isoeléctrico *. Este balance de cargas puede ser modificado principalmente por aquellos mecanismos que neutralizan la carga positiva o la negativa; en este sentido la interacción del colágeno con soluciones acuosas de ácidos y álcalis es de mucha importancia para comprender la reactividad de esta proteína.

Cuando los iones hidrógeno de un ácido reaccionan con el colágeno, los grupos carboxílicos de éste, cargados negativamente ($-\text{COO}^-$) se descargan adoptando la forma ($-\text{COOH}$). Si se representa la estructura simplificada del colágeno en su estado isoeléctrico con la fórmula: $\text{COO}^- -\text{R}- \text{NH}_3^+$, es evidente que al descargar completamente los iones carboxílicos, los grupos cargados positivamente quedan intactos y libres para reaccionar. Este estado es alcanzado para ácidos minerales fuertes a un valor de pH de equilibrio comprendido entre 1,2 a 1,5. La descripción de R verlo en el ANEXO N° 06

Si los iones hidróxido de un álcali, son atraídos por los grupos cargados positivamente, éstos pierden un protón, y son descargados, dejando una carga neta negativa en la molécula de colágeno. La descarga completa de los grupos catiónicos tiene lugar a valores de pH próximos a 13, quedando los grupos carboxílicos disponibles para reaccionar.

Los cambios mencionados se pueden representar en forma simplificada, mediante las siguientes ecuaciones:



Estos grupos cargados surgen en la molécula de colágeno al modificar el valor de pH, no poseen la libertad de acción y movilidad que disponen los iones de los electrolitos anfóteros.

A) HINCHAMIENTO OSMÓTICO

Al considerar el fenómeno de hinchamiento que experimenta la piel en solución acuosa de ácidos o bases es importante vincular la formación de grupos cargados, catiónicos (+) o aniónicos (-), en la proteína insoluble colágeno, con la estructura reticular tridimensional que aquella presenta.

Estos grupos cargados no poseen la movilidad que disponen los iones de los electrolitos fuertes, y es precisamente la presencia de estos iones no difusibles, en el retículo proteico, lo que origina las condiciones para que se produzca un flujo de agua desde la solución hacia el interior de la estructura, lo cual se traduce en hinchamiento de la misma.

En la reacción entre una proteína insoluble como el colágeno y soluciones de ácidos o álcalis, existen las condiciones para aplicar el equilibrio de membrana entre el colágeno y la solución externa, debido a que hay iones no difusibles en la estructura colagénica e iones difusibles en solución. Este hecho da lugar a una distribución

desigual de iones entre la fase sólida y la solución externa con el resultado de un mayor número de iones en la proteína.

La tendencia del sistema a igualar la concentración iónica explica el ingreso de agua a la estructura proteica. Este hinchamiento puede ser también ser explicado por una modificación del estado de cargas de la proteína. La aparición de grupos cargados por descarga de grupos con carga opuesta a través de un ácido o un álcali, es acompañada por una repulsión electrostática de los grupos cargados con igual signo. De esta manera el agua puede penetrar al interior de la estructura parcialmente desorganizada dando lugar al hinchamiento.

El hinchamiento descrito asociados a la proteína cargada, tanto en medio ácido como alcalino es denominado hinchamiento osmótico el cual se manifiesta por un acortamiento en la longitud de la fibra y un incremento en su diámetro. Este tipo de hinchamiento puede ser contrarrestado por la acción de sales neutras a la solución y en condiciones no extremas es completamente reversible.

A medida que nos alejamos de este rango de pH el hinchamiento aumenta gradualmente hasta alcanzar valores máximos: próximos al pH 3 y al valor 12. Un mayor agregado de ácido o álcali a partir de los valores máximos hace disminuir el hinchamiento al reducir la desigualdad en la distribución de iones entre la fase sólida y solución

externa, comportándose de la misma manera que la adición de sal común, especialmente en medio ácido.

B) CONCEPTO DE TURGENCIA

La estructura fibrosa como tejido reticular ofrece una resistencia a la entrada de agua a través de su fuerza de cohesión. Las fibras modifican su forma cambiando la posición a medida que transcurre el hinchamiento, tomándose paulatinamente más tensas. Este estado de tensión de la estructura fibrosa se le conoce con el nombre de turgencia, que físicamente se traduce en la resistencia que el tejido ofrece a toda presión externa. El máximo estado de turgencia coincide con el momento en que las fibras ya no pueden ceder más a la entrada de agua.

C) HINCHAMIENTO LIOTRÓPICO

Otro tipo de hinchamiento que puede tener lugar en la estructura reticular proteica de la piel, es el denominado "hinchamiento liotrópico o hidrotrópico", en el cual la difusión de agua hacia la estructura fibrosa es consecuencia de la disminución en la fuerza de cohesión del tejido reticular.

El hinchamiento liotrópico, debido principalmente a la interacción de iones y moléculas con uniones no iónicas del colágeno, se manifiesta con un incremento en el diámetro de las fibras no alterándose la longitud de las mismas y por una mayor división de los haces fibrosos en sus componentes (fibrillas). Estas características hacen que la piel no alcance un estado turgente, característico del hinchamiento osmótico.

A las sustancias que manifiestan esta acción particular sobre la molécula del colágeno se las denomina liotrópicas o hidrotropicas

La acción liotrópica se traduce con un "relajamiento" de la estructura fibrosa o por una "apertura" de la misma, lo cual está estrechamente vinculado al llamado efecto de apelmbrado que no se discutirá puesto que tratamos peletería.

El hinchamiento liotrópico, a diferencia del osmótico, no es completamente reversible, solo puede ser parcialmente reversible al eliminar la acción del agente liotrópico.

El hinchamiento liotrópico tiene lugar preferentemente a valores de pH próximos al punto isoelectrico de la proteína. En medio alcalino por ejemplo, en presencia de hidróxido de calcio, ambos tipos de hinchamiento, el osmótico y el liotrópico están presentes, cumpliendo este último un rol muy importante en relación a los cambios producidos en la estructura fibrosa.

2.4.2 Procedimiento de curtido: consideraciones prácticas y químicas del proceso

El curtido de una piel involucra una serie de etapas o procesos cuya química y descripción experimental se revisa a continuación.

Las consideraciones prácticas relacionadas al hinchamiento osmótico y liotrópico en medio alcalino y su importancia sobre la calidad del cuero elaborado serán analizadas en las siguientes secciones al considerar los procesos que involucra la peletería.

2.4.2.1 REMOJO⁽²⁾, DESINFECCION Y BACTERICIDAS⁽¹⁾

Una característica de los tratamientos de conservación empleados para evitar o reducir sustancialmente el ataque microbiano sobre la piel, es el estado de deshidratación que ésta alcanza cuando se le aplica algún procedimiento con esos fines (entre ellos el salado, secado, etc.). Así por ejemplo el curado con salado deshidrata la piel fresca logrando reducir el contenido de agua a niveles inferiores al 10%.

La restitución de la humedad que se elimina de la piel por el tratamiento de conservación y durante el almacenamiento a que la misma es sometida, como así también la eliminación de productos indeseables tales como sales, sangre, orina, tierra, proteínas no fibrosas, etc., son objetivos del proceso de remojo, punto de partida para convertir la piel en cuero.

Es a través del remojo que se puede, y se debe, alcanzar el estado de flácido que la piel tenía originalmente. La presencia de agua dentro de la estructura fibrosa de la piel, es esencial debido a las siguientes razones:

- Favorece la disolución y eliminación de sales y proteínas globulares.

Estas últimas tienen un efecto cementante indeseable sobre las fibras curtidas secas sino se eliminan en los procesos previos al curtido.

- Contribuye en la penetración de los productos químicos empleados en el proceso de depilado.
- Evita o disminuye los daños físicos sobre la estructura como consecuencia de las flexiones a que se somete la piel durante el movimiento (aspas o en la operación del descarnado).

La eliminación de productos de naturaleza orgánica e inorgánica durante el remojo y los lavados que normalmente están asociados a él, es importante debido a que la presencia de ciertos

componentes como sangre, orina, estiércol, tierra, etc., favorecen el desarrollo bacteriano y pueden ser origen de decoloración o manchas sobre la piel.

Si las pieles remojadas van a ser descarnadas es necesario eliminar previamente el estiércol y los abrojos adheridos al pelo, ya que de otra manera la máquina descarnadora provocaría daños (cortes, agujeros en las mismas).

A) VARIABLES DEL PROCESO DE REMOJO - ASPECTOS PRÁCTICOS

La eficiencia con que se logran eliminar las proteínas solubles, sales y otros componentes solubles indeseables presentes en la piel, así como la intensidad de absorción de agua por parte de las proteínas insolubles (proteínas fibrosas y la estructura reticular a que ellas dan origen), son funciones de una serie de variables. Estas variables influyen también sobre el daño que puede producirse en la piel como consecuencia de un ataque bacteriano, enzimático u otra acción hidrolítica.

