



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA**

**"CURTICIÓN DE PIELES DE *Cavia porcellus* (CUY), CON  
DIFERENTES NIVELES DE CAESALPINIA SPINOSA, EN  
COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA  
PELETERÍA MEDIA"**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: EDHY FRANCISCO MANZANO MURILLO**

**TUTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD**

Riobamba – Ecuador

**2019**

## **DERECHO DE AUTOR**

©2019, Edhy Francisco Manzano Murillo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

### CARRERA DE INGENIERIA EN ZOOTECNICA

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: el trabajo de investigación "**CURTICIÓN DE PIELES DE *Cavia porcellus* (CUY), CON DIFERENTES NIVELES DE CAESALPINIA SPINOSA, EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA PELETERÍA MEDIA**" de responsabilidad del señor egresado **EDHY FRANCISCO MANZANO MURILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. MsC. Tatiana Sánchez.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida PhD.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

Ing. MsC. Hermenegildo Díaz Berrones  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **EDHY FRANCISCO MANZANO MURILLO** soy responsable de las ideas, doctrinas y de todos los resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del pertenecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## **DEDICATORIA**

A Nuestro Padre Creador por enseñarme que cuando uno le pone primero, el resto de las cosas vienen por añadidura, en todo este largo camino él ha sabido poner cada una de las herramientas necesarias para yo salir victorioso, y ha puesto las palabras adecuadas en la boca de mis padres, hermanos y amigos para poder atravesar cada obstáculo y pruebas puestas en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a Dios por haberme encaminado a cumplir este sueño y sobre todo por poner en mi camino a personas extraordinarias que han sido la clave para culminar este duro camino.

En especial quiero agradecer a mis padres Edi y Roció, a mis hermanos Andrea y Ricardo por toda la confianza depositada en mí a lo largo de estos años, por todo el esfuerzo que han hecho para ayudarme a salir adelante y por tener siempre las palabras de aliento cuando yo sentía que ya no podía más.

A mi Familia absolutamente a todos porque siempre estuvieron presentes en cada uno de mis logros pero también estuvieron en mis momentos difíciles, gracias por siempre poner ese granito de arena en mi vida.

Al Ing. Luis Hidalgo y al Ing. Hermenegildo Díaz por haber sido reciproco en la confianza otorgada y darme todas las herramientas necesarias para poder terminar con el trabajo de titulación

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	i
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
---------------------------	---

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	3
<b>1.1. El cuy (<i>Cavia porcellus</i>)</b> .....	3
<b>1.2. Sacrificio de cuyes</b> .....	5
1.2.1. Aturdimiento.....	5
1.2.2. Sacrificio .....	6
1.2.3. Desangrado .....	7
<b>1.3. La piel</b> .....	7
1.3.1. Estructura histológica de la piel .....	8
1.3.2. Piel de cuy.....	10
<b>1.4. Conservación de las pieles de cuy</b> .....	11
<b>1.5. Procesos para el curtido de cueros</b> .....	12
1.5.1 Ribera.....	12
1.5.2. Remojo.....	13
1.5.3. Descarnado.....	14
1.5.4. Piquelado.....	14
1.5.5. Precurtición.....	15
<b>1.6. Curtición propiamente dicha</b> .....	17
<b>1.7. Curtición con extractos vegetales</b> .....	18
<b>1.8. Productos utilizados en curtición vegetal</b> .....	21
1.8.1. Extractos vegetales .....	21
1.8.2. Curtición con sulfato de aluminio .....	24

### CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	27
2.1.	<i>Localización y duración del experimento</i> .....	27
2.2.	<i>Unidades experimentales</i> .....	27
2.3.	<i>Instalaciones, equipos y materiales</i> .....	28
2.3.1.	<i>Materiales</i> .....	28
2.3.2.	<i>Equipos</i> .....	29
2.3.3.	<i>Reactivos</i> .....	29
2.4.	<i>Tratamientos y diseño experimental</i> .....	30
2.5.	<i>Mediciones experimentales</i> .....	31
2.5.1.	<i>Determinación de la calidad del cuero</i> .....	31
2.6.	<i>Análisis estadísticos y prueba de significación</i> .....	32
2.7.	<i>Procedimiento experimental</i> .....	33
2.7.1.	<i>Desuello y extracción de la pieles</i> .....	33
2.7.2.	<i>Lavado y remojo de la piel</i> .....	34
2.7.3.	<i>Curtido de las pieles de cuy</i> .....	35
2.7.4.	<i>Acabado en húmedo</i> .....	36
2.8.	<i>Metodología de evaluación</i> .....	37
2.8.1.	<i>Resistencias físicas del cuero</i> .....	37
2.8.2.	<i>Relación beneficio costo, USD</i> .....	42

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	43
3.1.	<i>Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i>, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media</i> .....	43
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i> .....	43
3.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i> .....	46
3.1.3.	<i>Lastometría</i> .....	48
3.2.	<i>Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de <i>cavia porcellus</i> (cuy), con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i>, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media</i> .....	50
3.2.1.	<i>Tacto</i> .....	50
3.2.2.	<i>Finura de pelo</i> .....	53
3.2.3.	<i>Brillantes de pelo</i> .....	55



3.3.	<i>Análisis de correlación entre variables físicas y sensoriales de las pieles de Cavia porcellus (cuy), con diferentes niveles de Caesalpinia spinosa, en combinación con 4 % sulfato de aluminio para peletería media</i> .....	56
3.4.	<i>Evaluación económica de las pieles de Cavia porcellus (cuy), curtidas con diferentes niveles de Caesalpinia spinosa, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para artículos de peletería media</i> .....	58
4.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
5.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	62
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	63
	<b>ANEXOS</b> .....	63

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición Analítica Media de la Tara en Polvo.....	25
<b>Tabla 2-2:</b>	Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.....	29
<b>Tabla 3-2:</b>	Esquema del análisis de varianza.....	34
<b>Tabla 4-2:</b>	Esquema el experimento.....	35

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>ILUSTRACION 1-3:</b>	Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con sulfato de aluminio para peletería media.....	28
<b>ILUSTRACION 2-3:</b>	Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para peletería media.....	34
<b>ILUSTRACIÓN 3-3:</b>	Análisis de correlación entre variables físicas y sensoriales de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para peletería media.....	42
<b>ILUSTRACIÓN 4-3:</b>	Evaluación económica de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para artículos de peletería media.....	45

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b> Estructura del pelo.....	11
<b>Gráfico2-1:</b> Cuero curtido con sulfato de aluminio.....	28
<b>Gráfico 3-3:</b> Resistencia a la tensión de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con sulfato de aluminio para peletería media.....	46
<b>Gráfico 4-3:</b> Porcentaje de elongación de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato aluminio.....	48
<b>Gráfico 5-3:</b> Lastometría de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio.....	50
<b>Gráfico 6-3:</b> Regresión del tacto de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio...51	51
<b>Gráfico 7-3:</b> Regresión de la finura de pelo de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio.....	56
<b>Gráfico 8-3:</b> Regresión de la brillante de pelo de las pieles de <i>Cavia porcellus</i> (cuy), curtidas con diferentes niveles de <i>Caesalpinia spinosa</i> , en combinación con 4 % de sulfato de aluminio.....	58

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-2:</b>	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.....	22
<b>Fotografía 2-2:</b>	Equipo para medir el calibre del cuero.....	24
<b>Fotografía 3-2:</b>	Medición de la longitud inicial del cuero.....	24
<b>Fotografía 4-2:</b>	Encendido del equipo.....	25
<b>Fotografía 5-2:</b>	Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.....	25
<b>Fotografía 6-2:</b>	Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero.....	25

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Receta para Remojo de pieles de Cuy para obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*.
- Anexo B.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 1; 10% de *Caesalpinia spinosa*) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*
- Anexo C.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 2; 12% de *Caesalpinia spinosa*) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*
- Anexo D.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 3; 40% de *Caesalpinia spinosa*) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*
- Anexo E.** . Receta para Acabado en Húmedo de pieles de Cuy para obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*
- Anexo F.** Estadísticas de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio
- Anexo G:** Estadísticas del porcentaje de elongación de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.
- Anexo H:** Estadísticas de la lastometría de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio
- Anexo I:** Estadísticas del tacto de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio

**Anexo J:** Estadísticas de la finura de pelo de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**Anexo K:** Estadísticas de la brillantes de pelode las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio

**Anexo L:** Prueba de Kruskal Wallis para variables sensoriales

**Anexo M.** Extracción de pieles de cuyes para la obtención cueros curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.

**Anexo N.** Proceso de curtido para pieles de cuy curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.

**Anexo O.** Estacado, ligado de pieles de cuy, curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.

**Anexo P.** Acabado en Humedo de pieles de cuy, curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio..

**Anexo Q.** Pruebas FIsicas de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio..

## RESUMEN

En el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó la curtición de pieles de *Cavia porcellus* (cuy), de la línea criollo con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media. Las unidades experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar utilizando 3 tratamientos con 6 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 2 pieles de cuy, lo cual dio un total de 36 unidades experimentales. Los resultados indican que al realizar la curtición de las pieles de cuy, con diferentes niveles (10,12 y 14%) de tara en combinación con 4% de sulfato de aluminio se consiguió obtener un material adecuado para la confección de peletería media de elevada calidad. Las resistencias físicas, reportaron los resultados más altos de tensión (1340.17 N/cm<sup>2</sup>), y elongación (37.50 %), al utilizar 10 % de tara mientras tanto que con el 14 % se consigue la mejor lastimetría (10.04 mm), y que, al ser comparadas con las exigencias de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero, superan con los límites permisibles para asegurar su aceptación. De acuerdo a la escala de evaluación sensorial se aprecia que al curtir las pieles de cuy con 14 %, de tara se consigue ponderaciones excelentes de tacto (4.33 puntos), finura de pelo (4.67 puntos) y brillantes de pelo (4.50 puntos), es decir un material muy vistoso blando, y sobre todo que el pelo se ha conservado firme ideal para la confección de artículos no convencionales para peletería media. Los costos de producción determinaron que las pieles alcanzaron un valor promedio de 4.70 dólares americanos y si se proyecta venderlos por piel se obtendrá una relación beneficio costo de 1.29 que es la más alta y fue determinada en el lote de pieles del tratamiento T3 (14 %), ya que el valor de beneficio costo fue de 1.29, es decir se tiene un margen de utilidad del 29 % que es sumamente alto en relación al de otras actividades similares. Por lo que se recomienda curtir con niveles altos de tara (14 %), para mejorar las resistencias físicas del cuero y las calificaciones sensoriales para que se asegure que al confeccionar los artículos no se produzca ningún daño en la superficie de la piel y el pelo no se desprenda.

