

**Universidad Nacional De Cajamarca**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**Evaluación de dos productos químicos en el  
curtimiento de la piel del Cuy (*Cavia  
porcellus*) Criollo – Cajamarca**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de  
**Médico Veterinario**

Presentada por la Bachiller  
**Miriam Lorena Delgado Tapia**

Asesor  
**M.Cs. M.V. Wilder Quispe Urteaga**

**Cajamarca - Perú**  
**2017**

## DEDICATORIA

A Dios, porque está conmigo  
en cada paso que doy,  
cuidándome y dándome  
fortaleza para cumplir con mi meta.

A mis padres: Carlos y Clariza, a mis  
hermanos Mahikol y Karla, de quienes a lo  
largo de mi carrera profesional, he recibido el  
apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Cajamarca, alma mater forjadora de grandes profesionales.

A la Facultad de Ciencias Veterinarias y plana docente, por despertar en mí una vocación por los animales, por su dedicación, formación personal y profesional.

A mi asesor M.Cs. M.V. Wilder Quispe Urteaga, por su apoyo y dedicación en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el galpón de cuyes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; en coordinación con la Cátedra de Sanidad y Producción de Cuyes y Conejos. Se trabajaron con 20 cuyes criollos entre machos y hembras, con el objetivo de evaluar la curtición de sus pieles, utilizando dos productos químicos (alumbre de potasio y sulfato de cromo (III)): T1, 10 pieles curtidas con solución de Alumbre de potasio; T2, 10 pieles curtidas con solución de sulfato de cromo (III); con la finalidad de determinar y comparar las características físicas de la piel, causadas por los efectos de los dos productos químicos. Se obtuvieron los siguientes resultados: T1, las pieles no tomaron ningún color, elasticidad 70%, caída de pelo 20%, resistencia del 70% y una flexibilidad de 70%. T2, las pieles tomaron un color azul verdoso, elasticidad 90%, caída de pelo 30%, resistencia 80%, y una flexibilidad del 90%. Se concluye que, para el curtimiento de las pieles del cuy en el presente trabajo, el producto que da mejores resultados sobre las características físicas de la piel del cuy es el sulfato de cromo (III).

Palabras clave: Cuy, alumbre, cromo, curtición.

## **ABSTRACT**

This research was carried out in the guinea pig shed of the Faculty of Veterinary Sciences of the National University of Cajamarca; In coordination with the Chair of Health and Production of Cuyes and Rabbits. In order to evaluate the tanning of their skins using two chemical products (potassium alum and chromium (III) sulphate), they were worked with 20 guinea pigs between males and females: T1, 10 tanned skins with Alum potassium solution; T2, 10 tanned hides with chromium (III) sulfate solution; in order to determine and compare the physical characteristics of the skin, caused by the effects of the two chemicals. The following results were obtained: T1, the skins did not take any color, elasticity 70%, hair loss 20%, resistance 70% and a flexibility of 70%. T2, skins took a greenish blue color, 90% elasticity, 30% hair loss, 80% resistance, and 90% flexibility. It is concluded that, for tanning of the cuy skins in the present work, the product that gives better results on the physical characteristics is chromium (III) sulphate.

Keywords: Cuy, alum, chrome, tanning.

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>25</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>36</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>VII. REFERENCIAS</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO</b>	<b>41</b>

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina de América del Sur que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, en el Perú el cuy se ha mantenido como alimento tradicional que deleita en celebraciones especiales y contribuye a combatir la desnutrición de pobladores de zonas rurales por el alto contenido nutricional de su carne.

El curtido tiene por objeto transformar la piel de los animales en una sustancia inalterable e imputrescible. La técnica y el proceso del curtido varía según el uso o destino que se habrá de dar a las pieles y a tal fin pueden obtenerse más o menos impermeables, rígidos, blandos, etc.

El curtimiento de la piel del cuy (*Cavia porcellus*) es sin duda una excelente alternativa de negocio que puede desarrollarse paralelamente al aprovechamiento de su carne y desechos. La piel del cuy de acuerdo a las investigaciones realizadas, presenta formidables cualidades físico-mecánicas y en los últimos años éste se ha venido trabajando especialmente al sur de Lima (Cieneguilla), logrando con ello productos de muy fino acabado como billeteras, porta lapiceros, carteras, agendas, tarjeteros, entre otros (Chauca, 2003).

El procesamiento de las pieles es una de las actividades que dentro de la cunicultura reviste gran importancia y que en otros países ha alcanzado bastante desarrollo.

Aquellos cuyes de descarte (ex-reproductores), enfermos de gravedad (con salmonelosis) y/o fallecidos pueden ser utilizados para la producción de Cuero de Cuy antes de ser desechados (Chauca, 2003).

Por estas razones es necesario tener conocimiento práctico sobre la piel, ya que esta es la materia prima para la producción de pieles, y de su correcto manejo dependerá la calidad óptima del producto que se desea hacer.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo general**

Determinar y comparar el efecto de dos productos químicos (alumbre de potasio y sulfato de cromo (III)), en el curtimiento de las pieles del cuy criollo.

### **1.2. Objetivos específicos**

- a) Evaluar las características físicas de la piel de los cuyes después del curtimiento con alumbre de potasio.
- b) Evaluar las características físicas de la piel de los cuyes después del curtimiento con sulfato de cromo (III).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. PROCESAMIENTO Y CURTIDO DE PIELES

**2.1.1. Piel.** Es el tejido al cuerpo total del animal. Sirve para protegerlo del frío y del calor cuando está en vida (Angelinetti y Lacour, 1983).

**A) Zonas en que se divide la piel.** En la piel fresca existen zonas de estructura bastante homogéneas de acuerdo a su espesor y grado de compactación. Se pueden diferenciar tres grandes zonas:

- **Crupón:** Es la zona más homogénea tanto en espesor como en su estructura histológica; es la más compacta y valiosa. Se corresponde con la región dorsal y lumbar del animal y equivale al 45% del peso total de la piel fresca.
- **Cuello:** Su espesor es irregular. Corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal y representa el 25% del peso total de la piel fresca.
- **Falda:** Es la zona más irregular de la piel. Se corresponde con la piel que recubre el vientre y las patas. Esta zona equivale al 30% del peso total de la piel fresca (Prez, 2011).

**B) Estructura de la piel.** La piel es un órgano constituido por tres capas: epidermis, dermis o corium y tejido subcutáneo o endodermis.

- **Epidermis:** En la epidermis se insertan los folículos capilares que dan origen a los pelos, representa el 1% del espesor total de la piel y es eliminada durante el proceso de depilación (Prez, 2011).
  
- **Dermis ó corium:** Es la capa principal desde el punto de vista de la industria del curtido ya que representa el 85% del espesor de la piel. Se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina. Esta membrana presenta el típico grano, el cual es característico de cada animal.

La dermis presenta dos regiones distintas:

- Dermis papilar, constituida por vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno ubicadas en forma perpendicular a la superficie.
  