Entre estas variables es necesario considerar el tiempo y la temperatura del proceso, agitación, auxiliares del remojo,

bactericidas, estado de conservación de la piel y la relación piel/agua.

B) AUXILIARES DEL REMOJO

La adición de ácidos o álcalis se emplea habitualmente, para acelerar la rehidratación de pieles secas, tomándose como límites seguros el pH 5 (mínimo 4) del lado ácido y pH 9 (máximo 10) del lado alcalino. Con pieles adecuadamente conservadas, con un contenido de agua del 30% o más, no es necesario realizar un tratamiento ácido o alcalino (excepto que se necesite acelerar considerablemente el tiempo de remojo).

No se recomienda el uso de álcalis puesto que se observa un ataque incipiente al pelo. En el caso de emplearse ácidos para intensificar el remojo, no es aconsejable la adición de ácidos fuertes tales como el clorhídrico y el sulfúrico, debiéndose utilizar el ácido fórmico.

La absorción de agua también puede favorecerse por el uso de productos enzimáticos de diferente tipo: preparados de enzimas pancreáticas, proteasas bacterianas en solución débilmente ácida con o sin adición de sales amoniacaes y bisulfito de sodio. La acción enzimática se manifiesta particularmente en una acción hidrolítica sobre aquellas proteínas no estructuradas de la piel, lo cual es

especialmente útil cuando se han insolubilizado total o parcialmente por efecto del calor (conservación por secado). En nuestro medio existen distintos productos comerciales cuyos fabricantes proveen además una adecuada asistencia técnica.

Es por cierto importante que cada curtidor establezca la óptima relación peso de piel - peso de agua en función de su equipamiento: potencia instalada, resistencia mecánica del equipo, etc., y de los costos operativos especialmente asociados al uso de productos auxiliares, para lograr una adecuada humectación de la piel.

En este sentido es importante llegar a saber cuándo una piel ha alcanzado su estado normal de humectación, esto es habitualmente determinado por el tacto de la piel y el aspecto del corte cuando se extrae del remojo, y asociando este hecho con el comportamiento de la misma en los procesos y operaciones siguientes.

Una piel adecuadamente remojada contiene cerca del 65% de agua pero esto solo no es un parámetro suficiente para garantizar que se haya alcanzado un buen "remojo", debe estar también la estructura fibrosa preparada para lograr con éxito los objetivos planteados en los procesos y operaciones que siguen el remojo; por ello es que adquiere importancia la evaluación práctica mencionada.

C) AGITACIÓN, TIEMPO Y TEMPERATURA

El uso de estas tres variables son recursos que el curtidor dispone para favorecer la hidratación de la piel.

Cuando se trata de pieles conservadas por secado o pieles saladas con zonas excesivamente secas, el tratamiento mecánico no puede efectuarse sin antes proceder a un remojo previo que dé suficiente flexibilidad y movilidad a las fibras, de lo contrario se producirán roturas que repercutirán en defectos de la capa flor y en una deficiente resistencia a la estructura fibrosa.

Un factor importante en el remojo es la temperatura, un incremento en esta variable mejora el efecto de remojo. Sin embargo la naturaleza de la materia piel, el estado de conservación de la misma y sobre todo del pelaje, prevé un aumento en el desarrollo bacteriano y la degradación de la sustancia piel asociada al mismo, imponen límites máximos o cuidados extremos en el manejo de la variable temperatura.

El rango de temperatura en el que normalmente se desarrolla el proceso de remojo está comprendido entre 10 y 25°C; entre 20 y 25°C; se produce una significativa absorción de agua durante un

tiempo compatible con la práctica industrial. La aplicación de temperaturas superiores especialmente en pieles secas, exige necesariamente un control estricto del proceso (tiempo, adición de bactericidas, grado de conservación de la piel, etc.).

Otro factor que incrementa la absorción de agua de la piel es la duración del proceso de remojo, a mayor tiempo mayor es la cantidad de agua retenida en la piel. Sin embargo la duración del remojo está condicionada al desarrollo de bacterias en el baño y a la racionalización de los tiempos de producción.

DESINFECCION Y BACTERICIDAS

La desinfección o sea la destrucción de bacterias y de sus gérmenes se puede realizar por acción física (calor, frío, alta presión) o acción química (desinfectantes o bactericidas).

Sin embargo existen bacterias resistentes a las temperaturas más intensas de calor y frío. Es así que se usan temperaturas de 160 a 170 °C

A la vez también que se encuentran ciertos bactericidas que no tienen el poder de destrucción de la bacteria, pero si el de detener su desarrollo, o sea el de impedir o retardar por ejemplo las fermentaciones o putrefacciones (esterilizar).

Entre las sustancias antisépticas, podemos nombrar alguna de ellas que son las más usadas:

Cloruro de Sodio: la llamada sal común, tiene poca potencia destructora para los microbios, aunque se aplique en soluciones concentradas. Sin embargo detiene el desarrollo de las bacterias y evita también la putrefacción

Bisulfito de Sodio: es muy usado en la curtición, es un enérgico antiséptico, por lo que se emplea en abundancia en soluciones diluidas.

Sulfuro de Sodio: también es muy usado tiene una acción desinfectantes contra muchos gérmenes. Se emplea también con ventaja para pieles exóticas secas por el peligro de infección carbuncosa (bacilo de carbunco).

Formaldehído: tiene una acción básicamente destructora frente al bacilo de carbunco, que es uno de los más comunes. Una solución al 5% tiene ya un poder antiséptico notable, y sólo con el 0,1% ya resulta esterilizante. Pero esta dosis no debe excederse pues puede dañar la piel a tratar Se recomienda una solución de 0,3%.

Acido fórmico: Se emplea como antiséptico en soluciones muy diluidas y sólo para pieles que van a ser tinturadas.

Hipoclorito de Sodio: se debe usar con un máximo de solución al 5% pues tiene un poder decolorante sobre el cuero.

Arsénico: o más bien el ácido arsenioso se emplea en la conservación de piles según dos partes de ácido se disuelven en

100 partes de agua fría. Sin embargo este compuesto es un desinfectante y veneno poderoso, debe ser manipulado con mucha precaución.

2.4.2.2 DESCARNADO Y DESENGRASADO ⁽²⁾⁽⁴⁾

Con la piel húmeda o seca al ambiente se procede a retirar manual o técnicamente la carne y tejido adiposo.

Si es manualmente la piel se extiende en los caballetes y se descarna con un cuchillo especial. Este trabajo requiere gran habilidad del operario.

Cuando el descarnado es a máquina, la piel se extiende sobre un tablero semicilíndrico que la oprime contra las cuchillas rotativas, el cilindro puede ser también con hojas rectilíneas.

El desengrasado se puede realizar en pieles frescas luego de depilar o bien en pieles curtidas.

Las pieles desengrasadas en fresco se curten con más uniformidad si se quieren dar colorantes barnices o charolados, sea en cueros al cromo o al tanino, se impone el desengrasado previo.

El desengrasado en pieles frescas se practica de dos modos: mediante presión (prensa hidráulica o bien más completamente, extrayendo las grasas con disolventes orgánicos.

Para el desengrasado a presión se sacan las pieles de la cal tan pronto están depiladas. La grasa se encuentra entonces en parte saponificada y en parte emulsionada. Para evitar que escurran se espolvorea con aserrín de madera. Después de desengrasada se lavan con agua tibia; pero este desengrasado no es completo.

Empleando el desengrasado con disolvente se obtiene piel² exentas por completo de grasa. El disolvente más usado es la bencina y este realiza en un tambor giratorio donde se agrega la bencina y agua caliente luego se introduce las pieles. Luego de siete horas se completa el desengrasado. Volviendo a recuperar la bencina donde se ha perdido muy poca de ella. Si se destila adecuadamente la bencina se puede emplear la grasa para la fabricación de velas o jabones, etc.

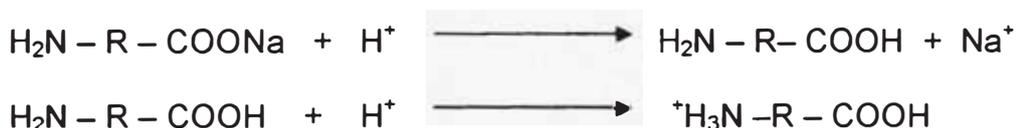
En vez de bencina se pueden utilizar otros disolventes o sustancias desengrasantes, como por ejemplo, el tetracloruro de carbono y el tricloroacetileno.