Palabras clave

<CURTICIÓN DE PIELES > < FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS, > <ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO > < PIELES DE *CAVIA PORCELLUS* (CUY), LÍNEA CRIOLLO > < *CAESALPINIA SPINOSA* > < RESISTENCIA A LA TENSION> < PORCENTAJE DE ELONGACION > < RELACION BENEFICIO COSTO > < COSTOS DE PRODUCCION> < BRILLANTES DE PELO > < ARTICULOS NO CONVENCIONALES>



## ABSTRAC

In the Fur Tanning Laboratory of the Faculty of Animal Sciences, of the Superior Polytechnic School of Chimborazo, it was evaluated the fur tanning of *Cavia porcellus* (guinea pig), from the creole line with different levels of *Caesalpinia spinosa*, in combination with aluminum sulphate, for medium furriery. The experimental units were modeled under a completely randomized design using 3 treatments with 6 repetitions and a size of the experimental unit of 2 guinea pig fur, which gave a total of 36 experimental units. The results indicate that when performing the tanning of the guinea pigs fur, with different levels (10, 12 and 14%) of tare in combination with 4% of aluminum sulfate, it was possible to obtain a material suitable for the manufacture of medium high-grade furs. . The physical resistances, reported the highest tension results (1340.17 N / cm<sup>2</sup>), and elongation (37.50%), using 10% tare meanwhile with 14% the best lastometry (10.04 mm) is achieved, and , when compared with the quality requirements of the Spanish Association in the Leather Industry, these exceed the permissible limits to ensure their acceptance. According to the sensory evaluation scale, it can be seen that when tanning the guinea pig fur with 14%, tare: excellent weights of touch (4.33 points), fineness of hair (4.67 points) and bright hair (4.50 points) are achieved, that is to say, a very showy soft material, and especially that the hair has remained firm ideal for the manufacture of unconventional articles for medium furs. The production costs determined that the furs reached an average value of 4.70 USD and if it is projected to sell them by skin, a cost benefit ratio of 1.29 will be obtained which is the highest and was determined in the fur lot of the T3 treatment (14%) since the cost benefit value was 1.29, that is, there is a profit margin of 29% that is extremely high in relation to other similar activities. Therefore it is recommended to tan with high levels of tara (14%), to improve the physical resistances of the leather and the sensory qualifications so that it is ensured that when making the articles, no damage is produced on the surface of the fur and hair do not detach.

### Keywords

< FUR TANNING > <FACULTY OF ANIMAL SCIENCES,> <SUPERIOR POLYTECHNICAL SCHOOL OF CHIMBORAZO > < FUR of *Cavia porcellus* (GUINEA PIG), CREOLE LINE> <*Caesalpinia spinosa*> <TENSION RESISTANCE> <PERCENTAGE OF ELONGATION> <BENEFIT COST > <PRODUCTION COSTS> <HAIR BRILLIANCE> <UNCONVENTIONAL ITEMS>

## INTRODUCCIÓN

La crianza de cuy en nuestro país está destinada básicamente para el consumo humano, de los pequeños productores que tiene esta actividad de traspasío únicamente como una forma de sustento diario; sin embargo, en la época actual se ha visto que ciertas explotaciones ya han pasado de la forma tradicional a la explotación tecnificada y a mayor escala de esta especie que tiene un valor nutricional muy alto, utilizando mecanismos de alimentación y manejo adecuadas para permitir incrementar cada día la rentabilidad de la empresa inclusive se ha visto que tratan de cerrar el ciclo productivo es decir la crianza, faenamamiento y comercialización tanto en pie como en productos elaborados como embutidos asados, entre otros.

No obstante el tema que compete en la investigación es la industrialización de un subproducto de la explotación cuicola; como lo es, la piel que puede ser curtida tanto en forma mineral como mixta o vegetal, para ser utilizada en la confección de pergaminos, artículos de peletería, debido a que es una buena alternativa por tener excelentes cualidades físico mecánicas, el único inconveniente es que el espesor de la piel de cuy curtida es heterogénea, aumenta en dirección anteroposterior y disminuye de la espina dorsal hacia la falda, es mayor en el crupón llegando a calibres de 1,92 mm que en la falda que alcanza unos 0,92 mm,.

La curtición vegetal es un proceso que se remonta a la antigüedad, en concreto a la prehistoria, comenzó a desarrollarse cuando el hombre tuvo la evidencia que si se ponían en contacto las pieles con troncos de madera, corteza y hojas las zonas de contacto quedaban manchadas y con el tiempo cuando comenzaba el proceso de putrefacción estas zonas en un principio dañadas quedaban totalmente ilesas y a salvo de la descomposición.

Este tipo de curtición es una alternativa mucho más beneficiosa para el medio ambiente e inocua para el ser humano, específicamente utilizando un producto que es abundante en nuestra zona como es la *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con sulfato de aluminio para evitar que la piel se manche o se oxide y se pierda su belleza natural, y que al confeccionarse artículos artesanales podrían ser poseionados en mercados nacionales e internacionales.

El cuy es autóctono de los andes, se dice que los españoles lo llamaban conejillo de las indias, se cría con el objetivo de aprovechar las propiedades de su carne, y piel, es un animal de aspecto general obeso, la cola es muy corta, el cuerpo es largo con relación a las patas que también son cortas, tiene la cabeza ancha y las orejas pequeñas y arrugadas se dice que un cuy adulto mide de 25 a 30 centímetros.

En la actualidad el boom en la alimentación está basada en productos libres de colesterol; por lo tanto, se deberá desprender la piel para evitar el excedente de grasa, se considera a este subproducto sin valor comercial inclusive nuestra cultura no está familiarizada con el consumo de cuy sin piel; sin embargo, de acuerdo a diversos estudios es posible realizar con la carne de cuy sin piel, como es en embutidos o más utilizado en forma ahumada, cuyo valor comercial es sumamente alto en relación a la cocción normal quedando la piel libre para realizar el curtido con diferentes productos.

La definición de sostenible, formulada por primera vez en 1987, es: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades. La justificación del desarrollo sostenible proviene del hecho de tener recursos naturales limitados susceptibles de agotarse.

En la presente investigación se realizó una curtición mixta para transformar la piel de cuy en un producto imputrescible como es el cuero para elaborar productos de peletería media, utilizando como curtientes la *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con sulfato de aluminio, al ser dos productos que no alteran el equilibrio del ambiente se considera un proceso ecológico, ya que el tanino proviene de una planta que en nuestra provincia es muy extensa inclusive llegado a formarse asociaciones que se dedican a su cultivo y que requieren de alternativas.

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Aplicar en la curtición de pieles de *Cavia porcellus* (cuy), de la línea criollo, diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, (10,12 y 14%) en combinación con 4% de sulfato de aluminio, para obtener artículos de peletería media de elevada calidad.
- Analizar las resistencias físicas de las pieles curtidas de *Cavia porcellus* (cuy), y compararlas con las exigencias de la Asociación Española en la Industria del Cuero.
- Ponderar en una escala de evaluación la sensación que provoca la piel curtida de cuy a los sentidos, para determinar su aceptación para la confección de artículos no convencionales para peletería media.
- Establecer los costos de producción y la relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. El cuy (*Cavia porcellus*)

La crianza del cuy es una práctica arraigada en las familias de las comunidades rurales de la serranía del Ecuador. Esto se manifiesta especialmente en las grandes cantidades de carne que se consumen, como plato principal, en épocas de fiestas pueblerinas. La crianza que se practica es tradicional y sin tecnificación debido a que las investigaciones realizadas en nuestro país para mejorar la explotación de cuyes no han sido transmitidas a los campesinos, quienes forman la mayor parte de los criadores de cobayos, (Cadena, 2000 p. 45).

El resultado es una producción deficiente de animales, tanto en calidad como en cantidad, que es utilizada solo para el consumo familiar. El cuy es un animal que no exige cuidados complicados y siendo su carne una de las más ricas y nutritivas por su alto contenido de proteína, se puede afirmar que es una buena alternativa para elevar los estándares de vida en las comunidades.

Esta descripción basada en la convivencia permanente de los miembros de la comunidad rural con la crianza de cuyes, hoy en día la crianza técnica del cuy aprovechando los recursos de la zona para mejorar la alimentación y generar ingresos económicos adicionales para el presupuesto familiar, (Castro, 2002 p. 54).

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos. En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes. La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en la casi totalidad del territorio, mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores.

Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4 500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálida (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2017 p. 1),

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos, entre las especies utilizadas en la alimentación del hombre andino, sin lugar a dudas el cuy constituye el de mayor popularidad. Este pequeño roedor está identificado con la vida y costumbres de la sociedad indígena, es utilizado también en medicina y hasta en rituales mágico-religiosos. Después de la conquista fue exportado y ahora es un animal casi universal. En la actualidad tiene múltiples usos (mascotas, animal experimental), aunque en los Andes sigue siendo utilizado como un alimento tradicional (Castro, 2002 p. 68).

El cuy es un popular espécimen para la experimentación en investigación biomédica. (Castro, 2002),

De ahí que la expresión cobaya o conejo de Indias se utilice popularmente como sinónimo de objeto de experimentación. En cuanto a la alimentación los cobayos son animales herbívoros por lo que el aporte de fibra en el alimento es indispensable. Ésta puede ir desde el 6% al nacer, hasta el 10% en la etapa de gestación, (Aleandri, 2009 p. 89).

La fibra puede ser de un mayor nivel, pero el crecimiento será menor. Por otro lado, el aporte de vitamina C es necesario, pues el cuy y los primates, son las únicas especies que no sintetizan esta vitamina. Sin embargo, los cuyes que poseen constantemente alimento verde no necesitan de un aporte extra de vitamina C pues los vegetales lo aportan de por sí. Debe disponer siempre de comida de buena calidad y agua limpia y fresca, (Bishat, 2017 p. 1).

A diferencia de la crianza familiar, un manejo tecnificado del cuy puede llegar a triplicar la producción a partir de una mejora en la fertilidad de las reproductoras, una mayor supervivencia de las crías y una mejora en la alimentación para un rápido crecimiento y engorde. (Bishat, 2017),

La alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción, (Cadena, 2000 p. 98).

El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. En la crianza de cuyes se recomienda una alimentación mixta, es decir proporcionar tanto alimento vegetal (forraje) como alimento concentrado.

Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son la alfalfa (*Medicago sativa*), la chala de maíz (*Zea mays*), el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la hoja de camote (*Hypomea batata*), la grama china (*Sorghum halepense*), entre otros. El alimento vegetal no puede proporcionarse húmedo, caliente ni recién cortado, de lo contrario el cuy podría enfermar de Timpanismo o Torzón (Empanzamiento del Cuy). Es por ello, que se recomienda orear el forraje en sombra por un espacio de 2 horas, antes de proporcionárselo al cuy (Cadena, 2000 p. 38).

## **1.2. Sacrificio de cuyes**

El sacrificio significa la matanza y preparación de los animales para consumo y se cumple mediante las siguientes etapas: Elección de un animal de 5 ó 6 meses de edad para lograr mayor rendimiento. Antes del sacrificio se les proporcionará una dieta que contenga algunas hierbas aromáticas, como el tomillo, que transfieren un sabor muy agradable a la carne; Los animales deben permanecer 12 horas sin alimento antes del sacrificio, pero se les debe dar agua normalmente, el lugar en el que se hace la matanza fue limpio e higiénico (Ángulo, 2007 p. 45).

El sacrificio significa la matanza y preparación de los animales para consumo y se cumple las siguientes etapas: Los animales deben permanecer 12 horas sin alimento antes del sacrificio, pero se les debe dar agua, el lugar en el que se hace la matanza fue limpio e higiénico, el faenamiento de los cuyes debe llevarse a cabo por personal entrenado; los encargados estarán muy bien adiestrados en la labor, y deberán gozar de buena salud. Es también conveniente que estén equipados higiénicamente, con mandiles apropiados, botas de caucho, etc., para evitar contaminar a las canales de alguna manera (Palomino, 2002 p. 3).

El área para la matanza también debería ser muy limpia y fácil de limpiar (baldosa cerámica). El piso debe ser antideslizante y fácil de lavar y desinfectar. Así mismo deben las mesas, charolas, lavados, y demás útiles estar limpios y desinfectados, cada vez que se inicia un lote de faenamiento. Las operaciones del sacrificio son las siguientes: inmovilización, aturdimiento, desangrado, pelado, abertura de la canal, evisceración, lavado, control sanitario, oreado y refrigeración. (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación 2017 p. 1)

### **1.2.1. Aturdimiento**

En la región el sacrificio de cuyes no se realiza ningún tipo de aturdimiento a pesar que existe una legislación que obliga a un aturdimiento previo al sacrificio. Los animales son aturridos antes de su sacrificio para que el desangrado no les cause dolor, sufrimiento o estrés. Para mejorar la

calidad de la canal de los cuyes, se diseñó un prototipo de aturdidor eléctrico, lográndose resultados favorables al utilizar 150 voltios de corriente eléctrica aplicada por un tiempo de 5 segundos, facilitando la operatividad del desuello y desangrado del animal.

Sin embargo, se deberá probar otros niveles de voltaje para determinar el parámetro que brinde mejores resultados en el aturdimiento. Electroshock en cuyes con 190 voltios en 1,42 segundos de descarga, además manifiestan que a mayor peso vivo del cuy mayor tiempo de exposición a electroshock, sin embargo, no señalan cual fue el peso de los cuyes, (Mariño, 2007 p. 34).

### ***1.2.2. Sacrificio***

Hay varios métodos para sacrificar al animal, un procedimiento consiste en golpear la cabeza tras la nuca con un objeto contundente (palo). El animal muere a consecuencia del golpe, pero este método tiene el inconveniente de dejar hematomas en el lugar del golpe, que dan mala presentación a la canal del animal. Para propinar el golpe es necesario sujetar al animal por las patas posteriores. Otro método consiste en golpear al cuy fuertemente entre la nariz y la frente. Este método es más recomendable que el anterior, ya que no se producen hematomas visibles en la canal. El desnucamiento del animal constituye la forma técnica de sacrificio. Este método, aunque es dificultoso y requiere de mayor práctica, es el más eficiente (Cadena, 2000 p. 90).

Para el sacrificio del cuy se lo sujeta por las patas posteriores con una mano, y con la otra se agarra la cabeza apoyando el pulgar sobre la base del cráneo, mientras los otros dedos rodean la cabeza por debajo de la barbilla. Luego se estira al animal, se aprieta el pulgar y se hace girar la cabeza violentamente hacia arriba. Esto produce la rotura del cuello, (Aleandri, 2009 p. 56).

El desnucamiento del animal constituye la forma técnica de sacrificio. Este método, aunque es dificultoso y requiere mayor práctica, es el más eficiente. Consiste en matarlo agarrando, con una mano, las patas traseras y poniendo los dedos de la otra mano alrededor del cuello del animal; se hace un movimiento que acerque un poco las manos y luego se da un estirón fuerte separando las manos, sin soltar al animal, para que la columna vertebral se separe del cráneo (Palomino, 2002 p. 43).

### **1.2.3. Desangrado**

La piel constituye el revestimiento de los animales superiores. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta de pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, por lo tanto, reflejará en ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud, (Aleandri, 2009 p. 39).

El sangrado se puede realizar practicando un corte en el cuello del animal y dejándolo cabeza abajo. También se hace el desangre a través de un ojo, que se arranca con la punta de un filoso cuchillo. Sin embargo, muchas veces este desangre ocurre espontáneamente, por la nariz, luego del golpe de gracia. El volumen de sangre evacuado corresponde al 3 % del peso vivo del cuy degollado (Pérez, 2017 p. 89).

### **1.3. La piel**

La piel se puede definir utilizando tres criterios diferentes, criterio estructural que, desde este punto de vista, se define como un órgano constituido por tres capas: Epidermis, Dermis e Hipodermis. En las tres intervienen los tejidos: Epitelial, Conjuntivo, Muscular y Nervioso. Toda la epidermis es un epitelio especializado sumamente complejo, mientras que la dermis e hipodermis están constituidas por tejido conjuntivo, Criterio embriológico: Está constituido por tres capas: Ectodermo, Mesodermo y Endodermo y Criterio funcional, La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

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



### ***1.3.1. Estructura histológica de la piel***

La estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo de la parte que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza del animal. Sin embargo, a pesar de las diferencias, la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los bovinos, ovinos y equinos.

La piel está constituida por tres capas sucesivas, que van desde la superficie hasta la más profunda: La piel animal se compone de tres capas diferenciadas y que son: la epidermis (capa exterior), el tejido conjuntivo (capa dermis) y el tejido subcutáneo. Durante el tratamiento de la piel la dermis debe separarse de las otras. Al realizar una observación al microscopio un corte transversal de una piel fresca, (Artigas, 2007 p. 121), y se puede identificar claramente sus partes que son:

- **Epidermis:** es la parte más superficial o externa de la piel y sirve de revestimiento. Aproximadamente representa el 1 % del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero se elimina en la operación de pelambre.
- **Dermis:** esta parte primordial para el curtidor porque es la que se transforma en cuero. Representa aproximadamente un 85 % del espesor de la piel en bruto, se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina. Esta membrana presenta el típico poro o grano, el cual es característico de cada tipo de animal. Presenta dos zonas, ambas constituidas por tejido conjuntivo: la zona capilar y la reticular.