  - Dermis reticular, constituida por células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior (Prez, 2011).
- 
- **Tejido subcutáneo ó endodermis:** Constituye el 15% del espesor total de la piel y se elimina durante el descarnado. Está constituido por tejido conjuntivo laxo (Prez, 2011).

### **C) Todas las pieles tienen importancia ¿Por qué y para qué?**

Nuestro reino nos ofrece variadas especies y un gran potencial de recursos aún por explotar, de una manera racional y técnica. La piel de cualquier especie animal, debidamente tratada, conservada y procesada posee características y propiedades

físicas que le confiere un valor económico muy importante (Angelinetti y Lacour, 1983).

### **Qué hacer con las pieles después de la muerte del animal**

La piel en su fase primaria es un material sensible y delicado, de fácil descomposición por bacterias, cuando no es atendida con cuidados en el menor tiempo posible. El valor y el éxito con las pieles se inicia desde el momento de sacrificio del animal, para lo cual es recomendable conocer técnicas que sean sencillas, prácticas y eficaces, aplicables según la especie, región, medio ambiente, etc. (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### **2.1.2. Técnicas modernas en el tratamiento de pieles**

Flujograma para el tratamiento y conservación de pieles:

- Beneficio
- Sangría
- Desuello
- Recorte
- Descarne
- Limpieza
- Oreo
- Salado
- Secado
- Almacenado

Debe aclararse que esta fase es mucho más importante que la curtición en sí, pues de la aplicación de estas técnicas dependerá el éxito en los resultados después en la curtición (Angelinetti y Lacour, 1983).

## 2.2. CURTICIÓN

Se denomina curtido al proceso por el cual se transforma la piel en un material que se conserva a través del tiempo y posee características de flexibilidad, resistencia y belleza que le da gran valor comercial y estético (Prez, 2011).

La curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. La curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista. La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser a causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas (Peralta, 2014).

El curtido de la piel es un proceso físico-químico que consiste en inactivar la descomposición microbiana de los tejidos de la piel o parte orgánica y con ello, poder confeccionar diferentes prendas de vestir o artículos artesanales. Los pasos a seguir son: la obtención de la piel, remojo de la piel, secado, humectado, aflojado, desmanchado y terminado (Bacardit, 2004).

Proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Los curtidos minerales emplean diferentes tipos de sales de cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) en varias proporciones. Los curtidos vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de taninos. Otros agentes curtientes son los sintanos. Los procesos de desencalado, desengrase y purga eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma. El consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera y su efluente tiene pH neutro. Los dos últimos procesos de esta etapa consumen el menor volumen de agua; el

piquelado en un medio salino y ácido prepara la piel para el curtido con agentes vegetales o minerales. Al final de esta etapa se tiene el conocido “wet blue”, que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado (Sáenz, 2007).

Casi todo el curtido se hace con materias curtientes vegetales o con sales básicas de cromo. Hay también procedimientos de curtir con alumbre, hierro, circonio, formaldehído y compuestos orgánicos sintéticos (fenol-aldehído, melamina-urea, estireno, más anhídrido maleico). En general, la curtición vegetal se usa para producir suela, cuero para bandas o pieles para tapicería partiendo de las pieles más gruesas, bien que este método se emplea mucho para hacer cuero con las pieles de avestruz, cocodrilo, serpiente, tiburón, etc. La curtición al cromo se utiliza para pieles ligeras, especialmente pieles para palas de zapatos. Los otros procedimientos de curtición se usan para fines especiales; por ejemplo: con circonio se hacen pieles blancas o pastel (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### ❖ **Curtición vegetal**

Esta operación se hace en contracorriente. Las pieles parcialmente descalcadas y maceradas se introducen en un líquido débil y usado que tiene un pH aproximado de 5.0. Las pieles se trasladan diariamente a líquidos más concentrados, más puros y más ácidos. Este procedimiento tiene que ser lento para impedir la obstrucción del curtido en la superficie y la insuficiente curtición de la fibra en el centro. El procedimiento se realiza en una serie de unos catorce noques, en los cuales las pieles se mecen suavemente en el líquido para conseguir la agitación y facilitar la penetración. Cuando las pieles han sido penetradas a fondo, la curtición se completa teniéndolas un mes en cada uno de dos o tres líquidos más concentrados. Por consiguiente, el tiempo total para la curtición es aproximadamente 90 días. La cantidad de tanino necesario en este sistema de curtimiento no es menor de 0.5 Kg de tanino por kilogramo de cuero. Los extractos de quebracho, acacia y castaño forman la mayor parte de las mezclas curtientes. El

quebracho deja un lodo insoluble si sus soluciones se dejan reposar; por consiguiente, se calienta a reflujó con bisulfito para solubilizarlo antes de mezclarlo. Debido al costo y a la escasez de madera de castaño (en virtud de la destrucción del castaño americano por el mal de la tinta), los extractos de quebracho y de acacia forman actualmente más de la mitad de las mezclas curtientes. Los extractos de eucalipto, abeto, roble, mirobálanos, mangle, etc., se usan menos. Los curtidores usaban curtientes de castaño, mirobálanos, roble y abeto en sus mezclas para modificar la astringencia del líquido y proporcionar azúcares con los cuales sostener una fermentación bacteriana formadora de ácidos acético, láctico y gálico. Estos ácidos rebajaban el pH de los líquidos hasta que no eran mayores de 3 y producían la hinchazón de las pieles y una absorción relativamente grande del material curtiente. Son muchos los métodos que se han ensayado para acelerar la curtición con taninos vegetales, entre ellos, la curtición previa, diversos sistemas de agitación, temperaturas más altas y líquidos más concentrados con un control minucioso del pH. El curtido previo con metafosfatos poliméricos o formaldehído es el que más éxito ha tenido. Sin embargo, en general las técnicas para facilitar la curtición más rápida se han usado principalmente con pieles ligeras más que con los cueros para suelas o bandas (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### ❖ Teoría de la curtición con materias vegetales

Dada la complejidad de la estructura de los taninos vegetales y de las proteínas de la piel, no es fácil comprender el mecanismo de esta forma de curtición. La fijación de los taninos vegetales a las proteínas se debe a una reacción por enlace de hidrógeno. La mayor parte de la curtición vegetal se produce en el lado ácido del punto isoeléctrico del colágeno; es decir: que la proteína tiene una carga positiva. La curtición con materias vegetales suele aumentar la temperatura de contracción hasta 80-85° C en las mismas condiciones experimentales. Este

aumento en la temperatura de contracción es principalmente el resultado del empleo de taninos de catecol o no fermentadores. La curtición con materias vegetales aumenta efectivamente la temperatura de contracción en seco del colágeno, pero la curtición al cromo, que produce un aumento mayor en la temperatura de contracción húmeda que la producida por la curtición vegetal, no eleva la temperatura de contracción en seco (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### ❖ **Curtido propiamente dicho**

Es el proceso de impregnar la piel con sustancias químicas o extractos vegetales que cambian la composición química del colágeno de la piel y la vuelve no gelatinizable en agua caliente.