El desengrasado con disolvente es una técnica muy adecuada pues permite que la grasa se disuelva uniformemente a través de toda la piel.

2.4.2.3 PIQUELADO ⁽¹⁾⁽¹¹⁾

Llamado también decapado o precurtido, en esta etapa las pieles son tratadas con una solución diluida de ácido sulfúrico o clorhídrico y sal común a la que algunas veces se le añade para evitar que se crean mohos. El piquelado básicamente prepara las fibras de colágeno para una fácil penetración de los agentes curtientes ocurren fenómenos tales como la fijación y deshidratación del pelo, una interrupción de la actividad enzimática, etc. El piquelado también puede ser empleado como medio de conservación de materia prima.

Durante un estado inicial del proceso, el ácido actúa sobre una proteína, convirtiéndola en un compuesto ácido de acuerdo a las siguientes reacciones:



La sal se usa con la finalidad de controlar el grado de entumecimiento.

En medio ácido ciertos grupos básicos de proteínas se combinan con protones resultando cargas positivas en la estructura.

El entumecimiento de la piel es atribuido a estas cargas positivas, perteneciente a la estructura proteica.

Esto afecta la distribución de los iones, de este modo se conduce a la absorción de agua, hasta llegar el equilibrio. Bajo esta condición, la proteína presenta mayor concentración en iones que antes. El cloruro de sodio no se combina con la proteína de modo que su concentración permanece casi inalterable al final del proceso, éste actúa como un moderador en el paso de entumecimiento.

A) SISTEMA DE TRABAJO

En la práctica puede ser empleados los siguientes sistemas de piquelado

- a) Piquelado de equilibrio (de 6 a 8 Horas)
- b) Piquelado de corta duración (de 1,5 a 3 horas)
- c) Piquelado rápido (de 5 minutos)

En el piquelado de equilibrio las pieles son dejadas en el baño un tiempo largo así se tienen un valor de pH uniforme en todo el baño.

En el piquelado de corta duración, la curtición varía en el tiempo, de 1 a 3 horas, el piquelado rápido puede ser ejecutado en ausencia de sal.

De modo general el curtimiento puede ser efectuado en un mismo baño de piquelado utilizando el mismo volumen o parte del baño, como también un baño nuevo, alternativas que se emplean.

B) COMPOSICIÓN DEL PIQUELADO

El piquelado puede presentar de 6 a 10% de cloruro de sodio de 1 a 1,5 % de ácido sulfúrico y 60 a 100% de agua. En la práctica se utilizan el ácido sulfúrico mayormente. En algunos procesos de piquelado junto con el ácido sulfúrico se emplea ácido fórmico, en proporción de 0,5 a 1% en peso de pieles.

Para ejecutar el piquelado las pieles deben ser previamente tratadas con solución salina, concentración mínima de 6°Bé. Después de cierto tiempo de trabajo (aprox. 10 min) adicionando el ácido diluido.

C) FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PIQUELADO

Absorción de Acido

La absorción del ácido (ácido sulfúrico) es total, cuando la proporción del ácido es inferior en 1% referida al peso en pieles. El equilibrio es prácticamente establecido cuando el ácido es cerca del 1,5%. Por lo tanto, es suficiente esta cantidad de ácido ya que se satisface la capacidad de combinación del colágeno con el ácido sulfúrico (1 mg de ácido/gramo de proteínas).

Velocidad de Absorción de Acidos Usados

Ciertos ácidos inorgánicos fuertes son absorbidos rápidamente llegando a absorber hasta 99% de lo contenido en el baño en 2 horas (sistema ácido sulfúrico – cloruro de sodio) con ácidos más débiles como el ácido fórmico de absorción es más lento, casi dura 6 horas y absorbe el 88% de cantidad usada en el baño. Cuando se usa formiato de calcio con ácido sulfúrico, la absorción de ácido sulfúrico es de 88%, en 6 horas. Además que esta mezcla conduce a una distribución casi perfecta para la absorción del cromo, durante el curtimiento.

Por lo que la velocidad de absorción de los ácidos orgánicos es más rápida según lo siguiente:

Acido acético > Acido fórmico > Acido sulfúrico > Acido clorhídrico

Efecto de temperatura

Uno de los efectos más importantes y críticos en el piquelado es la temperatura.

Si la temperatura está por debajo de 20°C el efecto es insignificante, aún a tiempos relativamente largos. A temperaturas superiores a 30°C el cuero es bastante afectado, aún en tiempos relativamente cortos. Por lo cual este factor debe ser bien controlado sobre todo en tiempos de verano. Las consecuencias podrían ser cueros débiles que se rasgan fácilmente y pelo dañado.

Control de Piquelado

Se deben controlar básicamente los siguientes puntos durante el piquelado:

- a) PH: debe controlarse pues pequeñas variaciones de pH, representan grandes variaciones en cantidad del ácido presente.
- b) Concentración de sal
- c) Esta medida se controla al inicio el cual debe ser aproximadamente 6°Bé
- d) Determinación del ácido residual.

2.4.2.4 CURTIDO⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

El curtido consiste en la transformación de pieles en material estable y no putrefacto. Con el curtimiento ocurre el fenómeno de rearreglo por efecto de diferentes agentes presentes. La piel curtida es más estable en todo el sistema colágeno.

El reticulado no solo ocurre entre cadenas polipeptídicas de una macromolécula de colágeno sino también entre macromoléculas distintas. Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces de combinarse con dos grupos funcionales pertenecientes a cadenas polipeptídicas distintas. El mecanismo de reacción puede

ser de naturaleza distinta en función del tipo de curtimiento, pueden ocurrir enlaces iónicos, covalentes, etc. Una reacción entre el colágeno y el producto curtiente influye en la reactividad de los grupos funcionales del colágeno.

A) TIPOS DE CURTICION

A pesar de la existencia de muchas sustancias orgánicas e inorgánicas es relativamente pequeño el número de sustancias capaces de actuar como curtientes.

Los productos más utilizados son:

Productos inorgánicos:

- Sales de cromo
- Sales de circonio
- Sales de Aluminio
- Sales de hierro

Productos orgánicos:

- Curtientes vegetales
- Aldehidos
- Parafinas sulfocloradas

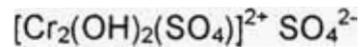
B) CURTIDO AL CROMO

El curtido con sales de cromo ocupa un lugar destacado entre los curtientes de origen mineral

El uso de sales de cromo para curtir la piel es usada básicamente por la rapidez de la preparación, su bajo costo y principalmente por

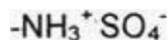
sus características, entre ellas tenemos resistencia al calor y al frío, al sol y al agua (aguanta la ebullición media hora y el agua fría por tiempo indefinido), y hasta cierto punto a algunos ácidos y álcalis sin alterarse.

Observando la parte química del curtido al cromo se tiene que, la solución de cromo ácida, preparada en base a Cr_2O_3 , H_2SO_4 Y H_2O_2 , generan complejos de cromo (III) del tipo



Sulfato de [μ - dihidroxo sulfato de Cromo (III)]

Las reacciones principales se dan entre el catión cromo del complejo y los grupos aniónicos del colágeno, simultáneamente la compensación de los iones sulfatos del complejo con los grupos catiónicos de la proteína.



$$\frac{\quad}{2}$$

formando una estructura del tipo .



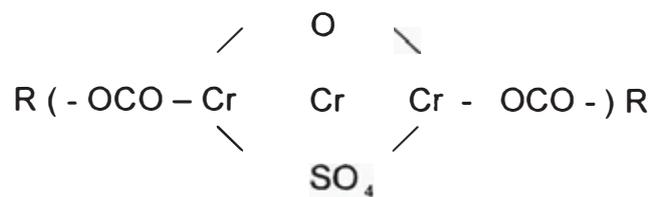
$$\frac{\quad}{2}$$

La reacción inicial entre los complejos de Cromo, electropositivos con los grupos Carboxilo del colágeno, pueden esquematizarse así:

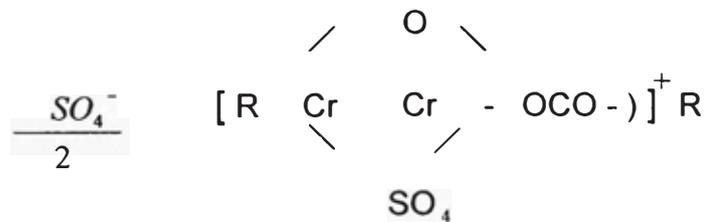


Formando compuestos quelatos de gran estabilidad, como los formados por el carboxilato con una glicina y otros aminoácidos.