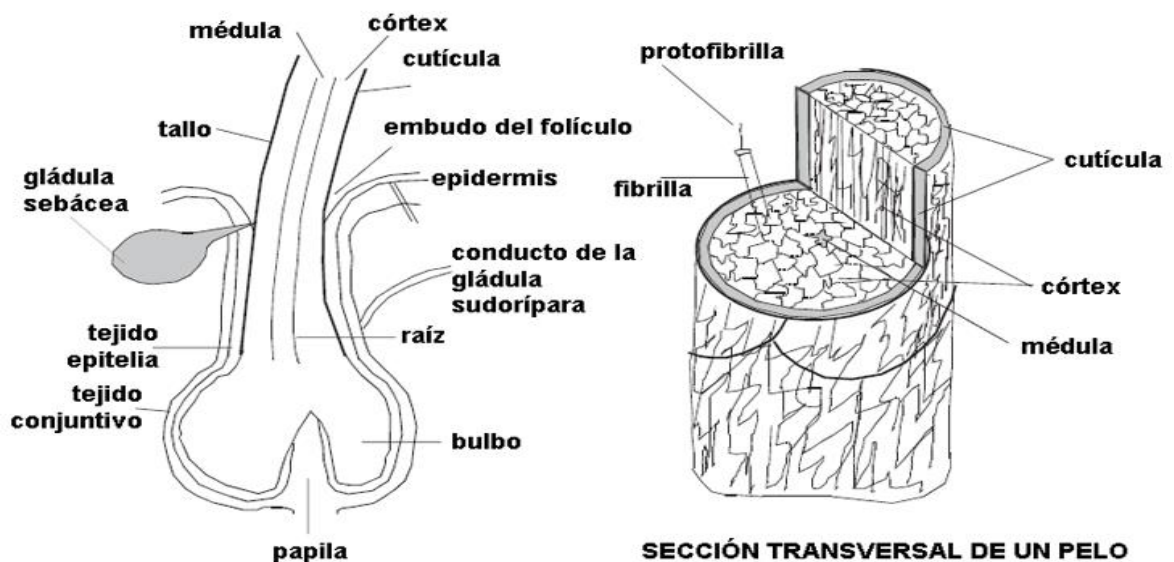
La dermis presenta 2 regiones, funcional y metabólicamente distintas: dermis papilar y dermis reticular. La dermis contiene un 90 % de proteínas, en su mayor parte colágeno. Al preparar la piel se tiene en cuenta las propiedades de las moléculas de colágeno, que absorben fácilmente el agua y ligan las distintas sustancias del tratamiento. Esta piel así formada no puede conservarse durante un tiempo largo, pues sufre un proceso de putrefacción.

Para evitarlo se la pone en contacto con sustancias que, al ser absorbidas por las fibrillas de la dermis, se combinan con ellas, haciéndola insoluble e imputrescible. Esta operación se llama curtido y la piel así tratada recibe el nombre de cuero. Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno final y orientado preferentemente según un eje perpendicular. Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.

- Tejido subcutáneo o endodermis (lado de la carne): este tejido constituye aproximadamente el 15 % del espesor total de la piel en bruta y se elimina durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas.
- Anexos de la piel: los anexos de la piel son un conjunto de estructuras que están compuestas por los mismos componentes básicos de la piel, pero localizados específicamente. Glándulas sebáceas (fibras asociadas a los pelos, complejo pelo-sebáceo) y sudoríparas. Su funcionamiento es controlado por hormonas sexuales.

Faeneras (uñas, pezuñas y pelos). El pelo es un cilindro de células queratinizadas que adoptan una estructura especial. Los pelos no llegan a la hipodermis, sino que se ubican en la dermis.

Las glándulas sebáceas están también a la altura del cuello del folículo piloso. (MPE) Músculo pilo-erector. Se llama así porque su contracción provoca el enderezamiento del pelo. Se contrae por impulsos nerviosos, el pilo erección se debe a reacciones psicológicas del animal. El pelo no tiene un crecimiento continuo, sino que lo hace en fases. En el gráfico 1, ilustra los momentos de crecimiento del pelo el folículo está:



**Grafico 1-1:** Estructura del pelo.  
**Fuente:** (Verstraete, 2017 p. 34)

El pelo se va formando por acumulación de escamas córneas, por gran proliferación de las células basales que, por un período largo, sufren una queratinización intensa. Todo esto se encuentra a lo largo del folículo piloso. La uña es un grupo de tubos concéntricos de células queratinizadas separadas estas por un tejido intertubular, formado también por células queratinizadas que sirven de relleno. (Lamperin, 2017 p. 45).

Las glándulas sudoríparas se ubican en la parte profunda de la dermis o en la hipodermis. Es un tubo que forma un ovillo y tiene punta ciega. Luego se dirigen estos tubos hacia la superficie en forma más o menos sinuosa, éstas son las más comunes y se llaman ecrinas. Otro tipo de glándulas sudoríparas son las aficrinas que se localizan en determinadas zonas de la piel y tienen función sexual, son reguladas por hormonas sexuales, por ejemplo, las glándulas mamarias son estimuladas por glándulas de este tipo (Artigas, 2007 p. 78).

### ***1.3.2. Piel de cuy***

La piel de cuy es liviana, pesa aproximadamente 20 gramos, es muy suave y posee una densidad mediana, en cada folículo piloso se encuentran entre 40 y 60 pelos. La calidad es un aspecto de capital importancia para quien decida dedicarse a la producción de piel de cuy, porque actualmente es un producto innovador y solamente un porcentaje reducido de la producción se destina a la curtición de su piel, en términos generales puede decirse que solamente entre un 5 y un 10 % se venden a buen precio. El resto tienen características que no son atractivas para la industria peletera y su valor es inferior. (Lacerca, 2003 p. 87).

La finalidad de toda crianza de animal de piel fina es llegar a competir en el mercado peletero. Por lo tanto, la obtención de buenas pieles es el objetivo final del criador. La piel de cuy es fina y apreciada en el mundo, pero entre lo óptimo y lo malo hay una enorme distancia.

Existen una serie de condiciones que la naturaleza ha reunido para dar a la piel la prodigiosa belleza que posee. Los cuyes que se crían en cautiverio para la producción de pieles deberían recibir un tratamiento especial, brindándoseles ambientes sumamente limpios para evitar las manchas producidas por la orina, que desvalorizan el producto en el mercado. (Aleandri, 2009 p. 67).

Cuando los animales tienen su piel en estado maduro se ve la epidermis de color blanco, mientras que, si aún no lo está, la epidermis es de color azulado. Como el pelo de la nuca madura antes que el del resto del cuerpo y la zona de las ancas es la última en madurar, cuando se revisan las pieles, se sopla y examina desde la cabeza hasta la cola.

El tamaño de las pieles es una característica de gran importancia, con cualidades iguales, una piel de mayor tamaño tendrá mayor valor que una más chica. Los peleteros buscan pieles más grandes porque necesitaran menos cantidad de pieles para confeccionar una prenda, tipificándose en rangos que van de 30 cm hasta más de 40 cm, (Narváez, 2017 p. 60), y que manejan la siguiente escala:

- Medida 00: extra grande (mayores de 36 cm curtidas- 15,75");
- Medida 0: grande (entre 34 - 36 cm – 14,5" – 15,75"), y
- Medida 1: entre 32 y 34 cm - menos de 14,5"

El tamaño es otra de las características fundamentales para obtener máximos ingresos. Su explicación no merece mucho reparo, ya que su nombre por sí lo explica todo. Los peleteros quieren pieles grandes porque necesitarán menos cantidad de pieles para la confección de una prenda. Siempre prefieren pagar más una piel grande que la suma de dos pequeñas. Cuantas más pieles utilice, mayor gasto de confección tendrá, y en el nivel en que trabajan estas grandes peleterías la confección en la mayoría de los casos es muy costosa (Jonaz, 2017 p. 56), En muchos casos hasta superior a la materia prima:

- Para obtener pieles grandes lo que se necesita es tener reproductores grandes y que los mismos sean sacrificados en el momento en que hayan logrado su mayor dimensión. Esta característica está muy ligada a otra llamada "rapidez de crecimiento".
- Un animal grande con pelo corto dará una piel grande chata, mientras que un animal pequeño con pelo largo dará una piel chica y corta con un buen colchón de pelos.
- Un animal grande de pelo largo dará una piel grande, larga y acolchonada, lo que se busca, obviamente, es animales grandes con pelo largo.

#### **1.4. Conservación de las pieles de cuy**

Para conseguir que la piel se conserve durante unos meses y eliminar todo riesgo de avería, es conveniente, y poco menos que necesario, en primer término, quitar de la piel las partículas de carne o grasa que hayan podido quedar adheridas al cuero. Con tal fin, tan pronto como esté tersa,

se impregnará la piel de un polvo secante y absorbente que al propio tiempo sea un antipútrido enérgico. (Martínez, 2017 p. 78),

Se puede emplear al efecto polvo de carbón vegetal, pimienta, talco o aserrín muy fino de madera. Para que la piel pueda impregnarse como se desea de esa sustancia preservadora, se procede poniendo en el fondo de una caja una capa de ese polvo, sobre el que se coloca la piel de manera que la parte del pelo sea la que esté en contacto con el antipútrido.

Después se extiende otra capa sobre la o las pieles -según la capacidad de la caja-, y así sucesivamente hasta que el recipiente está lleno y todas las pieles en contacto con el polvo. Cuando ya el secado por este procedimiento es completo, se saca las pieles de la caja y con un cuchillo de filo embotado se procede a desprender del cuero las piltrafillas que quedaron en él y que el secado ha empezado a desprender. Esta simple operación procura mejor aspecto a la piel. Y se completa ese adecentamiento con la mano ligeramente untada de aceite o vaselina, (Iglesias, 2007).