- a) Para el curtido disolver 400 g de alumbre de potasio y 150 g de NaCl en 5 litros de agua hirviendo, agitar y dejar enfriar hasta los 30° C y, remojar con esta agua las pieles, agitar y sobar las pieles durante dos días. No usar recipientes de metal, en cambio, usar madera o plástico.
- b) A los dos días retirar la piel y lavarla con abundante agua limpia, orear, estirla para evitar arrugar y pliegues, frotar y estirar constantemente para lograr suavidad en el cuero, hasta secar completamente.
- c) Para terminar el curtido se lija la piel por el lado interno y, aplicar talco al lado de los pelos. Cepillar, sacudir y batir la piel para eliminar exceso de insumos empleados. Las pieles con pelo (alpaca, cabra, cuy, ronsoco, venado, agutí, etc.) deben frotarse en el sentido del pelo con una franela de lana.

En pieles pequeñas se puede mejorar su flexibilidad aplicando una solución de 50 g de yema de huevo y 50 g de agua a 40° C. Realizar esta operación antes del secado y después del oreo.

El proceso del curtido puede ser manual hasta la etapa de "wet blue" (curtido al cromo con un alto contenido de agua). El espesor de la piel curtida es heterogéneo, aumenta en dirección antero-posterior y disminuye de la espina dorsal hacia la falda. Es mayor en el crupón ( $1,92 \pm 0,25$  mm) que en la falda ( $0,92 \pm 0,21$  mm). El área promedio del cuero acabado llega a  $641 \pm 65$  cm<sup>2</sup> fluctuando de 464 a 706 cm<sup>2</sup>. El peso promedio es de  $33,00 \pm 6,31$  g (máx. 42 - mín. 22 g). En cuanto a la resistencia a la tracción se observa que el cuero "wet blue" húmedo adquiere un valor promedio de  $116,1 \pm 37,49$  Kg-F/cm<sup>2</sup> con una fluctuación de 57,1 a 159,1 Kg-F/cm<sup>2</sup>. Cuando aumenta el espesor a más de 2,2 mm se incrementa la resistencia a la tracción, y disminuye cuando el espesor es menor. En la resistencia a la flexión se aprecia la excelente disposición del cuero de cuy para soportar 36 000 flexiones continuas durante 2 horas sin haber sufrido daños en la superficie externa. La temperatura de contracción del cuero de cuy, semi-procesado al cromo, registra valores de 98 a 100° C. Concluidas las evaluaciones físico-mecánicas se ha procedido a la manufactura de calzado para damas y niñas, teniendo referencias positivas en relación a la facilidad que brinda el cuero para el moldeado y forma del calzado.

El proceso para la obtención del cuero es el siguiente:

- Sacrificio y desuello (separación de la piel).
- Retiro de los residuos de grasa y sangre mediante lavado de agua con detergente.
- Escurrido de la piel y luego oreo por una hora bajo sombra.
- Aplicación de sal a la piel y naftalina al pelo.
- La piel conservada se transforma con la aplicación de curtientes.

**Nota:** Aquellos cuyes de descarte (ex-reproductores), enfermos de gravedad (con salmonelosis) y/o fallecidos pueden ser utilizados para la producción de Cuero de Cuy antes de ser desechados (Chauca, 2003).

**Ecurrido.** Operación mecánica que quita gran parte de la humedad del “wet blue”. El volumen de este efluente no es importante pero tiene un potencial contaminante debido al contenido de cromo y bajo pH (Saenz, 2007).

### 2.3. CURTICIÓN DE LA PIEL DEL CUY

#### ✦ **Desolle**

La forma correcta de obtener la piel a ser curtida comienza en la matanza. Se debe realizar en lugares limpios y cómodos para desarrollar el trabajo. Separar la piel inmediatamente después del sacrificio, cortándola por el centro del abdomen, la cara interna de las extremidades y el cuello, procurando no lastimar o cortar la piel. Si sólo se quiere conservar la piel, se debe limpiar de restos de sangre, excrementos, etc.; luego se sala y envuelve con los pelos hacia adentro. También se puede extender y secar buscando no formar pliegues (Chauca, 2003).

#### ✦ **Reverdeo de las pieles**

Las pieles se reciben secas y para empezar el proceso de curtido, primero hay que darles la humedad necesaria, la humedad natural que tenía la piel del animal vivo. Para esto las pieles secas se sumergen en una solución de agua que tiene NaCl, para evitar que se pudran durante el procedimiento. Las pieles quedan sumergidas y absorben el agua hasta que quedan blandas y flexibles. Se prepara una solución de agua con 2,5% de NaCl (sal común) donde las pieles secas y crudas permanecerán sumergidas por 24 horas. Hay que remover si las pieles son muchas. Lo ideal es un tacho con 80 litros de agua, 2 Kg de NaCl. Esta solución cómodamente alcanza para unas 30 pieles (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

#### ✦ **Conservación**

Ya obtenida la piel, se realizará un lavado en solución jabonosa con detergente por ambos lados y utilizando un recipiente de plástico que evite la presencia de óxidos. Se puede usar 250 g por 30 pieles o si son pocas de 3 a 5 g de jabón por litro de agua por piel durante 3 a 4 horas. Con el propósito de almacenar, pero si la piel es fresca se procede a curtirla. Un exceso de tiempo en este proceso traería como consecuencia la descomposición de la piel y por consiguiente la caída de pelo (Thorstensen y Nostrand, 2002).

#### ✦ **Preparación de la fórmula**

Para una piel de 300 a 350 g de peso, se requiere de la preparación de la fórmula curtiente completa con los siguientes productos: 22 g de sulfuro de aluminio, 22 g de sulfuro de amonio, 25 g de sal común, 3 g de sulfato de cromo, 2 ml de ácido acético industrial; todo diluir bien en un litro de agua a temperatura ambiente.

Esta fórmula sirve para ser empleada 3 veces. Algunos aldehídos poco reactivos se pueden usar antes del proceso del piquel. Según el producto de que se trate el pH del piquel.

En general el proceso de pre-curtición busca preparar a la piel para que el impacto de la curtición sea más suave y comunicar unas características especiales a la estructura de la piel antes de que esta reciba el impacto del cromo de la curtición, obteniéndose así cueros con más carácter del pre curtiente, que si se usara este mismo producto en el tratamiento de las pieles ya cromadas (Asociación química española del cuero, 2002).

## ✦ **Piquelado**

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno (Sáenz, 2007).