Una representación hipotética del resultado final de estas reacciones es:



Con las cadenas polipéptidas (R) formado puentes con el complejo de cromo binuclear



C) CURTIDO AL ALUMINIO

Las sales de aluminio poseen cierto poder curtiente. El curtimiento con aluminio da origen a cueros blancos, resistentes al rasgamiento y con menor estabilidad al agua. Se puede usar alumbre de potasio, sulfato de aluminio y sales de aluminio altamente basificados. Todas estas requieren la presencia de sales neutras para evitar el endurecimiento de la piel, por la disolución de sales de aluminio ocurre la liberación de ácido sulfúrico por efecto de la hidrólisis.

Las pieles curtidas con sales de aluminio presentan pequeñas resistencias al agua, baja temperatura de reacción y puede gelatinizar el agua si se llega a hervir.

Las características del material curtido mejoran con el envejecimiento en el curtimiento con las sales de aluminio se forman complejos entre el colágeno y las sales básicas del aluminio. Estos complejos al contrario de lo que ocurre con los complejos de cromo, estos son descompuestos por hidrólisis.

Fueron analizados diferentes procesos de curtimiento, pudiéndose remediar esta insuficiente resistencia al lavado. Cuando son sometidos al formol, se verifica una pequeña mejora. Los defectos de la curtición con sales de aluminio pueden ser atribuidos en parte al empleo de preparaciones inadecuadas. La deficiencia dominante

en este proceso es causada por la precipitación de aluminio en pH inferior al punto isoeléctrico del colágeno, resultando un material insuficientemente curtido.

Con un empleo de ácido glicólico, junto con sales de aluminio, el pH del baño puede ser ajustado entre 4-6 sin precipitación de aluminio, así se obtiene un mejor cuero. Siendo el valor óptimo de pH de 4 aproximadamente.

2.4.2.5 OPERACIÓN DE REBAJE⁽⁶⁾⁽¹²⁾

Después del curtimiento, los cueros deben ser sometidos a una operación de rebaje, con la finalidad de igualar espesura. Operación de rebaje, con la finalidad de remover el exceso de agua que presentan la operación de eliminación de agua se llame enjuague y se debe ejecutar en máquinas puesto que necesita bastante presión.

Las pieles se extienden y son comprimidos aplicando presión. El enjuague permite disminuir el agua para continuar con el proceso de rebaje.

Luego del enjuague se deja reposar los cueros de 8 a 24 horas y se observa la espesura uniforme, debido a la presión recibida. Sin embargo, el cuero que proviene de barrigas y piernas deben ser

rebajadas, ya que tienen espesura que varían del resto entre 2 a 10 mm. Este rebaje se realiza en máquina, que posean unos cilindros con navaja, así se obtiene un cuero muy uniforme.

2.4.2.6 RECURTIMIENTO

Se realiza el recurtimiento en casos en que sea necesario la corrección o la necesidad de conseguir resultados diferentes que no se han obtenido en el curtimiento simple. En general los cueros presentan muchos defectos, que a veces no se notan con el pelaje, pero a veces la flacidez también es un motivo.

FINALIDAD DEL RECURTIDO

Permitir el Ligamento: el cuero al cromo no permite ligamento o fortalecimiento, es decir, son muy elásticos. Con el curtimiento las flores pierden elasticidad siendo entonces posible mayor fortaleza.

Mejores Acabados: el engrase se logra mejor en la superficie y se emplea menor óleo cuando el curtimiento es perfecto.

CAPÍTULO III

MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CROMO Y ALUMINIO

Para cumplir con los objetivos de evaluar los efluentes de la zona peletera de Sicuani en Cusco y de una curtiembre en Lima, en los parámetros analíticos de Cromo y Aluminio, se empleó la metodología analítica de Determinación de Metales por Absorción Atómica, la cual es descrita más abajo.

3 DETERMINACIÓN DE METALES POR ABSORCIÓN ATÓMICA (20)

3.1 ANÁLISIS DE CROMO

1. *Aplicación*

- Este método se aplica para la determinación de cromo en muestras de agua potable, superficial, subterránea y residual.
- El límite de detección de este método es 0,05 mg Cr/L.
- Mediante este método espectrofotométrico de absorción atómica se puede determinar el cromo en un rango óptimo de 0,5 a 10,0 mg Cr/L.

2. *Resumen del método*

- En espectrofotometría directa por absorción atómica, la muestra se aspira y atomiza en una llama. El haz de luz de una lámpara

de cátodo hueco del elemento a determinar, se dirige a través de la llama a un monocromador y a un detector que mide la cantidad de luz absorbida. La absorción depende de la presencia de átomos libres al estado fundamental en la llama. Cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, lo que proporciona un método relativamente libre de interferencias o de radiación. La cantidad de energía absorbida en la llama a una longitud de onda característica es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, en un intervalo de concentraciones limitado

Lavado del material de vidrio

Los frascos utilizados para el almacenamiento de las muestras pueden ser de vidrio borosilicato o polietileno y deben ser lavados y enjuagados de la siguiente manera:

- a) Se lava con solución de detergente especial (extrán alcalino Merck) para limpieza de material de vidrio.
- b) Se enjuaga con abundante agua de grifo para remover los residuos de detergente.
- c) Se coloca los frascos en una solución de ácido nítrico 1+1. Es aconsejable dejar los frascos en el baño de ácido durante 24 horas.
- d) Se enjuaga con agua de grifo y finalmente con agua ultrapura.
- e) Se seca en estufa destinada para este fin.

En general, la vidriería utilizada para el análisis de trazas de metales (frascos para almacenar reactivos, vasos cónicos, pipetas, probetas y otros) debe seguir el mismo procedimiento de limpieza y sólo se utilizará en el análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica. Todo el material debe ser lavado antes de su uso y, una vez limpio, no debe ser destapado y expuesto al ambiente a excepción de lo estrictamente necesario.

3. *Interferencias*

- La digestión en medio ácido se realiza a fin de reducir la interferencia causada por la presencia de materia orgánica y convertir el metal asociado con el material particulado a una forma que pueda ser determinada por espectrofotometría de absorción atómica.
- Las salmueras y el agua de mar se pueden analizar por aspiración directa, pero se recomienda una dilución de la muestra. Cuando se analizan salmueras y agua de mar es necesario realizar comprobaciones más frecuentes de las recuperaciones para asegurar la precisión de los resultados de estas matrices concentradas y complejas.

- La aspiración de soluciones con concentraciones elevadas de sólidos disueltos origina formaciones sólidas sobre el quemador. Se debe utilizar una corrección de fondo, preferentemente cuando se analizan aguas con un contenido de sólidos por encima del uno por ciento.

4. *Instrumental / materiales*

- Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 5100 con sistema óptico de doble haz, monocromador de doble grating y fotomultiplicador de amplio rango (189 – 852 nm).
- Atomizador impact beat.
- Lámpara de cátodo hueco de cromo
- Vasos cónicos Philips de 250 mL.
- Probetas de 100 mL.
- Frascos volumétricos de 25, 50, 100 y 200 mL.
- Frascos de plástico con tapa.
- Pipetas volumétricas clase A de 1,0; 5,0; 10,0; 25,0 y 50,0 mL.
- Embudos
- Papel de filtro con porosidad de 0,45 μ

5. Reactivos

Nota: Se debe utilizar reactivos de grado analítico o superior que cumplan las normas internacionales de calidad (ACS, ISO).

Nota: Todos los reactivos se deben almacenar en recipientes adecuados, provistos de etiquetas con el nombre del reactivo, fecha de preparación e iniciales del analista.

- Agua ultrapura grado reactivo tipo I según especificación del Standard methods.
- Aire purificado y secado a través de un filtro apropiado que elimina aceite, agua y otras sustancias extrañas. La fuente es una compresora Gast.
- Acetileno (C_2H_2) de calidad especial.
- Gas de Oxido nitroso (NO)
- Acido nítrico (HNO_3) concentrado (65%), p.a.
- Acido nítrico (HNO_3) 0,5 M.

Se diluye cuidadosamente 33,3 mL de HNO_3 concentrado con agua ultrapura hasta alcanzar un volumen de 1 000 mL.

- Solución madre 1,0 g Cr/L

Se diluye cuidadosamente el contenido de una ampolla de Titrisol de Cr (1,0 g/L) con agua ultrapura hasta alcanzar un volumen de 1 000 ml. Almacenar en frasco de vidrio borosilicatado con tapa esmerilada y cubrir la tapa con parafilm.

- Solución estándar multielemental de 100 mg Cr / L.
Se diluye 25,0 mL de las soluciones madre de 1,0 g Cr/L, con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 250 mL.
- Solución estándar multielemental de 10,0 mg Cr, Al, Cu, Zn / L.
Se diluye 25,0 mL de la solución estándar multielemental 100 mg Cr, Al, Cd, Cu, Zn / L con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 250 mL.
- Solución estándar multielemental de 1,0 mg/L de cromo, aluminio, cadmio, cobre y zinc.
Se diluye 50,0 ml de la solución estándar multielemental de 10,0 mg Al, Cr, Cd, Cu, Zn / L con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 500 mL.