## **1.5. Procesos para el curtido de cueros**

La transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo es un proceso que solo se da lentamente en tambores de madera, al tiempo que se respeta el medioambiente. Es un proceso increíble, basado en el uso de taninos naturales, tecnologías y máquinas modernas, pero sobre todo, el lento transcurrir del tiempo. Entre los varios métodos de curtición, el vegetal es el más clásico, tradicional y reconocido; el único que puede otorgar al cuero sus características únicas; el más natural y el más amigable con el medioambiente (Adzet, 2005),

Es capaz de hacer converger en un mismo producto las características de confort, apariencia, estilo, tradición, exclusividad y versatilidad, (Bacardit, 2004). El curtido vegetal es un proceso artesanal tradicional que las curtiembres se han encargado de pasar de generación en generación por más de 200 años, utilizando tanto recetas antiguas, como tecnologías de punta, los procesos son:

### **1.5.1. Ribera**

Los procesos de ribera son un conjunto de operaciones mecánicas, procesos químicos, físico-químicos y enzimáticos que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados para la obtención de cuero, y preparan la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición.

Muchos autores consideran la ribera hasta la operación de piquel, pero como ésta muchas veces se realiza junto con la curtición, la consideraremos dentro de los procesos de curtición. (Soler, 2005),

Después de matar y despellejar al animal, y antes de iniciarse el proceso de curtido, las pieles en bruto se curan salándolas o secándolas. Dentro de los métodos de curado más frecuentes se encuentra el uso de sal ya sea por salazón húmeda o por el curado con salmuera. En este proceso se resumen las operaciones anteriores al curtido propiamente dicho realizándose las siguientes operaciones. (Abraham, A. 2007).

### **1.5.2. Remojo**

El remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos), y productos usados en la conservación sal, disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas.

El consumo de agua es aproximadamente de 7 m<sup>3</sup> /t, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión. (Adzet, 2005),

Antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes (Frankel, 2009), También con el remojo se persigue:

- Ablandar las pieles dependiendo del sistema de conservación de tal forma que se asemejen a las pieles recién sacrificadas.
- Quitar la sangre, estiércol, tierra y otras impurezas no eliminadas en el proceso de desecación.
- Quitar la sal que impide la hinchazón de las pieles y facilitar la penetración de los productos químicos.

### **1.5.3. Descarnado**

La piel está constituida por epidermis, dermis y endodermis, la primera es eliminada en la depilación y apilambrada y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos) o tejido adiposo (grasa). (Adzet, 2005 p. 60)

Con la operación de descarnado se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros.

La piel circula en sentido contrario al cilindro de cuchillas, el cual está ajustado de forma tal que presiona la piel para cortar sólo el tejido conjuntivo subcutáneo. Luego del descarnado se procede a recortar el cuero en grupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes.

Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado, (Castro, 2002 p. 23).

### **1.5.4. Piquelado**

El piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal, para prevenir el hidratación de la piel con el agregado posterior del ácido mineral.

Es costumbre también usar el sistema de piquelado bufferado o tamponado, es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral.

Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas (Libreros, 2003 p. 96), quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos:

- Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtiembre superficial.
- Una flor más fina y firme en el cuero final.

La razón por la cual se píquela es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del producto final a obtener.

Se busca al comienzo de la curtición, que la reacción cromo-colágena sea lenta, para que la piel pre curtida, o sea con su estructura fijada, no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación o sea el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio) o soda solvay.

Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida, por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido. El grado de piquelado y el pH de los cueros, varía según los lotes de cuero, el proceso de conservación y la antigüedad del piquelado.

Por otra parte, de acuerdo a su origen, los cueros piquelados tendrán más o menos grasa. Se desgrasa, generalmente, en el estado piquelado, a los cueros muy grasosos. (Artigas, 2007 p. 75),

Los otros pueden ser desgrasados después de la curtición. En ambos casos, desgrasados o no, los cueros piquelados deben volver a un estado de hidratación adecuado como para poder entrar en el proceso de curtición. Además, los cueros piquelados deben volver, a un valor pH menos ácido, considerándose el valor pH 4 como perfectamente adaptado para la curtición con extracto vegetal, (Castro, 2002 p. 81).

#### **1.5.5. *Precurtición***

La precurtición preparamos el cuero para el curtido fijando la estructura del mismo y ajustando el pH, de modo que la curtición se opere suavemente y sin astringencia que produzca crispaciones de la flor o la sobrecargada la misma con materiales curtientes. (Hidalgo, 2004 p. 49) Mediante la curtición se transforma la piel en cuero, un cuero curtido debe cumplir las siguientes condiciones:

- Resistencia hidrotérmica, es decir que, según el curtido, debe tener en agua en ebullición, una temperatura mayor que el colágeno crudo. El colágeno curtido en condiciones húmedas, debe resistir el ataque de las enzimas.



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

Se llega así al concepto de curtición por la comprobación de las propiedades del producto resultante, tomándolos como criterios de curtición. Es decir que la curtición consiste en la estabilización de la proteína de la piel por tratamiento de un agente curtiente.

Luego de todas las condiciones de penetración y acceso a los lugares de reacción de la piel, derivadas de su tamaño molecular y capacidad difusora en medio acuoso y por reacción química, irreversible, con el colágeno produce reticulación, o sea uniones transversales entre cadenas peptídicas vecinas y da lugar a un aumento de la temperatura de encogimiento del colágeno, una mayor estabilidad de la digestión proteolítica en húmedo y un secado de la misma sin que presente un carácter córneo (Adzet, 2005 p. 95).

Escapa a la finalidad de esta reseña tratar los fenómenos físicos-químicos que se producen durante la curtición, o que son de naturaleza compleja. El curtido expuesto a continuación se efectúa en un fulón. Primero tiene lugar la rehidratación al mismo tiempo que se procede a un despiquelado liviano; se pre curte con tanino sintético, operación seguida por la curtición vegetal con el extracto. (Iglesias, 2007 p. 51),

Los productos son agregados directamente sin disolución previa. Los porcentajes indicados se refieren al peso de los cueros piquelados. A un baño de 200 % de agua, se agrega 4 % de sal y 2 % de hiposulfito de sodio. Luego se introducen los cueros y se pone en movimiento por espacio de una hora. Se controla el pH en la superficie de los cueros, el que debe ser aproximadamente 4.

De acuerdo al grado de piquelado, pueden necesitarse cantidades mayores de Hiposulfito de Sodio. Seguidamente se agrega al mismo baño 3 a 6 % de curtiente sintético en polvo, pH 3,8 - 4,5, estable en medio salino. Después de 45 minutos de rotación, se agrega la ¼ parte del Extracto del total previsto para la curtición y se hace rodar 1½ hora, y se colocan los cueros sobre caballetes por una noche. (Palomas, 2005)

Una vez rebajados, los cueros vuelven a fulón con 200 % de agua y se prosigue la curtición agregando el resto del Extracto en 3 veces, a intervalos de 1 hora. La curtición está terminada al cabo de 2 a 3 horas de rotación después de la última adición de extracto. El baño está prácticamente agotado, pero puede ser utilizado como primer baño de “color” después de ser

reforzado. Se utiliza de 25 a 40 % de extracto para la curtición de cueros piquelados, (Libreros, 2003 p. 45).

## **1.6. Curtición propiamente dicha**

La curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural.

Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias, (Portavella, 2005 p. 141).

Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino, (Libreros, 2003 p. 143).

La experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento.

La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno, (Bacardit, 2004 p. 123).

Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cual sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal.

En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína, (Stryer, 2005 p. 81),

De todas formas, no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición, aunque en la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición, se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente que, aunque de manera secundaria, también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido.

Al ser la reacción en medio acuosa, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña, (Libreros, 2003 p. 67).

### **1.7. Curtición con extractos vegetales**

Los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en las citadas partes de las plantas (Bacardit, 2004 p. 92). Los extractos acuosos citados contienen varios tipos de productos entre los que cabe citar como fundamentales los siguientes:

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros -o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro.

La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.

- No taninos: Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- Insolubles: Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan.

Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente (Osorio, 2016 p. 81).

Las principales características que deben tomarse en cuenta el momento de una curtición vegetal y que determina la calidad el material producido se describen a continuación.

- Resistencias físicas: la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarrar, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre las están algo pegadas entre si y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores. Los alargamientos son en general menor que en pieles al cromo.  
No obstante, si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían unas pieles curtidas al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños.
- Finura de flor: Debido al relleno que da la curtición vegetal la flor no tiene tendencia a ser fina, pero como no es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan fina como en las pieles al cromo.
- Finura de felpa: que los extractos vegetales al dar compacidad favorecen el esmerilado y por lo tanto pieles curtidas al vegetal se esmerilan bien dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck curtido al vegetal.
- Plenitud: si unas pieles aparecen vacías y están curtidas al vegetal, la causa no es la falta de relleno que pueden dar los extractos vegetales, sino que hay que buscar la causa en otro motivo. Precisamente aprovechando la plenitud que da la curtición vegetal.

Se realizan procesos en los que inicialmente se curten las pieles al vegetal y después de una mini descurtición, subiendo el pH con bórax, lavando, y bajando de nuevo el pH y añadiendo un reductor, que vuelva atrás la oxidación producida por el aire al subir el pH, se curten las pieles al cromo obteniéndose los llamados semicromos, con la intención de dar a la piel la plenitud del vegetal y las características del cromo.

- Grosor: La curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por tener entre rodeando las fibras, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor. Además, estos productos no son muy aplastables en las prensas máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se dé.

Todo ello hace que en general sea cierto lo indicado de un mayor grosor curtiendo al vegetal que al cromo, pero sin exagerar la diferencia.