### **Consideraciones generales**

El piquelado se refiere al tratamiento de la piel en tripa, precedente de las operaciones de desencalado y rendido, con ácido para llevar a la misma al valor de pH deseado ya sea para la curtición o conservación, evitándose el hinchamiento ácido mediante el agregado de una sal neutra (cloruro de sodio). Al final del proceso de piquelado la piel presenta una estructura fibrosa purificada que se encuentra en las condiciones físicas y químicas para ser curtida. Durante el piquelado además se completa el desencalado y se interrumpe en forma definitiva el efecto enzimático del rendido. Como fase preparatoria a la curtición mineral el piquelado es de gran importancia, ya que la piel en tripa sin piquelar se introduce en un baño de curtición, el curtiente mineral adquiere una basicidad y en estas condiciones reacciona rápidamente con la proteína produciéndose una sobrecurtición en las capas externas de la piel que altera la difusión del curtiente. Este inconveniente se evita si antes de la curtición mineral la piel combina ácidos saturando, los grupos carboxílicos de modo que no pueda restar ácido de los baños curtiente y además la saturación de los grupos activos responsables de la reacción de curtición. En la práctica industrial el piquelado se realiza con diferentes métodos, siendo el más empleado el que utiliza ácido sulfúrico y cloruro de sodio y las diferencias entre los distintos procesos están en el tipo de equipo usado y en el tiempo de

piquelado o sea si el proceso es llevado al equilibrio o en condiciones de no equilibrio. En este proceso se ha comenzado a utilizar sistemas tamponantes (ácidos orgánicos o sus sales) para asegurar una mayor uniformidad en los resultados. El proceso general de piquelado consiste en agregar las pieles purgadas (al fulón o vatea) adicionar el agua y la cantidad de sal neutra, después de un período corto se agrega la cantidad de ácido requerido y el piquelado se continúa hasta la curtición (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### ✦ **Descarnado**

Enseguida del piquelado, se procede a realizar el descarnado del tejido que contiene la piel por la cara interna. Este proceso consiste en desprender y separar los tejidos adheridos, la carne y grasa que están en la piel, con un cuchillo descarnador, este se utiliza con la yema de los dedos sobre un caballete (Lultcs, 1983).

El descarnado es un proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido, estos residuos presentan gran porcentaje de humedad (Sáenz, 2007).

Con la ayuda de una espátula se despoja a la piel de toda carne y grasa. También puede sacarse en parte con la mano. La cuestión es que la piel debe quedar totalmente limpia para que puedan penetrar las futuras soluciones curtientes (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

#### ✦ **Desencalado**

Proceso donde se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y en el que se emplean volúmenes considerables de agua. Entre los compuestos químicos que se emplean están los ácidos orgánicos

tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico y mezclas), las sales de amonio, el bisulfito de sodio, el peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas, e inclusive ácido sulfoftálico (Sáenz, 2007).

Después del descarnado, se coloca las pieles en el agua que contiene formula del curtido total durante 48 horas, moviéndolas durante 15 minutos tres veces al día, con el fin que el químico penetre perfectamente los tejidos de la piel (Artigas, 1997).

El principal objetivo de un agente desescalantes es reducir la elevada alcalinidad de la piel a un pH óptimo para la actividad proteolítica de la enzima empleada en el rendido. Además algunos desescalantes tienen un efecto específico en la estructura de la piel en adición a su acción química sobre la cal. La cal se encuentra en la piel en tripa en diversas formas:

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

Las últimas tres formas son más fáciles de eliminar que la primera.

Cuando se controla con fenolftaleína un corte de la piel desescalada, la ausencia de color no significa ausencia de cal. El cambio de color solo representa un cambio en el pH dentro del rango del indicador específico usado. El cambio desde rosado e incoloro ocurre aproximadamente a pH 8,5 y representa la neutralización de toda la calibre y parte combinada, dependiendo por supuesto del sistema desescalante empleado; en términos generales puede decirse que durante el proceso de desescalado normal la piel no se

desencala a fondo en el sentido estricto de la palabra (Angelinetti y Lacour, 1983).

#### ✦ **Desengrase**

Proceso que produce una descarga líquida que contiene materias orgánicas, solventes y agentes tenso activos. Entre los solventes utilizados están el kerosene, el monoclorobenceno y el percloroetileno, este último para pieles de oveja después de curtidas (Sáenz, 2007).

#### ✦ **Lavado y Desengrasado**

Las pieles se lavan manualmente utilizando 2 cc de shampoo por piel y abundante agua. Es como lavar el pelo de una persona o de un perro. Cuando haga suficiente espuma, es porque realmente el pelo está limpio y desengrasado. Lo importante es enjuagar bien y con abundante agua, ya que los restos del shampoo pueden intervenir “neutralizando” las futuras soluciones curtientes (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

#### ✦ **Purga enzimática**

El efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, emplea enzimas proteolíticas, como el caso de la tripsina para la limpieza de los poros de la piel. También se emplea cloruro de amonio. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que le confiere mayor elasticidad (Sáenz, 2007).

- **Recorte en recepción.** Proceso que se realiza cuando la piel animal llega a la curtiembre, en donde se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades (Sáenz, 2007).

- **Remojo:** Proceso para re-hidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general. Durante

esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol. Entre los compuestos químicos que se emplean están el hidróxido de sodio, el hipoclorito de sodio, los agentes tensos activos y las preparaciones enzimáticas (Sáenz, 2007).

- **Remojo, lavado y descarnado:** Es la primera acción propia del curtido. Consiste en humedecer la piel y retirar cualquier residuo que haya quedado, incluida la sal. Igualmente se retiran los restos de carne y grasa adherida a la piel. Para esta acción se emplean raspadores y cuchillos, empleándolos con cuidado para no cortar la piel. Cortar las orejas, cola y parte de la piel de la cabeza y patas. Colocar en solución de agua con fenol (algunas gotas por litro de agua o 3 cc de agua fenicada). Las pieles frescas se remojan y frotan en un día, las secas de 2 a 4 días consecutivos. También se pueden retirar los pelos y lana junto a la epidermis (alpaca, llama, oveja, etc.) con cuchillo y empleo de cal y sulfuros (Chauca, 2003).

## 2.4. ALUMBRE

### ➤ Origen y aparición del mineral

Alumbre de potasio o alumbre, es un mineral de sulfato de origen natural que se produce normalmente como incrustaciones en las rocas en zonas de erosión y oxidación de minerales de sulfuro y minerales de potasio que soportan. En el pasado, se obtuvo a partir de alumbre alunita, un mineral extraído de azufre que contiene fuente de sedimentos volcánica. La auténtica piedra alumbre natural o alunita es la que está compuesta de Potassium-Alum  $K Al_3 (OH)_6 (SO_4)_2$ . Esta es la sal mineral tal y como se encuentra en la naturaleza. Se obtiene de una roca magmática, de origen volcánico, denominada Traquita Alunífera. Este cristal es el resultado de alteraciones de rocas ricas en feldespato potásico como la Traquita, que se suelen producir por medio de circulación de aguas ricas en sulfatos. Los

crisales de alumbre, de forma natural, pueden tener variaciones en apariencia, color o textura, aunque todos mantienen sus propiedades (Fernández, 2010).

### ➤ **Propiedades**

La piedra de alumbre es, principalmente, una gran antiséptica y astringente. De hecho, se la emplea como uno de los desodorantes naturales más efectivos que existen. Tiene la capacidad de cerrar poros y regular la sudoración, eliminando, a su vez, a las bacterias que podrían llegar a provocar olor. A su vez, la piedra de alumbre es cicatrizante. Puede emplearse, por ejemplo, después del rasurado, tanto en hombres como mujeres, para calmar los ardores y desinfectar el cutis. Algunos afirman que la piedra de alumbre bien puede funcionar como astringente, sobre todo para secar granos, barros y otros tipos de acné. El alumbre puede adquirirse en diferentes formas. La clásica piedra, en polvo y también reducido en agua. Habitualmente, los herbolarios y las tiendas especializadas en productos naturales suelen tenerlo entre sus opciones (Corquiven, 2007).