6. *Calibración del equipo*

- Para el manejo del espectrofotómetro de absorción atómica, consúltese la guía del software AAWinLab.
- Se enciende la computadora y se ingresa al software AAWinLab.
- Se enciende el equipo y se abre la llave del balón de acetileno.
Se verifica que el manómetro registre 15,0 psi.
- Se abre la llave del gas oxido nitroso
- Se encienden los interruptores del acetileno (12,0-14,0 psi) y aire (40,0 psi).

- La calibración del equipo se realiza con el estándar 5,0 mg Cu/L. Consúltese el procedimiento normalizado de operación para la determinación del cobre. Una vez finalizada la misma, se procede a la calibración del elemento cromo.
- Se verifican las siguientes condiciones para el análisis de cromo:
 - a) Longitud de onda (λ): 357,98 nm.
 - b) Slit: 0,7.
 - c) Flujo del combustible (acetileno): 2,0 L/min.
 - d) Flujo del oxidante (óxido nítrico): 10,0 L/min.
 - e) Tipo de llama: oxidante.

Se instala la lámpara de cátodo hueco de cromo. Se calienta por lo menos 10 minutos.

- Se activa la opción aligning lamp (tecla F3) para encender la lámpara.
- Se ajusta la energía máxima de la lámpara con la opción set midscale. Se alinea la lámpara manualmente hasta tener un máximo de energía, entre 70-71.
- Se enciende el extractor.
- Se enciende la llama a través del interruptor.
- Se ingresa a la opción tools del menú.

- Se activa la opción continuous graphics, se aspira agua ultrapura y se activa la opción autozero.
- Se aspira la solución estándar 2,0 mg Cr/L, se ajusta el quemador horizontal y vertical, así como la velocidad de aspiración del nebulizador hasta un máximo de estabilidad (0,680 o más).

7. *Calibración del método:*

Curva de calibración

- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de absorbancia sea cero.
- Se aspira la solución estándar multielemental de 0,1 mg/L y se activa la opción analyze standard (tecla F6).
- Se aspiran las soluciones estándar multielementales de 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L; 1,0 mg/L y 2,0 mg/L. Se activa la opción analyze standard.
- Se observa la linealidad de la curva de calibración en la pantalla mediante el valor del factor de correlación, el cual debe ser lo más próximo a 1,0000.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración sea cero.

- Los estándares se deben leer durante los análisis de una serie de muestras para verificar la reproducibilidad de la curva de calibración.
- Se apaga la llama. Se purga el equipo activando el interruptor bleed gases.

8. Muestreo y preservación

- Debido a la elevada sensibilidad del método analítico, se debe evitar la contaminación externa. Los frascos de muestras, conservadores y material de plástico deben estar libres de cromo.
- Para la determinación de cromo en agua, las muestras se preservan con ácido nítrico hasta $\text{pH} < 2$. Se añade 1,0 mL de ácido nítrico por litro de muestra. Se almacena a una temperatura de 4 C, por un tiempo máximo de seis meses.
- Para la determinación de metales disueltos, la muestra se debe filtrar a través de un filtro de membrana de 0,45 μ de porosidad tan pronto como sea posible, después de su recolección. Se acidifica el filtrado con ácido nítrico 1+1 hasta $\text{pH} < 2$.

9. Procedimiento del análisis

- En un vaso cónico Philips, se toman 100 mL de agua ultrapura como blanco de reactivos.

- Se agita vigorosamente la muestra y se toma 100 mL en una probeta graduada y se transfiere a un vaso cónico de 250 mL.
- Bajo una campana extractora de gases se añade 10,0 mL de ácido nítrico concentrado a cada muestra y al blanco de reactivos, se lleva a la plancha caliente (± 200 C) y se evapora lentamente hasta un mínimo volumen (no debe hervir).
- Se prosigue con el calentamiento, se añade ácido nítrico concentrado si es necesario hasta que la digestión sea completa (ligeramente amarilla o incolora). Se deja enfriar.
- Se transfiere el volumen de muestra concentrada a un frasco volumétrico de 50,0 mL. Se lava las paredes del vaso cónico Philips y se enrasa con ácido nítrico 0,5 M.
- Se filtra la muestra con Papel Wathman de porosidad $0,45\mu$ si es necesario
- Análisis de muestras.
- Se crea un archivo de información con la opción sample information file, el cual incluye el número de las muestras analizar y el factor de dilución de las mismas.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración sea cero.
- Se aspira la muestra digestada y se activa la opción analyze sample (tecla F7). El equipo registrará la absorbancia promedio.

- En caso que la concentración de la muestra exceda la escala de trabajo, se diluye las muestras a un volumen tal que la concentración pueda calcularse mediante la curva de calibración desarrollada. Se ingresa este factor de dilución en el archivo de información, antes de ser procesado para evitar errores.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración registrado por el equipo sea cero.
- Se crea un archivo de resultados haciendo uso de las opciones utilities y reformat de manera secuencial. Se asigna un nombre al grupo de muestras analizadas, se incluye las opciones de interés para la estadística de los resultados requeridos y se graba.

3.2 ANÁLISIS DE ALUMINIO

1. Aplicación

- Este método se aplica para la determinación de aluminio en muestras de agua potable, superficial, subterránea y residual.
- El límite de detección de este método es 0,1 mg Al/L.
- Mediante este método espectrofotométrico de absorción atómica se puede determinar el aluminio en un rango óptimo de 5 a 50 mg Al/L, con una sensibilidad de 1g/L.

2. Resumen del método

- En espectrofotometría directa por absorción atómica, la muestra se aspira y atomiza en una llama. El haz de luz de una lámpara de cátodo hueco del elemento a determinar, se dirige a través de la llama a un monocromador y a un detector que mide la cantidad de luz absorbida. La absorción depende de la presencia de átomos libres al estado fundamental en la llama. Cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, lo que proporciona un método relativamente libre de interferencias o de radiación. La cantidad de energía absorbida en la llama a una longitud de onda característica es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, en un intervalo de concentraciones limitado
- Lavado del material de vidrio
- Los frascos utilizados para el almacenamiento de las muestras pueden ser de vidrio borosilicato o polietileno y deben ser lavados y enjuagados de la siguiente manera:
 - f) Se lava con solución de detergente especial (extrán alcalino Merck) para limpieza de material de vidrio.
 - g) Se enjuaga con abundante agua de grifo para remover los residuos de detergente.

- h) Se coloca los frascos en una solución de ácido nítrico 1+1. Es aconsejable dejar los frascos en el baño de ácido durante 24 horas.
- i) Se enjuaga con agua de grifo y finalmente con agua ultrapura.
- j) Se seca en estufa destinada para este fin.

En general, la vidriería utilizada para el análisis de trazas de metales (frascos para almacenar reactivos, vasos cónicos, pipetas, probetas y otros) debe seguir el mismo procedimiento de limpieza y sólo se utilizará en el análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica. Todo el material debe ser lavado antes de su uso y, una vez limpio, no debe ser destapado y expuesto al ambiente a excepción de lo estrictamente necesario.

3. Interferencias

- La digestión en medio ácido se realiza a fin de reducir la interferencia causada por la presencia de materia orgánica y convertir el metal asociado con el material particulado a una forma que pueda ser determinada por espectrofotometría de absorción atómica.

- Las salmueras y el agua de mar se pueden analizar por aspiración directa, pero se recomienda una dilución de la muestra. Cuando se analizan salmueras y agua de mar es necesario realizar comprobaciones más frecuentes de las recuperaciones para asegurar la precisión de los resultados de estas matrices concentradas y complejas.
- La aspiración de soluciones con concentraciones elevadas de sólidos disueltos origina formaciones sólidas sobre el quemador. Se debe utilizar una corrección de fondo, preferentemente cuando se analizan aguas con un contenido de sólidos por encima del uno por ciento.

4. Instrumental / materiales

Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 5100 con sistema óptico de doble haz, monocromador de doble grating y fotomultiplicador de amplio rango (189 – 852 nm).

Atomizador impact beat.

Lámpara de cátodo hueco de aluminio

Vasos cónicos Philips de 250 mL.

Probetas de 100 mL.

Frascos volumétricos de 25, 50, 100 y 200 mL.

Frascos de plástico con tapa.

Pipetas volumétricas clase A de 1,0; 5,0; 10,0; 25,0 y 50,0 mL.