- Pietaje: en relación a la superficie de la piel la curtición con extractos vegetales, al llenar más entre fibras, tiene tendencia a que estas se pongan más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición) y por ello reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles, las dimensiones que se les intenta dar mecánicamente, con las máquinas de repasar, estirar, clavar o similares, las conservan más fácilmente, el pietaje puede que en muchos caso disminuya respecto a una curtición al cromo, sino que aumente, principalmente si los artículos al vegetal en cuestión, permiten que las pieles estén muy engrasadas.
- Tintura y penetración: el vegetal es aniónico, la penetración de los colorantes aniónicos químicamente no es difícil, pero la compacidad de la curtición puede ser un obstáculo físico, que deberá obviarse con los métodos típicos de hacer penetrar las tinturas (baño corto, temperatura baja etc.). En ocasiones cuando la cantidad de colorante debe ser pequeña es útil añadirlo durante la curtición y aprovechar así las condiciones de baño corto y tiempo largo, que acostumbran a estar presentes en la curtición.

Con los colorantes catiónicos evidentemente la cuestión es al revés, la penetración es casi imposible una vez las pieles ya están curtidas. Únicamente empleando cantidades pequeñas (0.2 - 0.4 %) durante la curtición se consigue, a veces, una penetración completa con

colorantes catiónicos. Como contrapartida obtendremos tinturas intensas y vivaces con los colorantes catiónicos, cosa que casi es imposible con los colorantes aniónicos, aunque hayan sido escogidos por su reactividad apreciable para el cuero vegetal.

- Tintura e igualación: la curtición vegetal, la distribución uniforme del colorante aniónico está químicamente asegurado si la del extracto vegetal también lo ha sido. No obstante, la cobertura y con ello un aspecto algo mejor desde el punto de vista de la igualación, será más o menos presente en función del tipo de colorante aniónico empleado. Sí el colorante tiene más reactividad (Por ejemplo, de complejo metálico, reactivo, etc.) la cobertura será mayor y la sensación óptica de igualación mejor. Con los colorantes catiónicos la igualación dependerá de lo que haya sido la distribución correcta del extracto y de la forma de aplicar el colorante. En general estas tinturas tienen tendencia a destacar los defectos de la piel, debe procurarse una adición lenta del colorante bien disuelto, en un baño largo y frío a fin de disminuir la reactividad y evitar fijaciones demasiado rápidas del colorante catiónico.

## **1.8. Productos utilizados en curtición vegetal**

### ***1.8.1. Extractos vegetales***

Los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene- comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer, por la facilidad de hidrolizarse los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente, dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles.

Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos (Portavella, 2005 p. 12).

En el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que, por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables.

Como más utilizados tenemos entre los hidrolizables los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De entre éstos,

los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70%, (Bacardit, 2004 p. 21).

Además de la diferencia debida a la planta de procedencia, tenemos la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo, tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño por neutralización parcial, la solubilización y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la rapacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micelar etc, (Castro, 2002 pág. 32).

Es un pequeño árbol espinoso con vainas llanas rojas que crece en las zonas secas del Perú. Para la curtición solo interesan las vainas. Pueden ser seleccionadas, molidas y a veces atomizadas. Hace 3000 años, la civilización precolombina utilizaba las vainas de Tara, batidas con hierro, como colorante negro, (Libreros, 2003 p. 32).

La alta proporción de taninos hidrolizables que contienen las plantas especialmente la tara, la puso muy interesante para la extracción del ácido gálico y la fabricación de tintes. A pesar de su utilización por las poblaciones locales desde varios siglos para la curtición, sus aplicaciones a una escala industrial son en realidad bastantes. La Tara pertenece a la familia pirogálica y más exactamente al grupo *Caesalpinia Spinosa*. En su estado bruto, contiene entre 35 y 55 % de tanino. Después de extracción este porcentaje puede alcanzar los 72 - 75 %. La Tara tiene impurezas que son: hierro, ácido gálico y espinas no molidas, (Mariño, 2007 p. 98).

La diferencia entre la Tara y los otros extractos vegetales es que cuando se utiliza sola en tripa, se obtiene un cuerpo blanco y resistente a la luz. Es muy importante para los curtidores que quieren teñir en colores pastel con criterio vegetal. La Tara tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difíciles de oxidar, porque la Tara contiene poco ácido gálico libre. La Tara es también el extracto para el cual la relación tanino/no tanino es la más alta con una fuerte acidez natural. El tanino más astringente del mercado. Si esta propiedad es interesante para producir pieles crispadas o a grano tosco, puede ser un inconveniente cuando no se presta atención, (Martínez, 2017 p. 45).

Para utilizar la Tara, hay que prestar atención al control del pH de la piel como del baño. Tiene que estar entre 4.0 y 4.8. Una solución para eliminar este inconveniente es preferir la forma molida de la Tara en vez del extracto. Una buena calidad de Tara debe tener partículas medidas de 200  $\mu$ , sin sal de hierro ni espinas y con menos de 20% de insolubles.


Al respecto de la Tara, el curtidor tiene que seleccionar el origen del tanino y excluir las materias primas no tratadas- a pesar de que sean baratas- a fin de evitar problemas tales como manchas negras, cicatrices o un grano tosco, durante el tratamiento del cuero. (Hidalgo, 2004 p. 79)

La Tara molida y afinada es menos astringente que el extracto, permitiendo varios usos en los baños de curtido y de recurtido. Eso puede ser una alternativa a los extractos y sintanes más corrientes, porque el cuero se queda claro con una buena resistencia a la luz y es lleno gracias a los insolubles. La acidez gálica de la Tara molida (pH 3.2/3.3) la vuelve muy interesante para fijar los colorantes y otros extractos vegetales de la familia de los catecoles (Mimosa, Quebracho, Gambir, etc.) y reducir la cantidad de ácido fórmico, (Soler, 2005 p. 71).

Es conocida la presencia de taninos en diversas especies vegetales alternativas a las habituales, con concentraciones suficientes para considerar su tratamiento a escala industrial, otra particularidad es que gracias a los insolubles, impide a las pieles hacer nudos durante el curtido. La Tara se encuentra en estado silvestre posee un inmenso potencial médico, alimenticio, industrial, siendo de gran utilidad para la producción de hidrocoloides o gomas, taninos y ácido gálico, entre otros. El tanino de la *Caesalpinia tintorea*, es de la clase del pirogalol, pero contiene también una pequeña cantidad de derivados catequímicos (Reminisen, 2016 p. 56), El contenido tánico en el fruto de la tara alcanza valores de hasta 48%, como se indica en la tabla 1-1.

**Tabla 1-1:** Composición Analítica Media de la Tara en Polvo

Taninos	55 / 60%
No Taninos	4%
Insolubles	2.5%
Agua	3.5%
Ph	3.2 / 3.3
Puntos Rojos	0.8
Puntos Amarillos	1.2
REL. T/Nt	3.5



**Fuente:** (Reminisen, 2016 p. 56)

El tanino de la tara en polvo, no contiene prácticamente sustancia colorante, por lo que, combinado con la piel, produce un cuero de color muy claro y una excelente resistencia a la luz. Este producto, da un cuero firme y flexible, dejando el grano de la flor limpio y compacto, la



resistencia de la flor a la tensión de rotura es más alta que la conseguida con cualquier otro tanino vegetal.

Mezclado con otros extractos, la "tara en polvo" se presta bien para el curtido de pieles de Camello, cabra, reptil y para el recurtido de toda clase de curtidos al cromo, ya bien sean para plena flor o corregida, principalmente para tonos claros o pastel. (Stryer, 2005 p. 79),

La cantidad de "tara en polvo", que debe de emplearse en recurtidos de cueros al cromo es del 5 al 8 % del peso rebajado, mientras que en combinación con otros extractos para una curtición vegetal se puede alcanzar hasta un 50 % de cantidad vegetal. La tara en polvo, da excelentes resultados en su empleo en pieles de cordero piqueladas de importación, destinadas a forro de color natural.

### ***1.8.2. Curtición con sulfato de aluminio***

La curtición con sales de aluminio es muy antigua, ya la utilizaban los romanos y posiblemente también los egipcios. Antiguamente era la única forma para poder producir cueros para empeine, guantes y vestimenta. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad.

A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. (Soler, 2005 p. 72),

Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. La curtición con sales de aluminio es muy antigua. Las pieles curtidas con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que un simple lavado se descurte con facilidad.

A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Sin embargo, dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. (Palomas, 2005 p. 94).

La curtición mixta vegetal-aluminio se utiliza para la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación. El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 1,5-3. Los productos de desecho como recortes y virutas presentan un gran problema de eliminación. En algunos países

restringidos por leyes ecológicas y que aumentarían en el futuro, se hace cada vez más problemático, la eliminación de los desechos que contienen cromo. Aquí aparece el wet white en el cual los procesos hasta el desencalado son igual, pero en el curtido los baños se hacen con sustancias libre de cromo (Suarez, 2016 p. 92).

La curtición mixta vegetal-aluminio se utiliza para la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación. El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5-3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero y forma lacas con los taninos. El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción den alrededor de los 107°C y tiene una mejor resistencia al desgaste (Hidalgo, 2004).

Las sales de aluminio también se incorporan en una curtición al cromo con el fin de conseguir un aumento en la firmeza del cuero y facilitar el esmerilado. Además, este tipo de curtición mixta favorece el agotamiento del baño de cromo. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales.

El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena (Adzet, 2005 p. 80).

El aluminio difiere del cromo en el sentido de que la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha. El agregado de sales de oxácidos o hidróxidos tales como el tartrato o el citrato de sodio estabiliza en gran parte el complejo de aluminio, permite la curtición sobre una gama más amplia de pH y produce una curtición mucho más estable.

Con bastante frecuencia se emplea formaldehído como curtición suplementaria, (Reminisen, 2016 p. 67). Los Parámetros que se deben tomar en cuenta para realizar una curtición al aluminio son:

- Fuerte formación de hidrólisis en solución para lavados como sales de cromo. Se debe curtir en baños lo más cortos posible y observar el contenido de sal neutra en el baño.
- Los enlaces de las fibras de la piel se dan rápido y en combinación con curtientes de cromo fuertemente en la superficie.