### ➤ **Pre-curtido al Alumbre**

La solución curtiente se prepara en tachos de 100 litros que llevan sales de alumbre al 10% y NaCl al 0,4 %. En un tacho de 100 litros se ponen 80 litros de agua con 8 Kg de alumbre y 320 g de NaCl. Lo importante es que esta solución no se tira luego, sino que sirve tal como está para un próximo lote de pieles. Las pieles permanecen totalmente sumergidas durante 5 días, removiéndolas 4 veces diarias. Periódicamente se controla la densidad con el denominado “densímetro” y debe agregarse una cantidad de sales proporcional a la necesaria, según la lectura del densímetro. El densímetro debe “flotar” en la rayita 10 (10 % Boumé). Si flota en el 8, hay que

agregarle 2 partes proporcionales de sal y alumbre (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

➤ **Curtido en alumbre**

También llamado curtido blanco. Se utiliza principalmente para curtir pieles donde se quiere conservar el pelo. Se usa como solución curtiente al preparado constituido por 100 g de alumbre y 50 g de NaCl por cada litro de agua. Esta mezcla debe tener una densidad de 11° Baume. El tiempo requerido para la conclusión del proceso es de 10 días para pieles pequeñas y hasta 40 días en pieles de mayor tamaño. El alumbre se puede reutilizar ajustando nuevamente la concentración a 11° Baume mediante el agregado de alumbre y NaCl (Prez, 2011).

## 2.5. CROMO

❖ **Origen del cromo**

En 1797 Louis Nicolas Vauquelin, recibió muestras del mineral. Fue capaz de producir óxido de cromo ( $\text{CrO}_3$ ) mezclando crocoíta con ácido clorhídrico (HCl). En 1798 descubrió que se podía aislar cromo metálico calentando el óxido en un horno de carbón. También pudo detectar trazas de cromo en gemas preciosas, como por ejemplo, en rubíes y esmeraldas. Lo llamó cromo (del griego *chroma*, "color") debido a los distintos colores que presentan sus compuestos. El cromo es un elemento químico de número atómico 24 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Cr. Es un metal que se emplea especialmente en metalurgia. Su nombre "cromo" (derivado del griego *chroma*, "color") se debe a los distintos colores que presentan sus compuestos (Prieto, 2011).

## ❖ **Propiedades**

El cromo se utiliza principalmente en metalurgia para aportar resistencia a la corrosión y un acabado brillante.

- En aleaciones, por ejemplo, el acero inoxidable es aquel que contiene más de un 12% en cromo, aunque las propiedades antioxidantes del cromo empiezan a notarse a partir del 5% de concentración.
- En procesos de cromado (depositar una capa protectora mediante electrodeposición). También se utiliza en el anodizado del aluminio.
- En pinturas cromadas como tratamiento antioxidante

Sus cromatos (cromato de plomo) y óxidos (óxido de cromo III o verde de cromo) se emplean en colorantes y pinturas. En general, sus sales se emplean, debido a sus variados colores, como mordientes. Es común el uso del cromo y de alguno de sus óxidos como catalizadores, por ejemplo, en la síntesis de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Con todo, una buena parte de la cromita consumida se emplea para obtener cromo o en aleaciones. En el curtido del cuero es frecuente emplear el denominado "curtido al cromo" en el que se emplea hidroxisulfato de cromo (III) ( $\text{Cr}(\text{OH})(\text{SO}_4)$ ) (Prieto, 2011).

## ❖ **El Curtido al cromo**

La curtición con sales de cromo es la más difundida y aplicada universalmente. Se logra con estas sales de cromo la obtención de la gran mayoría de tipos de cuero, pues mediante una gran cantidad y variedad de recurtidos, se puede materializar casi cualquier propiedad deseada o necesaria en el cuero (Bayer, 1997).

A diferencia del procedimiento tradicional, que se basa en la utilización de vegetales como cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño, evita que los cueros, con el paso del tiempo, se resequen. Las pieles, son sometidas a la acción de diferentes

agentes químicos que interaccionan con las fibras de colágeno para obtener un cuero estable y durable. Las sales de  $\text{Cr}^{+3}$  son desde hace más de un siglo uno de los más importantes. Hoy en día mundialmente el 80% de todos los cueros se curten de esta manera. El proceso de curtido al cromo es considerado el más versátil, ya que permite recurrir las pieles, por sistema vegetal. Una vez que la piel ha sido depilada, es introducida en una máquina llamada divisora. En ella, la acción del cromo, convierte a la piel en cuero, un material estable, impidiendo su degradación. Después de la curtición al cromo, el cuero se escurre, rebaja y divide mecánicamente para obtener el "wet blue", un producto cuyo nombre se debe al color azul verde del sulfato de cromo. Los cueros sin cromo, por su color claro, se llaman "wet white". El cromo que no es absorbido por el cuero, se recicla para su reutilización. Una vez secos, los cueros se someten a diversos procesos de ablandamiento quedando listos para su terminación o acabado final. Allí, se les aplican diversos productos que en combinación con procesos mecánicos, hacen que el cuero sea más durable y resistente. Una de las tareas más complejas es lograr que todas las partidas de un mismo color minimicen sus diferencias, conservando un mismo patrón. A soplete o a rodillo, después de cada mano de pintura, los cueros se pasan por túneles de secado a temperaturas adecuadas. El proceso de acabado consiste en recubrir la superficie del grano de la piel con un producto especial y cepillarlo después con un cilindro de cerdas. El auge del curtido al cromo se debe a que el proceso tradicional puede causar que el cuero se seque en muy pocos años (Raisman y González, 2007).

El curtido de pieles con sales de cromo representa el 80% de la producción total de cueros en el mundo.

Las ventajas que representa este método de curtición se puede enumerar como:

- Muy buen nivel de calidad constante y uniforme.

- Producción racional.
- Acabado económicamente ventajoso.

Es muy difícil que este método pierda su liderazgo, debido a estas ventajas. Se le conoce también como wet blue (Cuero húmedo azul), en este punto se le puede guardar sin riesgo a que se pudra. En este método son muy importantes las bases para nivelar el pH o alcalinidad de la piel y su solubilidad para que el curtido penetre bien a la piel (Peralta, 2014).

#### ❖ **Curtido a un solo baño**

La curtición a un solo baño consiste en curtir directamente, en una sola operación, con sales básicas de cromo trivalentes. Estas sales básicas de cromo trivalentes se pueden encontrar en forma de: combinaciones de cromo (es lo más utilizado) ya preparadas que se venden en forma líquida o atomizada, como el sulfato monobásico de cromo a partir de dicromato y un reductor a partir de alumbre de cromo y carbonato sódico como basificante (Peralta, 2014).