- Embudos.
- Papel de filtro con porosidad de 0,45 μ

5. Reactivos

Nota: Se debe utilizar reactivos de grado analítico o superior que cumplan las normas internacionales de calidad (ACS, ISO).

Nota: Todos los reactivos se deben almacenar en recipientes adecuados, provistos de etiquetas con el nombre del reactivo, fecha de preparación e iniciales del analista.

- Agua ultrapura grado reactivo tipo I según especificación del Standard methods.
- Aire purificado y secado a través de un filtro apropiado que elimina aceite, agua y otras sustancias extrañas. La fuente es una compresora Gast.
- Acetileno (C_2H_2) de calidad especial.
- Gas de Oxido nitroso (NO)
- Acido nítrico (HNO_3) concentrado (65%), p.a.
- Acido nítrico (HNO_3) 0,5 M.

Se diluye cuidadosamente 33,3 ml de HNO_3 concentrado con agua ultrapura hasta alcanzar un volumen de 1 000 mL.

- Solución madre 1,0 g Al/L

Se diluye cuidadosamente el contenido de una ampolla de Titrisol de Al (1,0 g/L) con agua ultrapura hasta alcanzar un volumen de 1 000 mL. Almacenar en frasco de vidrio borosilicatado con tapa esmerilada y cubrir la tapa con parafilm.
- Solución estándar multielemental de 100 mg Al / L.

Se diluye 25,0 ml de las soluciones madre de 1,0 g Al/L, con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 250 mL.
- Solución estándar multielemental de 10,0 mg Cr, Al, Cu, Zn / L.

Se diluye 25,0 mL de la solución estándar multielemental 100 mg Cr, Al, Cd, Cu, Zn / L con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 250 ml.
- Solución estándar multielemental de 1,0 mg/L de cromo, aluminio, cadmio, cobre y zinc.

Se diluye 50,0 ml de la solución estándar multielemental de 10,0 mg Al, Cr, Cd, Cu, Zn / L con ácido nítrico 0,5 M hasta alcanzar un volumen de 500 mL.

6. Calibración del equipo

- Para el manejo del espectrofotómetro de absorción atómica, consúltese la guía del software AAWinLab.
- Se enciende la computadora y se ingresa al software AAWinLab.

- Se enciende el equipo y se abre la llave del balón de acetileno. Se verifica que el manómetro registre 15,0 psi.
- Se abre la llave del gas oxido nitroso
- Se encienden los interruptores del acetileno (12,0-14,0 psi) y aire (40,0 psi).
- La calibración del equipo se realiza con el estándar 5,0 mg Al/L. Consúltese el procedimiento normalizado de operación para la determinación del cobre. Una vez finalizada la misma, se procede a la calibración del elemento aluminio.
- Se verifican las condiciones para el análisis de aluminio:
 - a) Longitud de onda (λ): 309,3 nm.
 - b) Slit: 0,7.
 - c) Flujo del combustible (acetileno): 2,0 L/min.
 - d) Flujo del oxidante (oxido nitroso): 10,0 L/min.
 - e) Tipo de llama: oxidante.
- Se instala la lámpara de cátodo hueco de aluminio. Se calienta por lo menos 10 minutos.
- Se activa la opción aligning lamp (tecla F3) para encender la lámpara.
- Se ajusta la energía máxima de la lámpara con la opción set midscale. Se alinea la lámpara manualmente hasta tener un máximo de energía, entre 70-71.

- Se enciende el extractor.
- Se enciende la llama a través del interruptor.
- Se ingresa a la opción tools del menú.
- Se activa la opción continuous graphics, se aspira agua ultrapura y se activa la opción autozero.
- Se aspira la solución estándar 2,0 mg Al/L, se ajusta el quemador horizontal y vertical, así como la velocidad de aspiración del nebulizador hasta un máximo de estabilidad (0,680 o más).

7. Calibración del método:

Curva de calibración

- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de absorbancia sea cero.
- Se aspira la solución estándar multielemental de 0,1 mg/L y se activa la opción analyze standard (tecla F6).
- Se aspiran las soluciones estándar multielementales de 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L; 1,0 mg/L y 2,0 mg/L. Se activa la opción analyze standard.
- Se observa la linealidad de la curva de calibración en la pantalla mediante el valor del factor de correlación, el cual debe ser lo más próximo a 1,0000.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración sea cero.

- Los estándares se deben leer durante los análisis de una serie de muestras para verificar la reproducibilidad de la curva de calibración.
- Se apaga la llama. Se purga el equipo activando el interruptor bleed gases.

8. Muestreo y preservación

- Debido a la elevada sensibilidad del método analítico, se debe evitar la contaminación externa. Los frascos de muestras, conservadores y material de plástico deben estar libres de cromo.
- Para la determinación de cromo en agua, las muestras se preservan con ácido nítrico hasta $\text{pH} < 2$. Se añade 1,0 mL de ácido nítrico por litro de muestra. Se almacena a una temperatura de 4 C, por un tiempo máximo de seis meses.
- Para la determinación de metales disueltos, la muestra se debe filtrar a través de un filtro de membrana de 0,45 μ de porosidad tan pronto como sea posible, después de su recolección. Se acidifica el filtrado con ácido nítrico 1+1 hasta $\text{pH} < 2$.

9. Procedimiento del análisis

- En un vaso cónico Philips, se toman 100 mL de agua ultrapura como blanco de reactivos.

- Se agita vigorosamente la muestra y se toma 100 mL en una probeta graduada y se transfiere a un vaso cónico de 250 ml.
- Bajo una campana extractora de gases se añade 10,0 mL de ácido nítrico concentrado a cada muestra y al blanco de reactivos, se lleva a la plancha caliente (± 200 C) y se evapora lentamente hasta un mínimo volumen (no debe hervir).
- Se prosigue con el calentamiento, se añade ácido nítrico concentrado si es necesario hasta que la digestión sea completa (ligeramente amarilla o incolora). Se deja enfriar.
- Se transfiere el volumen de muestra concentrada a un frasco volumétrico de 50,0 mL. Se lava las paredes del vaso cónico Philips y se enrasa con ácido nítrico 0,5 M.
- Se filtra la muestra con Papel Wathman de porosidad $0,45\mu$ si es necesario.
- Análisis de muestras.
- Se crea un archivo de información con la opción sample information file, el cual incluye el número de las muestras analizar y el factor de dilución de las mismas.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración sea cero.
- Se aspira la muestra digerada y se activa la opción analyze sample (tecla F7). El equipo registrará la absorbancia promedio.

- En caso que la concentración de la muestra exceda la escala de trabajo, se diluye las muestras a un volumen tal que la concentración pueda calcularse mediante la curva de calibración desarrollada. Se ingresa este factor de dilución en el archivo de información, antes de ser procesado para evitar errores.
- Se aspira agua ultrapura y se activa la opción analyze blank (tecla F5) hasta que el valor de concentración registrado por el equipo sea cero.
- Se crea un archivo de resultados haciendo uso de las opciones utilities y reformat de manera secuencial. Se asigna un nombre al grupo de muestras analizadas, se incluye las opciones de interés para la estadística de los resultados requeridos y se graba.

CAPITULO IV

PARTE EXPERIMENTAL

4. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE EFLUENTES DE LA ZONA PELETERA DE SICUANI, CUSCO

Se realizó una encuesta que fue aplicada en 18 microempresas de un universo promedio de 30 talleres¹ en actividad. Se estima que funcionan 30 microempresas porque corresponden al número de socios inscritos en la Asociación de Peleteros de Sicuani.

Los datos recopilados permitieron conocer en detalle los dos principales procesos de curtido, curtido al Aluminio y curtido al Cromo, siendo el primero el principal y más usado en la zona, el tipo y estado de la infraestructura utilizada, las diversas etapas del proceso productivo, la manipulación y almacenamiento de los insumos y reactivos químicos, el manejo y disposición final de los efluentes líquidos y sólidos, las medidas de higiene y seguridad industrial así como la conciencia sanitaria y ambiental de los operarios.

Durante la inspección se recolectaron muestras de los efluentes líquidos próximos a ser evacuados por la red de alcantarillado; así mismo, se efectuó un recorrido por la ribera del Río Vilcanota con la finalidad de

identificar los puntos de descarga de las aguas residuales al río e identificar las zonas de mayor impacto ambiental. Se colectaron muestras de agua y sedimentos del río Vilcanota. En total se colectaron 6 muestras de agua de curtido y 3 muestras del río Vilcanota. La relación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados se indica en las Tablas N° 4.2, 4.3 y 4.4.

4.1 DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN EL PROCESO ARTESANAL DE PELETERÍA

El procesamiento de las pieles comprende las actividades que se realizan en el río y las operaciones que se efectúan en la vivienda o domicilio.