- La temperatura de encogimiento es menor que la de los cueros curtidos al cromo (aproximadamente 80-90°C).
- Añadidos en parte a la curtición al cromo mejoran el grado de agotamiento de cromo en el baño restante.
- En la curtición al aluminio pura, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes, como se ilustra en el (gráfico 2-1).



**Gráfico 2-1:** Cuero curtido con sulfato de aluminio.

**Fuente:** (Verstraete, 2017 p. 25).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

El trabajo experimental, se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y los análisis físicos y sensoriales de las pieles de cuy, se los efectuó en el Laboratorio de Análisis de Calidad y resistencias Físicas de la FCP, ubicados en el kilómetro 1½ de la Panamericana Sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. La presente investigación tuvo una duración de 60 días, las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se indica en la tabla 2-2.

**Tabla 2-2:** Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Variable meteorológica	Valor
Temperatura promedio (°C)	14
Humedad (%)	63-82
Precipitación (mm)	561
Velocidad del viento (Km/h)	4-7

**Fuente:** (Estacion Metereologica de Recursos Naturales, 2018)

#### 2.2. Unidades experimentales

Para poder comprobar las hipótesis planteadas en función a los objetivos se realizó la curtición de pieles de cuy criollos divididos en tres tratamientos con seis repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de dos pieles de *Cavia porcellus* (cuy), es decir 36 pieles que fueron adquiridas en los mercados de la ciudad de Riobamba.

## **2.3. Instalaciones, equipos y materiales**

### **2.3.1. *Materiales***

- 36 pieles de *Cavia porcellus* (cuy)
- Calefactor.
- Cuchillos.
- Tableros de estacado.
- Mesas.
- Guantes.
- Overol.
- Botas de caucho.
- Tinas.
- Cocina.
- Clavos.
- Aserrín.
- Colgadores.
- Baldes de diferentes dimensiones.
- Manguera.
- Ollas.

### **2.3.2. Equipos**

- Bombo de remojo.
- Bombo de curtido.
- Bombo de engrase.
- Descarnadora.
- Termómetro.
- Raspadora.
- Molineta.
- Saranda.
- Equipo de medición de resistencias físicas del cuero.

### **2.3.3. Reactivos**

- Agua.
- Bactericida.
- Cloruro de Sodio.
- Formiato de Sodio.
- Ácido Fórmico.
- Lanolina.
- Recurtiente neutralizante.
- Alcoholes grasos.
- Bicarbonato de sodio.

- Sulfato de Aluminio.
- Ester fosfórico.
- Parafina sulfoclorada.
- Talco industrial.
- Grasa sulfitada.

#### 2.4. Tratamientos y diseño experimental

Las unidades experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar utilizando 3 tratamientos que se consideraron los niveles de *Caesalpinia spinosa* en combinación con un nivel fijo de sulfato de aluminio con 6 repeticiones por tratamiento y un tamaño de la unidad experimental de 2, lo cual dio un total de 36 unidades experimentales.

- T1. 10 % de *Caesalpinia spinosa* más 4 % de sulfato de aluminio.
- T2: 12 % de *Caesalpinia spinosa*, más 4 % de sulfato de aluminio.
- T3. 14 % de *Caesalpinia spinosa*, más 4 % de sulfato de aluminio.

El Diseño Completamente al Azar empleado tiene un modelo lineal aditivo que es.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos niveles de Tara (10%, 12%, 14% de tara en combinación con 4% de Sulfato de Aluminio).

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$H = \frac{18}{nT(nT+1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT+1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

## 2.5. Mediciones experimentales

Para la ejecución del presente estudio de investigación se cuantificó la calidad del producto terminado (cuero) obtenido de la curtición con los niveles especificados previamente a partir de piel de *Cavia porcellus* (cuy). A más de ello para verificar que proceso es económicamente más factible y replicable a gran escala se realizó la verificación de la evaluación económica.

### 2.5.1. Determinación de la calidad del cuero

#### 2.5.1.1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>.
- Porcentaje de elongación, %.
- Lastometría, mm.

#### 2.5.1.2. Sensoriales.

- Tacto, puntos.
- Finura del pelo, puntos.
- Brillantes de pelo, puntos.



### 2.5.1.3. Económicos.

- Costos de producción por piel.
- Relación beneficio costo, USD.

## 2.6. Análisis estadísticos y prueba de significación

- Análisis de Varianza ADEVA
- Prueba de Kruskal Wallis
- Comparación de medias según Tukey ( $P < 0,01$ )
- Análisis de regresión y correlación de Pearson

En la tabla 3-2, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación.

**Tabla 3-2:** Esquema del análisis de varianza.

TRATAMIENTO	Código	repeticiones	T.U.E.	Total UE
10 % de <i>Caesalpinia spinosa</i> más 4 % de sulfato de aluminio	T1	6	2	12
12 % de <i>Caesalpinia spinosa</i> , más 4 % de sulfato de aluminio.	T2	6	2	12
14 % de <i>Caesalpinia spinosa</i> , más 4 % de sulfato de aluminio.	T3	6	2	12
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>		<b>36</b>

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019.

En la tabla 4-2, se describe el esquema del experimento

**Tabla 4-2:** Esquema el experimento

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamiento	2
Error	15

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019.

## 2.7. Procedimiento experimental

Para la presente investigación se utilizó 36 pieles de cuy de animales adultos, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en los centros de comercialización de animales, una vez compiladas las pieles se procedió al sorteo aleatorio ubicando los tratamientos y las repeticiones en el orden que el sorteo así lo asignó con el fin de evitar que la investigación se realice sin ningún tipo de sesgo, y proporcionando las mismas condiciones a cada una de las unidades experimentales.

Las cuales fueron sometidas a los procesos de trabajo de ribera, procesos de preparación de las pieles para transformarse en cuero, curtición mixta con el manejo de diferentes niveles de sulfato de *Caesalpinia spinosa* mas sulfato de aluminio y acabados en húmedo; de acuerdo, con el siguiente procedimiento:

### 2.7.1. *Desuello y extracción de la pieles*

- Se aturdió a los animales, para lo cual se tomó los cuyes por las extremidades posteriores y por el otro lado la cabeza, para estirarlos con fuerza y desubicar la base del cuello mediante un estrangulamiento.
- Se procedió a realizar un corte transversal de la arteria carótida externa del cuello y se dejó desangrar al animal durante 3 minutos. Con ayuda de una cuerda se sujetó al animal por las extremidades posteriores y se separó la base de las articulaciones de la piel, para lo cual se introdujo un cuchillo fino y se cortó hasta el nivel del ano en ambas extremidades.

- Se procedió a desollar la piel con la yema de los dedos desde las extremidades posteriores hasta el segmento abdominal, se estiró la piel suavemente hacia abajo, logrando separarla del cuerpo del animal hasta el nivel del cuello.
- La extracción de las pieles se realizó en la unidad académica de especies menores de la facultad de ciencias pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Al animal se le realizó el procedimiento de desnuque y desangrado, luego se procedió con un corte longitudinal en la parte ventral y un corte alrededor de las extremidades y el cuello para extraer la piel, este procedimiento se debe realizar lo más rápido posible para aprovechar la temperatura corporal del animal muerto y extraer la piel por completo
- Seguidamente se realizó una limpieza y enfriamiento de la piel, con el objetivo de evitar la presencia de autólisis de la piel y proseguir con la conservación de las mismas con el sistema de refrigeración, con un tiempo de duración de hasta 15 días.

### ***2.7.2. Lavado y remojo de la piel***

- Las pieles para su conservación se percharon carnaza con carnaza y se congeló a -3 grados Celsius hasta empezar el procedimiento aproximadamente 12 horas. Una vez conservadas las pieles y listas para iniciar los procesos de curtido, se lavó las pieles con el objetivo de eliminar los restos de estiércol, orinas, tierra, sangre y suciedad que se adhirieron a la piel durante el proceso de sacrificio, para lo cual se preparó una solución jabonosa, con agua a cubrir y tenso activo o detergente en un recipiente de plástico u otro material excepto metal que pudiera dar la presencia de óxidos
- Por un periodo de 24 horas con 6 litros de agua (200% en relación al peso de las pieles) a temperatura ambiente, 300 gr (10% en relación al peso de las pieles), 60 ml de Ácidos Fórmico (2%), 3 ml de formol (0,1%) , esto se le deja en estático. Se debe remover el baño con los cueros cada 3 horas aproximadamente para garantizar un lavado de las pieles. Se bota el baño
- Con 18 litros de agua (600%) a temperatura ambiente, 15 ml de cloro (0.5%) más 60 ml de tenso activo (2%) en estático y con movimiento cada 3 horas, se lo deja reposar por 12 horas.
- Luego se realizó un pesaje de las pieles, y que se considera como el peso 2 para lo cual las pieles quitadas los materiales sólidos y restos de suciedad es necesario volver a pesar para

garantizar la utilización correcta de los aditivos, con un peso promedio de 210 gr, y un peso total de tratamiento de 2,5 kg