#### ❖ **Posibles defectos de la curtición en cromo**

- ✚ Manchas después de proceso.
- ✚ Distribución no uniforme del cromo en la piel.
- ✚ Cueros de flor suelta y tacto esponjoso.
- ✚ Estallido de flor (Peralta, 2014).

#### ❖ **Curtido definitivo al Cromo**

Se prepara una solución de alumbre, pero con el agregado de sales de cromo, donde las pieles permanecen durante 5 días. Esta solución tampoco se tira, sino que se reutiliza, agregándole las sales en función de su densidad. Cada piel de cuy absorbe 1-1,5 g de sales de cromo. Las pieles pasan del tacho de alumbre al tacho del alumbre –

cromo. Antes de pasarlas hay que escurrirlas bien con la mano, por supuesto que para este procedimiento hay que utilizar guantes impermeables de goma. El cromo es una sustancia tóxica (metal pesado contaminante) que puede penetrar por la piel y acumularse en el cuerpo humano, no pica ni arde, pero por favor usen guantes. Luego de 5 días se sacan las pieles y se enjuagan bien con abundante agua (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

**Nota:** Si le agrego cromo al curtido la piel quedará impermeable y puede lavarse luego de curtida y usada, cuantas veces quiera. Tampoco se apolilla y es virtualmente inodora para los perros, ni perderá pelo. El curtido solamente al alumbre, es más delicado y sensible, pero igualmente satisfactorio. Si por el uso excesivo se apelmaza el pelo de las pieles puede usarse talco como reacondicionante. El curtido presentado es perfectamente profesional a pesar de ser casero (V Congreso latinoamericano de ecología, 2001).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en coordinación con la Cátedra de Sanidad y Producción de Cuyes y Conejos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, la que cuenta con las siguientes características geográficas y meteorológicas\*:

Altitud	: 2 536 msnm
Latitud Sur	: 07° 10'
Longitud Oeste	: 78° 10'
Temperatura máxima	: 21° C
Temperatura mínima	: 10° C
Precipitación promedio anual	: 650-700 mm
Humedad relativa	: 74%
Horas de brillo solar	: 4,6
Presión atmosférica	: 742,3 milibares

---

(\*) Datos proporcionados por el SENAMHI-Cajamarca, Abril 2016

### 3.2. MATERIALES

#### a. Material experimental

20 cuyes criollos, adultos entre machos y hembras

#### b. Material de laboratorio

- Agua potable
- Jabón desinfectante
- Agujas hipodérmicas 21X1/2"
- Equipo de disección
- Baldes de plástico por 10 L
- Cuchillos
- Chinchas
- Guantes de goma descartables

#### c. Material de escritorio

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Papel A4
- CDs
- USB
- Bolígrafos

#### d. Productos químicos

- Alumbre de potasio
- Sulfato de cromo (III)
- Cloruro de sodio (sal común)
- Azúcar
- Alcohol

### 3.3. METODOLOGÍA

#### a. Sacrificio de los animales

Los 20 animales fueron sacrificados con la finalidad de obtener las pieles con pelo para ser procesadas. Para el sacrificio de esta especie, en primer lugar se procedió al aturdimiento por el método enervación con una aguja hipodérmica en el espacio occipito-atloideo, para luego realizar el sangrado por degüello.

Dejamos que los cuyes pierdan sensibilidad para empezar el procedimiento de obtención de las pieles.

#### b. Obtención de la piel

Sacrificado el animal, en primer lugar se humedeció la piel con pelo en agua corriente por la parte ventral del animal, con la finalidad que el pelo no se desprenda, luego se procedió a realizar un corte longitudinal desde la sínfisis púbica hasta el cuello, a nivel de la línea alba, seguidamente se hizo cortes en ambos brazos a nivel de las axilas.

Realizado los cortes respectivos se procedió a desprender la piel sin arrastrar músculos, de esta manera se obtuvo una materia prima limpia.

#### c. Soluciones líquidas para el curtimiento

**Preparación de la solución de alumbre de potasio (primera técnica)**

Fórmula para 40 Pieles

Agua 24 litros

NaCl (sal común) 2.5 kilos

Alumbre de potasio 2 libras (Rojas, 2005)

Fórmula para 10 Pieles

Agua 6 litros

NaCl (sal común) 625 gramos

Alumbre de potasio 230 g

**Preparación de la solución de sulfato de cromo (III) (segunda técnica)**

Fórmula para 40 pieles

Agua 20 litros

Sulfato de cromo (III) 600 gramos

Azúcar o Panela 50 gramos (Rojas, 2005).

Fórmula para 10 pieles

Agua 5 litros

Sulfato de cromo (III) 150 gramos

Azúcar 12.5 gramos

**d. Proceso de curtido de la piel con alumbre de potasio**

**1. Conservación y lavado**

Obtenida la piel, se dejó enfriar al medio ambiente por un lapso de 10 minutos, luego lavamos con agua corriente por ambos lados, para despojar la sangre, tierra y estiércol que puedan haber quedado. Por 15 minutos dejamos escurrir las pieles por el lado del pelo, luego de este proceso, se colocó NaCl (sal común) en toda la parte sin pelo, dejándolas en un recipiente de plástico limpio y amplio por 24 horas con la finalidad de evitar la descomposición durante el procedimiento y por consiguiente la caída de pelo. Pasado este tiempo las pieles fueron enjuagadas con agua corriente hasta no dejar rastro de NaCl (sal común) en la parte del pelo.

## **2. Descarnado**

Luego del conservado, se procedió a realizar el descarnado del tejido que contiene la piel por la cara interna. Este proceso consistió en desprender y separar los tejidos adheridos; carne, grasa y tejidos conjuntivos, que quedan en la piel durante el desprendido, utilizando un cuchillo o en forma manual, teniendo cuidado de no cortar ni desgarrar las pieles.

## **3. Curtido**

Las pieles permanecieron durante 10 días en la solución de alumbre de potasio (alumbre de potasio más NaCl (sal común)). Durante este tiempo se fue removiendo dos veces por día para homogenizar el tratamiento. Durante este proceso se observó si hay o no caída de pelo.

Al décimo día sacamos las pieles de la solución; se enjuagó con agua potable, las llevamos a orear por un espacio de 30 minutos. Se enjuagaron las pieles y extendieron sobre una madera colocando chinches alrededor de la piel para sujetarla, dejándolas secar por un tiempo de 5 días al medio ambiente.

## **4. Recorte**

Pasado este tiempo, se fueron estirando las pieles por 2 a 3 veces al día; esto se realizó preferentemente a mano, con la finalidad de que las fibras que estaban unidas se separen y la piel quede estirada. Este proceso se realizó con mucha habilidad y paciencia ya que en caso contrario la piel puede rasgarse.

Luego del paso anterior, las pieles curtidas fueron recortadas por los bordes, eliminando las partes que no sirven y dándoles la forma apropiada.