Los microempresarios utilizan sus propias viviendas como unidades productivas. En la mayoría de casos destinan dos o tres ambientes para almacenar las pieles, iniciar la operación de remojo, curtido, descarnado, engrase, dormido, etc. Las operaciones de enjuague, lavado y desengrase se realizan en el río. Las pieles húmedas son trasladadas al río en triciclos y carretillas. Para el lavado de las pieles se usan baños de agua tibia y detergente, en ollas o cilindros recortados, utilizando leña y restos de pieles como combustible. En

Según el Presidente de la Asociación de Peleteros, Enrique Uribe Salas, sólo existen en la actualidad 30 microempresas en actividad en la ciudad de Sicuani, Cusco.

algunos casos se observó el lavado en las viviendas. La operación de secado se realiza a la intemperie, exponiendo la piel al sol por el lado de la pilosidad.

Durante las fases productivas los operarios realizan un control empírico (organoléptico) del proceso. La temperatura se mide con el tacto y la concentración de los baños se estima por el número de pieles procesadas y por la turbidez de la solución. Sólo en un caso se usó el papel indicador en la medición del pH.

La tecnología empleada es artesanal. Para el desarrollo de las diferentes fases del proceso productivo, se cuenta con una infraestructura básica que comprende: bidones o tinas de concreto para las actividades de remojo y curtido; caballetes, mesas y tableros de madera para el descarnado, estirado, engrase y secado; triciclos y carretillas para el traslado; instrumentos de corte para el ablandado, cepillado y lijado. En general las diversas actividades del curtido se realizan manualmente. Las máquinas de coser se emplean en la etapa de confección de prendas.

4.2 RESULTADO DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS

La Tabla N° 4.1, que se muestra a continuación indica los diversos análisis químicos que corresponde analizar, según el tipo de muestra y el punto de muestreo.

TABLA N° 4.1: LUGAR, TIPO DE MUESTRA Y ANÁLISIS REALIZADO

N°	Código	Punto de muestreo	Tipo de muestra	Parámetro
1	AC1	Taller Luciano Madani	Agua de curtido con sulfato de aluminio	Temperatura, pH, Sulfatos, Sulfuros, STD, SST, DQO, DBO, Aceites y Grasas, , Aluminio y Coniformes Fecales
2	AC2	Taller Leonardo Cruz	Idem	idem
3	AC3	Taller Mauricio Madani	Idem	Idem
4	AC4	Taller Vicente Condori	Agua de curtido con sales de cromo	Idem y cromo
5	AC5	Taller Vicente Condori	Piquelado	Idem
6	AC6	Taller Nazario Condori	Agua de curtido con sulfato de aluminio	Idem
7	CR1	Río Vilcanota aguas arriba	Agua (frente a EMPSSAPAL)	pH, Sulfatos, OD, SST, DBO, Aluminio, Cromo y Coniformes Fecales
8	CR2	Río Vilcanota Zona intermedia	Agua (Puente Camello)	Idem
9	CR3	Río Vilcanota aguas abajo	Agua (frente al grifo Quecaño)	Idem

AC: Aguas que van directamente al alcantarillado

CR: Aguas que van al curso de agua del Río Vilcanota

S: Sedimentos, que retoman en la rivera del Río

TABLA N° 4.2: EFLUENTES LÍQUIDOS - CALIDAD DE LAS AGUAS DE CURTIDO
FECHA DE MUESTREO: 20 DE ABRIL DEL 2 000

Código	Temp °C	PH	SO ₄ ⁻² g/l	S ⁻² mg/L	STD g/l	SST mg/l	DQO mg/L	DBO ₅ mg/L	Aceites y Grasas mg/L	Al ⁺³ g/l	Cr g/l	Coli Fecal NMP/100ml
AC ₁	14,0	3,86	16,3	2,5	91,0	151,0	2 232,0	1 335,0	< 0,1	3,05	-	Ausencia
AC ₂	14,2	3,72	18,2	3,3	620,0	216,0	3 705,0	1 830,0	5,4	3,41	-	Ausencia
AC ₃	20,0	3,95	10,2	4,1	48,0	570,0	2 695,0	2 295,0	4,87	1,91	-	Ausencia
AC ₄	13,9	2,87	21,3	2,1	710,0	241,0	7 684,0	4 200,0	7,8	-	4,62	Ausencia
AC ₅	14,3	3,16	2,2	4,7	860,0	410,0	10 000,0	1 148,0	8,2	0,41	-	Ausencia
AC ₆	14,0	3,83	21,9	5,3	56,0	197,0	4 000,0	2 720,0	2,2	4,10	-	Ausencia
V.R. MITINCI D.S.003-2002	35	6,5-9,5	ND	10	ND	1 000	2 500	1 000	100	ND	0,005	ND

AC₁ : Taller de Luciano Mamani / Sulfato de aluminio
 AC₂ : Taller de Leonardo Cruz / Sulfato de aluminio
 AC₃ : Taller de Mauricio Mamani / Sulfato de aluminio
 AC₄ : Taller de Vicente Condori / Sales de cromo
 AC₅ : Taller de Vicente Condori / Piquelado
 AC₆ : Taller de Nazario Condori / Sulfato de aluminio
 mg/L : Miligramo por litro;
 g/L : Gramos por litro

SST : Sólidos Suspendedos Totales – Determinación Gravimétrica
 SD : Sólidos Disueltos – Determinación Gravimétrica
 DBO : Demanda Bioquímica de Oxígeno – método Yodométrico
 DQO : Demanda Química de Oxígeno – Método Espectrofotométrico
 SO₄⁻² : Sulfatos – Método Turbidimétrico
 S⁻² : Sulfuros – Método Yodométrico
 Cr total : Método de Absorción Atómica
 Al⁺³ : Método de Absorción Atómica
 ND : No Definido

TABLA N° 4.3: CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO VILCANOTA

FECHA DE MUESTREO: 20 DE ABRIL DEL 2 000

Código	pH	SO ₄ ⁻² mg/L	Oxígeno Disuelto mg / L	SST mg/L	DBO ₅ mg/L	Al ⁺³ mg/L	Cr mg/L	Coli Fecal NMP/100 ml
CR ₁	7,87	262,10	8,5	11,0	< 3,0	< 0,01	< 0,001	Ausencia
CR ₂	8,20	269,43	8,7	10,0	< 3,0	< 0,01	< 0,001	4,0
CR ₃	8,05	280,42	9,0	16,0	< 3,0	0,01	< 0,001	1,1 x 10 ³
LMP MITINCI D.S.003-2002	5,0-8,5	ND	ND	50	50	ND	2,5	4 000
L.G.A. Agua Clase III,IV,V,VI	5-9	400,0	5,0	-	15,0	1,0	0,05-1,0	200 - 4 000

Leyenda

- CR₁ : Aguas arriba- Frente a EMPSSAPAL
 CR₂ : Zona intermedia- Puente "camello"
 CR₃ : Aguas abajo-Frente al grifo Quecaño
 mg/l : Miligramo por litro
 SST : Sólidos Suspendidos Totales – Método Gravimétrico
 DBO : Demanda Bioquímica de Oxígeno – Método Yodométrico
 SO₄⁻² : Sulfatos – Método Turbidimétrico
 S⁻² : Sulfuros – Método Yodométrico
 Cr total : Método de Absorción Atómica
 Al⁺³ : Método de Absorción Atómica
 ND : No Definido

TABLA 4.4: ANÁLISIS EN CALIDAD DE AGUAS Y DESCARGA DEL RÍO HUAYCOLORO

FECHA DE MUESTREO: 16 DE MARZO DEL 2 000

PARÁMETROS	Unidades	Canal de riego Huachipa Norte (descarga)	Antes del cruce con descarga doméstica	20 m aguas arriba Puente los Laureles	Descarga Lavandería (descarga)	Curtiembre Mantaro (descarga)	50 m aguas arriba de curtiembre (río)	Puente Ramiro Priale (Río)
PH		8,42	7,44	7,45	7,91	12,08	9,62	7,84
TEMPERATURA	°c	26,6	26,8	-	28,5	27,2	27,3	27,6
COLOR		-	8	-	35	-	27	9
CONDUCTIVIDAD	Ohmios/cm	439	643	-	828	9150	670	860
TURBIDEZ	UNT	-	64	-	189	-	302	130
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	-	774	-	-	-	3072	766
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	290	426	-	541	5948	439	568
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	-	-	-	542	3809	-	-
OXIGENO DISUELTO	mg/L	5,6	5,07	5,33	-	5,7	0,09	0,7
DQO	mg/L	-	-	-	200	6000	-	-
DBO	mg/L	5,7	4,65	-	450,7	2730	87,86	53
ARSÉNICO	mg/L	-	0,052	-	-	0,794	0,111	0,014
CADMIO	mg/L	-	0,003	-	0,005	0,003	0,008	0,008
COBRE	mg/L	-	0,048	-	0,035	0,203	0,015	0,02
CROMO	mg/L	-	0,015	-	0,02	6,85	0,065	0,02
HIERRO	mg/L	-	6,65	-	4,55	18,4	2,88	1,25
MANGANESO	mg/L	-	0,215	-	0,05	0,625	0,158	0,095
PLOMO	Mg/L	-	0,063	-	0,012	0,2333	0,048	0,05
ZINC	Mg/L	-	0,202	-	0,038	1,05	0,125	0,062
COLIFORMES TOTALES	Mg/100mL	4,3 E + 6	-	-	9,30 E + 06	2,10 E + 06	2,40 E + 06	4,30 E + 05
CAUDAL	m ³ /seg	0,63	0,249	-	0,01833	-	-	-
ALTITUD	m.s.m.m	403	381	372	410	-	-	-