## **e. Proceso de curtido de la piel con sulfato de cromo (III)**

### **1. Conservación y lavado**

Obtenida la piel, se dejó enfriar al medio ambiente por un lapso de 10 minutos, luego lavamos con agua corriente por ambos lados, para despojar la sangre, tierra y estiércol que puedan haber quedado. Por 15 minutos dejamos escurrir las pieles por el lado del pelo, luego de este proceso, se colocó NaCl (sal común) en toda la parte sin pelo, dejándolas en un recipiente de plástico limpio y amplio por 24 horas con la finalidad de evitar la descomposición durante el procedimiento y por consiguiente la caída de pelo. Pasado este tiempo las pieles fueron enjuagadas con agua corriente hasta no dejar rastro de NaCl (sal común) en la parte del pelo.

### **2. Descarnado**

Luego del conservado, se procedió a realizar el descarnado del tejido que contiene la piel por la cara interna. Este proceso consistió en desprender y separar los tejidos adheridos; carne, grasa y tejidos conjuntivos, que quedan en la piel durante el desprendido, utilizando un cuchillo o en forma manual, teniendo cuidado de no cortar ni desgarrar las pieles.

### **3. Curtido**

Las pieles permanecieron durante 10 días en la solución de cromo (sulfato de cromo más azúcar). Durante este tiempo se fue removiendo dos veces por día para homogenizar el tratamiento. Durante este proceso se observó si hay o no caída de pelo.

Al décimo día sacamos las pieles de la solución; se enjuagó con agua potable, las llevamos a orear por un espacio de 30 minutos.

Se enjuagaron las pieles y extendieron sobre una madera colocando chinches alrededor de la piel para sujetarla, dejándolas secar por un tiempo de 5 días al medio ambiente.

#### 4. Recorte

Pasado este tiempo, se fueron estirando las pieles por 2 a 3 veces al día; esto se realizó preferentemente a mano, con la finalidad de que las fibras que estaban unidas se separen y la piel quede estirada. Este proceso se realizó con mucha habilidad y paciencia ya que en caso contrario la piel puede rasgarse.

Luego del paso anterior, las pieles curtidas fueron recortadas por los bordes, eliminando las partes que no sirven y dándoles la forma apropiada.

f. Se tuvo cuidado al manipular los productos químicos, utilizando guantes cuando las pieles fueron movidas diariamente.

g. Los residuos utilizados fueron eliminados, bajo tierra, haciendo un hoyo de dos metros de profundidad.

#### h. Parámetros evaluados

- **Color:** Se determinó por observación directa.
- **Elasticidad:** Se realizó con la mano, algunas pieles se estiraban entre 2 a 3 cm, los resultados los obtuvimos en el cuarto día donde: las curtidas con sulfato de cromo (III) tuvieron una elasticidad del 90%, a diferencia del alumbre de potasio que tuvo un 70%.
- **Caída de pelo:** Se determinó por observación directa.
- **Resistencia:** Se realizó colocando un peso de dos kg encima de cada piel, obteniendo, que las pieles curtidas con sulfato de cromo (III) tuvieron una resistencia del 80% y las curtidas con alumbre de potasio un 70%.

- **Flexibilidad:** Se realizó enrollando las pieles y observando que vuelvan a su estado normal sin dejar huella, esto se realizó el quinto día de trabajo, dando como resultado que las pieles curtidas con sulfato de cromo(III) tuvieron una flexibilidad de 90% y las curtidas con alumbre de potasio un 70%.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Características físicas de la piel curtida con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).

CUADRO 1. Color de las pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).

Color			
Forma de curtir pieles		Frecuencia	Porcentaje
Curtidos con sulfato cromo (III)	con color	10	100%
	Sin color	10	100%
Curtidos con Alumbre de potasio			

Por ser la variable constante no es posible realizar la prueba de Chi cuadrado

CUADRO 2. Elasticidad de las pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).

Elasticidad			
Forma de curtir pieles		Frecuencia	Porcentaje
Curtidos con sulfato cromo (III)	No	1	10%
	Si	9	90%
	Total	10	100%
Curtidos con Alumbre de potasio	No	3	30%
	Si	7	70%
	Total	10	100%

No existe diferencia ( $P > 0,05$ )

**CUADRO 3. Caída de pelo de las pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).**

<b>Caída de Pelo</b>			
<b>Forma de curtir pieles</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Curtidos con sulfato cromo (III)</b>	<b>Sin Caída</b>	<b>7</b>	<b>70%</b>
	<b>Caída</b>	<b>3</b>	<b>30%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>
<b>Curtidos con Alumbre de potasio</b>	<b>Sin Caída</b>	<b>8</b>	<b>80%</b>
	<b>Caída</b>	<b>2</b>	<b>20%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

No existe diferencia ( $P > 0,05$ )

**CUADRO 4. Resistencia de las pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).**

<b>Resistencia</b>			
<b>Forma de curtir pieles</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Curtidos con sulfato cromo (III)</b>	<b>No</b>	<b>2</b>	<b>20%</b>
	<b>Si</b>	<b>8</b>	<b>80%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>
<b>Curtidos con Alumbre de potasio</b>	<b>No</b>	<b>3</b>	<b>30%</b>
	<b>Si</b>	<b>7</b>	<b>70%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

No existe diferencia ( $P > 0,05$ )

**CUADRO 5. Flexibilidad de las pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).**

<b>Flexibilidad</b>			
<b>Forma de curtir pieles</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Curtidos con sulfato cromo (III)</b>	<b>No</b>	<b>1</b>	<b>10%</b>
	<b>Si</b>	<b>9</b>	<b>90%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>
<b>Curtidos con Alumbre de potasio</b>	<b>No</b>	<b>3</b>	<b>30%</b>
	<b>Si</b>	<b>7</b>	<b>70%</b>
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

Al comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se presenta la siguiente discusión.

- 5.1. En el Cuadro N° 1, las pieles curtidas con sulfato de cromo (III) presentan color azul verdoso y las curtidas con alumbre de potasio no presentaron ningún color. En el Cuadro N° 2, las pieles que tuvieron mejor elasticidad fueron las curtidas con sulfato de cromo (III). En el Cuadro N° 3, hubo mayor caída de pelo las pieles curtidas con sulfato de cromo (III). En el Cuadro N° 4, las pieles con mayor resistencia fueron las curtidas con sulfato de cromo (III). En el Cuadro N° 5, las pieles con mayor flexibilidad fueron las curtidas con sulfato de cromo (III). Las pieles curtidas con sulfato de cromo (III) tuvieron mejores características físicas a comparación que las curtidas con alumbre de potasio, esto coincide con lo reportado por Raisman y González (2007), quienes mencionan que el sulfato de cromo (III) ya desde hace más de un siglo es uno de los productos químicos más importantes y versátiles en la curtición; y por Peralta (2014), quien muestra las ventajas que presenta este método de curtición como: un buen nivel de calidad, uniformidad y económicamente ventajoso.
- 5.2. Los resultados obtenidos con la solución de alumbre de potasio para el curtimiento de pieles presentaron caída de pelo en un 20%, comparado con lo reportado por Prez (2011), la solución que utilizó para el curtido tiene una mayor concentración de alumbre de potasio y NaCl (sal común), la cual lo utiliza principalmente para conservar el pelo. Es por ello que podemos comparar y decir que la solución preparada en mi trabajo tiene menor cantidad que la mencionada por el autor, por lo que afirmamos que en nuestro producto hay presencia de caída de pelo.

5.3. Hay diferencia en las propiedades de los productos químicos utilizados en la curtiembre, según Prieto (2011), las sales de cromo se emplea por su color como mordientes, también es común su uso como catalizador en la curtición de pieles; a diferencia del alumbre reportado por Corquiven (2007), menciona que se utiliza como antiséptico y astringente, considerándose uno de los desodorantes naturales más efectivos, tiene la capacidad de cerrar poros y regular la sudoración, eliminando, a su vez, a las bacterias que podrían llegar a provocar olor.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIÓN**

Al evaluar las características físicas de las pieles curtidas con sulfato de cromo (III) y alumbre de potasio; obtuvimos mejores resultados en lo que concierne: a color, elasticidad, caída de pelo, resistencia y flexibilidad; las pieles que fueron curtidas con sulfato de cromo (III).

## CAPÍTULO VII

### LISTA DE REFERENCIAS

**Angelinetti, R. y Lacour, N. 1983.** I Curso Nacional de Tecnología realizado en Lima.

**Artigas, M. 1997.** Manual de curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 1ª Edic. Barcelona–España. Edit. Latinoamericana. pp. 36-52.

**Asociación química española del cuero. 2002.** “Manual de acabado de pieles”. 2ª Edic. España. Edit. CETI. p. 15-56.

**Bacardit, A. 2004.** El acabado del cuero. 1ª Edic. Igualada, España. Edit. CETI. p. 15-56.

**Bayer la casa comercial. 1997.** Curtir, teñir acabar. 5ª Edic. Munich. Alemania. Edit. Bayer. pp. 11, 56.

**Corquiven (Corporación química venezolana). 2007.** “Alumbre de potasio (Alumbre) Piedra o Polvo”.

**Chauca, F. 2003.** “Cuyes Post Producción”: Curso Regional “Producción de cuyes y su Inserción en la cadena Productiva Agroalimentaria-INIA.

**Fernández, M. 2010.** “Piedra Alumbre”, (el desodorante especial).

**Lultcs, W. 1983.** Conferencia de la industria del Ecuador. 2ª Edic. Barcelona-España. Edit. Separata técnica. pp. 2, 14,52.

**Peralta, A. 2014.** “Curtiembre”. Tipos de curtido. “Curtido al cromo, al alumbre, al circonio, y azufre”.

**Prez, L. 2011.** “Curtido artesanal de cuero con pelo”. “Marcha de fabricación en la preparación del cuero.

**Prieto, O. 2011.** “Fundación Universitaria los Libertadores”. Ingeniería Industrial.

**Raisman y González. 2007.** “Centro de producción más limpia”.

**Rojas, E. 2005.** “Centro latinoamericano de especies menores”. “Curtido de pieles de conejos”.

**Saenz Peña. 2007.** Universidad Nacional del Nordeste. Fac. de Agroindustrias. Argentina.

**Thorstensen, E. y Nostrand, N. 2002.** “El cuero y sus propiedades en la industria”. 3ª Edic. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp. 325-386.

**V Congreso Latinoamericano de Ecología. 2001.** San Salvador de Jujuy, 15 al 19 de octubre. Argentina.

## ANEXO

**Anexo 1. Forma de curtir pieles con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).**

Tabla de contingencia Elasticidad * Forma de curtir pieles				
Recuento				
		Forma de curtir pieles		Total
		Curtidos con sulfato de cromo (III)	Curtidos con alumbre de potasio	
Elasticidad	No	1	3	4
	Si	9	7	16
Total		10	10	20

**Anexo 2.**

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,250 <sup>a</sup>	1	0,264		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,313	1	0,576		
Razón de verosimilitudes	1,297	1	0,255		
Estadístico exacto de Fisher				0,582	0,291
Asociación lineal por lineal	1,188	1	0,276		
N de casos válidos	20				

**a.** 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2.00.

**b.** Calculado sólo para una tabla de 2x2.

**Anexo 3.**

Tabla de contingencia Caída de Pelo * Forma de curtir pieles				
Recuento				
		Forma de curtir pieles		Total
		Curtidos con sulfato de cromo (III)	Curtidos con alumbre de potasio	
Caída de Pelo	Sin Caída	7	8	15
	Caída	3	2	5
Total		10	10	20

**Anexo 4.**

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	GI	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	,267 <sup>a</sup>	1	0,606		
<b>Corrección por continuidad</b>	,000	1	1,000		
<b>Razón de verosimilitudes</b>	,268	1	0,605		
<b>Estadístico exacto de Fisher</b>				1,000	0,500
<b>Asociación lineal por lineal</b>	,253	1	0,615		
<b>N de casos válidos</b>	20				

a. 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2.50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

**Anexo 5.**

Tabla de contingencia Resistencia * Forma de curtir pieles				
Recuento				
		Forma de curtir pieles		Total
		Curtidos con sulfato de cromo (III)	Curtidos con alumbre de potasio	
Resistencia	No	2	3	5
	Si	8	7	15
Total		10	10	20

**Anexo 6.**

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,267 <sup>a</sup>	1	0,606		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitudes	,268	1	0,605		
Estadístico exacto de Fisher				1,000	0,500
Asociación lineal por lineal	,253	1	0,615		
N de casos válidos	20				

**a.** 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2.50.

**b.** Calculado sólo para una tabla de 2x2.

**Anexo 7.**

Tabla de contingencia Flexibilidad * Forma de curtir pieles				
Recuento				
		Forma de curtir pieles		Total
		Curtidos con Cromo	Curtidos con Alumbre	
Flexibilidad	No	1	3	4
	Si	9	7	16
Total		10	10	20

**Anexo 8.**

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,250 <sup>a</sup>	1	0,264		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,313	1	0,576		
Razón de verosimilitudes	1,297	1	0,255		
Estadístico exacto de Fisher				0,582	0,291
Asociación lineal por lineal	1,188	1	0,276		
N de casos válidos	20				

a. 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2.00.

b. Calculado sólo pvcara una tabla de 2x2.





Figura 3. Sacrificio de los cuyes.



Figura 4. Extracción de las pieles.



Figura 5. Presencia de grasa y tejidos adheridos a la piel.



Figura 6. Vista del pelo.



Figura 7. Lavado de la piel antes de colocar NaCl (sal común).



Figura 8. Pieles con NaCl (sal común).



Figura 9. Lavado de pieles con NaCl (sal común), después de 24 horas.



Figura 10. Pieles en solución de alumbre de potasio y sulfato de cromo (III).



Figura 11. Pieles removidas dos veces por día.



Figura 12. Lavado de pieles después de ser curtidas.



Figura 13. Oreo de pieles por 30 minutos.



Figura 14. Extracción de grasa y tejido adheridos a las pieles.



Figura 15. Pieles sujetadas con chiches para dejarlas secar.



Figura 16. Pieles secadas al medio ambiente, pieles curtidas con alumbre de potasio y sulfato de cromo (III) (color azul).