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5 EFLUENTES LÍQUIDOS: CARACTERÍSTICAS, VOLÚMENES Y DISPOSICIÓN FINAL

Según la Tabla 4.2 se observa que la actividad peletera artesanal genera diversos compuestos, que al compararlo con los Valores Referenciales dados por la autoridad competente MITINCI, podemos decir que para el caso de los parámetros de temperatura, sulfuros, Sólidos Suspendidos Totales y Aceites y Grasas, se encuentran dentro de dichos valores es decir no presenta un problema de riesgo por no ser significativas.

Sin embargo no se puede decir lo mismo para el resto de parámetros, es así que presenta un pH ácido que fluctúa entre 2,87 y 3,95, el contenido en DBO 1 148,0 y 4 200,0 mg/L, que también supera el valor referencial aceptado.

Es relevante subrayar que el taller que utiliza sales de cromo, las aguas de curtido reportan una concentración de 4,62 g/L de cromo que supera muy ampliamente el valor referencial, que al igual que el Aluminio que

presenta valores desde 0,41 a 4,10 g/L. Valores que muestran la alta toxicidad de estas aguas de efluentes, debido a un manejo inadecuado del proceso.

No se detectaron indicadores de contaminación microbiológica en las aguas de curtido.

Las aguas de curtido agotadas generalmente se descargan en la línea de desagüe doméstico y posteriormente desembocan en el río Vilcanota. La ciudad de Sicuani dispone de tres líneas de emisiones de aguas residuales domésticas, dos canalizadas y una tercera que converge a una acequia. Se localiza la línea de emisión de mayor impacto, con un caudal estimado en 20 litros por segundos, se ubica frente a la Urbanización Magisterial y colecta las aguas residuales del barrio de San Felipe, lugar donde convergen el mayor número de peleteros artesanales.

Actualmente, la descarga de agua de curtido es eventual y depende del nivel de producción de las microempresas. En la actualidad se estima un volumen total de evacuación en 60 m³

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de las aguas del río Vilcanota indican que el río se encuentra en condiciones adecuadas para albergar vida acuática: presenta un pH ligeramente alcalino (7,87 - 8,20), una concentración moderada de sulfatos, demanda Bioquímica de oxígeno adecuado (menor que 3,0 mg/l), bajo contenido de sustancias en suspensión y presencia de elementos metálicos con nivel de trazas. Los ensayos microbiológicos indican presencia de coliformes fecales en las aguas y sugieren contaminación por aguas residuales doméstica o excretas humanas, especialmente en la parte baja del río (Tabla N° 4.3).

Es importante subrayar que un sólo muestreo es insuficiente para afirmar que no existe alterabilidad de la calidad del agua del río Vilcanota. Para las condiciones y el momento que se tomaron las muestras son válidos los resultados reportados en la Tabla N° 4.3 siendo indicadores de un estado aceptable de la calidad de las aguas.

Con respecto a la curtiembre situada en Zárate, Lima (Tabla N° 4.4), vemos que los valores de las descargas, como son de pH, sobrepasa al valor referencial al igual que los valores de DBO y DQO que sobrepasan ampliamente los valores referenciales y con respecto a valor de Cromo total se encuentra que éste también lo supera.

Sin embargo con respecto a la calidad de agua del río Huaycoloro, los contaminantes antes mencionados no colaboran apreciablemente a contaminarle ya que gracias a la dilución no se observa ningún valor de los parámetros que sobrepase, los valores referenciales

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

- 1º.- El proceso de peletería involucra varias etapas químicas, principalmente el piquelado y curtido cuya finalidad es darle estabilidad a la piel animal, conservando su pelaje.

- 2º.- Los efluentes generados por la actividad peletera artesanal en Sicuani, Cusco, sobrepasan los valores referenciales dados por MITINCI, en los parámetros de pH, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y metales de Aluminio y Cromo. Sin embargo estas concentraciones altas se diluyen al ingresar a un cuerpo de agua de mayor volumen como es el caso del Río Vilcanota que hace de cuerpo receptor de efluentes de la actividad peletera.

6.2 RECOMENDACIONES

- 1º.- Iniciar un estudio de Mitigación o eliminación de los contaminantes en los efluentes ante el eventual crecimiento de contaminación debido a la actividad. Debiendo tener en consideración que durante la época de

bajo caudal del Río, probablemente los Límites Máximos Permisibles sean superados.

También deben ser considerados:

- a) Contaminación de lodos (cauce natural del río)
- b) Efecto acumulativo (Época de estiaje) y los problemas de migración (por efectos meteorológicos).

2º.- Es evidente que el agua de curtido constituye el principal problema ambiental de la actividad peletera. Si la producción peletera aumentara y se mantuvieran las prácticas actuales, podría generarse un deterioro significativo de la red de desagüe de la ciudad y podría sobrepasarse la capacidad de autodepuración del Río Vilcanota.

BIBLIOGRAFIA

1. Adzet Adzet J. María y otros, "Química Técnica de Tenería". Barcelona, 1 985.
2. Centro de Investigación de Tecnología del Cuero, "Industria del Cuero, Remojo, Depilado y Aguas Residuales", Instituto Nacional de Tecnología Industrial Argentina, 1 987
3. CEPIS Informe técnico sobre minimización de residuos en una curtiembre. Lima, 1996.
4. CEPIS, "Situación de las tecnologías más limpias en las curtiembres", Farias Paulo. Bogotá 1 995,
5. Dr. Robert H. Dreisbach, Manual de envenenamientos,. Edi. El manual Moderno S.A. México, 1 978
6. Durán de la Fuente Hemán, Ilabaca Arenas Patricia, Industria del cuero y de la carne, Tecnologías Limpias y Relocalización debido a restricciones ambientales: El caso de Chile.. Santiago, CEPAL, 1 995.
7. Environmental Protection Agency, Guía para el tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos de curtiembres. Traducido al español en el CEPIS, Lima, 1 996.
8. Environmental Protection Agency, "Pollution Prevention Workshop Tanneries", Cincinnati, 1 995.
9. Freire Manuel, Gavilanes Alonso. "Procesos de recuperación de licores curtientes de cromo a partir de licores residuales del curtido" Quito, 1 994.

10. Gustavson K.H., The Chemistry Tanning Processes, ACADEMIC PRESS INC, Publishers, New York 1 966.
11. Hoinacki Eugenio, "Peles e Couros" , Servicio Nacional de Apredizagem industrial, Departamento Regional do Rio do Sul, 2º Edicto 1 989.
12. Industria del Cuero a base de Sales de Cromo. Fundación NATURA. Quito, 1 991.
13. ICAITI, Ingeniería en detalle del tratamiento de los efluentes de tenería. Cobán. Guatemala 1 989.
14. Ilabaca Arenas Patricia, "Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile", Santiago de Chile. CEPAL 1 973.
15. MITINCI, Decreto Supremo Nº 003-2002-PRODUCE. Dado el 04 de Octubre del 2 002
16. Rojas Clara, Porst Jürgen, Zárate Max, Guía técnica para la minimización de residuos de curtiembres.,. Lima, CEPIS, 1 993.
17. Restrepo Ana, Valencia G. Luis Planteamiento de una alternativa de solución para las aguas residuales de una curtiembre. CEPIS/ NATURA, 1 988.
18. Zárate Max, Prevenir es mejor que curar, minimización de residuos en la industria de curtiembre. Cochabamba 1 991.
19. PNUMA, "Tanneries and the environments", a technical guide. (Technical report series). 1 996
20. American Public Health Association, American Watter Works Association, Watter Pollution Control Federation, "Métodos Normalizados para el Análisis de aguas Potables y Residuales". 17ª Edición 1 989.