### **2.7.3. Curtido de las pieles de cuy**

- Se preparó un baño con 3 litros de agua (120%) a temperatura ambiente, 500 gr (20%) de sal, 70 ml (2,8%) de ácido fórmico se le deja en estático con movimientos cada 3 horas por un lapso de 12 horas luego se le añade al baño 150 gr (6%) de sulfato de aluminio, y se le deja en el estático con movimientos cada 3 horas por un tiempo de 12 horas.
- Se bota el baño, se descarna las pieles y se procede a estacar por 4 horas con temperatura y aire.
- Se vuelve a pesar las pieles con un promedio de 200 gramos y un total de 2kg.
- Se prepara un baño con 1,2 litros de agua (60%). 200 gramos de sal (10%), se lo agita por 10 minutos y se añade 28 ml de ácido fórmico (1,4%) en una relación 1:10 con agua lo cual se suministra una tercera parte cada 1 hora, se lo deja en reposo con movimientos leves cada 3 horas por un lapso de 12 horas.
- Se da movimiento durante 5 minutos.
- Se añade ((T1: 200 gramos (10%), T2: 240 gramos (12%), T3: 289 gramos (14%)), en una relación 1:10 con Agua se añade cada 1 hora, se añade al baño 8 ml de Acido fórmico (0.40%) y se mueve por una hora, se añade 80 gr de Sulfuro de Aluminio (4%) y se lo mueve por una hora, el Basificante se lo diluye en una relación 1:10 con Agua se coloca 6 gr (0.30%) y se lo coloca el primer tercio de la dilución y se mueve por una hora, se coloca el segundo tercio de la solución y se lo mueve por una hora, después se coloca el último tercio de la solución y se lo agita durante 1 hora en un lapso de 5 horas.
- Se bota el baño, y se percha las pieles una sobre otra durante 12 horas, transcurrido el tiempo se deja secar, y se estaca durante 8 solamente con aire, una vez las peles listas se procede a lijar.

#### 2.7.4. *Acabado en húmedo*

- Este proceso del Acabado en húmedo se lo realiza en el bombo del laboratorio de Píeles y fibras naturales de la facultad de ciencias pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Se prepara un baño de 4 litros de Agua (200%) de Agua a una temperatura de 25 Grados Centígrados más 20 gramos de Ácido Oxálico (1%), más 20 gramos de Ácido Oxálico (1%) y más 4 ml de tenso Activo (0.2%), se hace rodar durante 30 min. Botar el Baño.
- Se prepara un baño con 1,6 litros de Agua (80%) a 40 Grados Centígrados, más 10 gramos de Sulfato de Aluminio (1%) y más 40 gramos de Glutaraldeido (2%), de lo hace rodar durante 40 Min. Botar Baño.
- Se prepara un baño con 2 litros de Agua (100%) a 40 grados Centígrados, más 20 gramos de Formiato de Sodio (1%), y se lo hace rodar por 30 min, posteriormente se le añade 30 gramos de Bicarbonato de Sodio (1,5%) y se lo hace rodar al bombo por 1 hora, Botar Baño.
- Se prepara un baño con 1 litro de agua (50%) a 40 grados centígrados, más 80 gramos de tara (4%) y más 40 gramos de Rellenante de faldas (2%), se lo hace rodar durante 30 minutos.
- Se añade al baño 3 litros de agua (15%) a 70 grados centígrados, más 30 gramos Ester Fosfórico (1,5%), y más 120 gramos de Parafina Sulforada (6%) e hace girar al bombo durante 1 hora.
- Al baño se le añade 20 gramos de Ácido Formico (1%) diluido en una proporción 1:10 con agua. Y se lo hace girar durante 10 min. Botar Baño.
- Con 4 litros de Agua (200%) a temperatura ambiente se enjuga las pieles y se hace rodar al bombo durante 20 minutos, botar Baño.
- Se percha durante 24 horas, se deja secar y se estaca durante 4 horas con calor y aire.

## 2.8. Metodología de evaluación

### 2.8.1. Resistencias físicas del cuero

#### 2.8.1.1. Resistencia a la tensión

Para los resultados de resistencia a la tensión primeramente se procedió al corte de la probeta de cuero como se ilustra en el gráfico 1-1, de acuerdo a los requerimientos de las normas internaciones del cuero en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fue:

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se cuidó que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario el resultado del ensayo varia. El troquel que se realizó del corte de la probeta de cuero. La máquina que se usó para realizar el test está diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua.
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota (fotografía 1-2).



**Fotografía 1-2:** Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, como se indica en la tabla 5-2.

**Tabla 5-2:** Cálculos de medición de la resistencia la tensión.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo 150 Kf/cm <sup>2</sup>  Óptimo 200 Kf/cm <sup>2</sup>	T= Lectura Máquina  Espesor de Cuero x Ancho (mm)

**Elaborado:** Manzano, Edhy, 2019

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

Se procedió a calcular la resistencia a la tensión o tracción según la fórmula detallada a continuación:

Ecuación 1-2

$$Rt = \frac{c}{A * E}$$

Rt = Resistencia a la Tensión o Tracción

C = Carga de la ruptura (Dato obtenido en el display de la máquina).

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

Para realizar el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tensión se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se realizó una medida promedio.

Este dato nos servirá para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor será diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos a trabajar el test o ensayo. En la (fotografía 2-2), se ilustra el equipo para medir el calibre del cuero.



**Fotografía 2-2:** Equipo para medir el calibre del cuero.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en la (fotografía 3-2), se realizará la medición de la longitud inicial del cuero.



**Fotografía 3-2:** Medición de la longitud inicial del cuero.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras para posteriormente encender el equipo y proceder a calibrarlo. A continuación, se elevó el display, presionando los botones negros como se indica en la fotografía 4-2; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display.





**Fotografía 4-2:** Encendido del equipo.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica, en la ilustración de la fotografía 5-2.



**Fotografía 5-2:** Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019).

### 2.8.1.2. *Porcentaje de elongación*

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para resistir las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión.

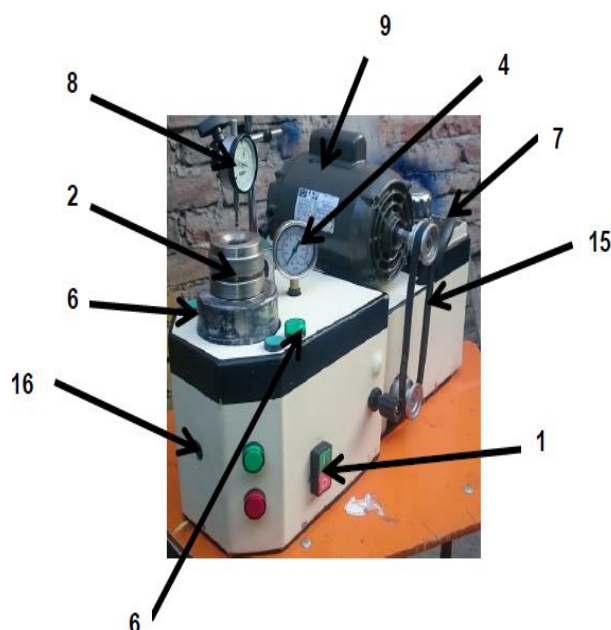
Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica, la probeta se comportó como si sufriera

simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas se fijaron por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.

#### 2.8.1.3. Lastometría

El cálculo de la lastometría ayudó a determinar la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación provocó una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quebrará y se agrietará. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro. En la ilustración de la fotografía 6-2, se indica el equipo denominado lastómetro.



1. Cabezal de pruebas	2. Cilindro de presión
3. Manómetro de presión	4. Regulador de presión y caudal
5. Botoneras de accenso y descenso	6. Reservorio de aceite
7. Palpador micrométrico	8. Motor monofásico 0,75 Hp
9. Cilindro doble efecto de 3000psi	10. Válvula 4/3 tipo Tandem
11. Regulador de presión de 0 a 3000 psi	12. Sub-placa base 4 entradas dos salidas
13. Conectores de alta presión.	14. Sistema de transmisión por polea
15. Caja soporte.	
16. Cabezal de pruebas	17. Cilindro de presión
18. Manómetro de presión	19. Regulador de presión y caudal
20. Botoneras de accenso y descenso	21. Reservorio de aceite
22. Palpador micrométrico	23. Motor monofásico 0,75 Hp
24. Cilindro doble efecto de 3000psi	25. Válvula 4/3 tipo Tandem
26. Regulador de presión de 0 a 3000 psi	27. Sub-placa base 4 entradas dos salidas
28. Conectores de alta presión.	29. Sistema de transmisión por polea
30. Caja soporte.	

**Fotografía 6-2:** Ilustración del equipo para medir la lastometría del cuero.

Fuente: (Laboratorio de Curtiembre de Pieles, 2019)

Para la valoración de la optimización económica se verificó el costo unitario (costo por decímetro de cuero producido) en cada tratamiento y de esta manera se conoció como el curtido influye económicamente sobre el costo de producción.

### 2.8.2. *Relación beneficio costo, USD*

La relación costo beneficio se cuantificó verificando el costo de producción vs el costo de venta del cuero terminado.

Ecuación 2-2

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de egresos}}$$

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media

##### 3.1.1. Resistencia a la tensión

Los valores medios reportados por la resistencia a la tensión de las pieles de cuy, no registraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), por efecto de la combinación de *Caesalpinia spinosa* (Tara), con 4 % de sulfato de aluminio, estableciéndose las respuestas más altas al curtir con 10% de tara (T1), con 1340.17 N/cm<sup>2</sup>, a continuación se aprecian los resultados alcanzados en el lote de pieles curtidas con 12% de tara (T2), con resistencias de 1058.20 N/cm<sup>2</sup>, en tanto que los valores más bajos fueron registrados en las pieles curtidas con 14% de tara (T3), ya que la tensión fue de 1029,57 N/cm<sup>2</sup>, es decir que con niveles más bajos de curtiembre vegetal tara se consigue una mayor resistencia a la tensión, como se reporta en el cuadro 1-3.

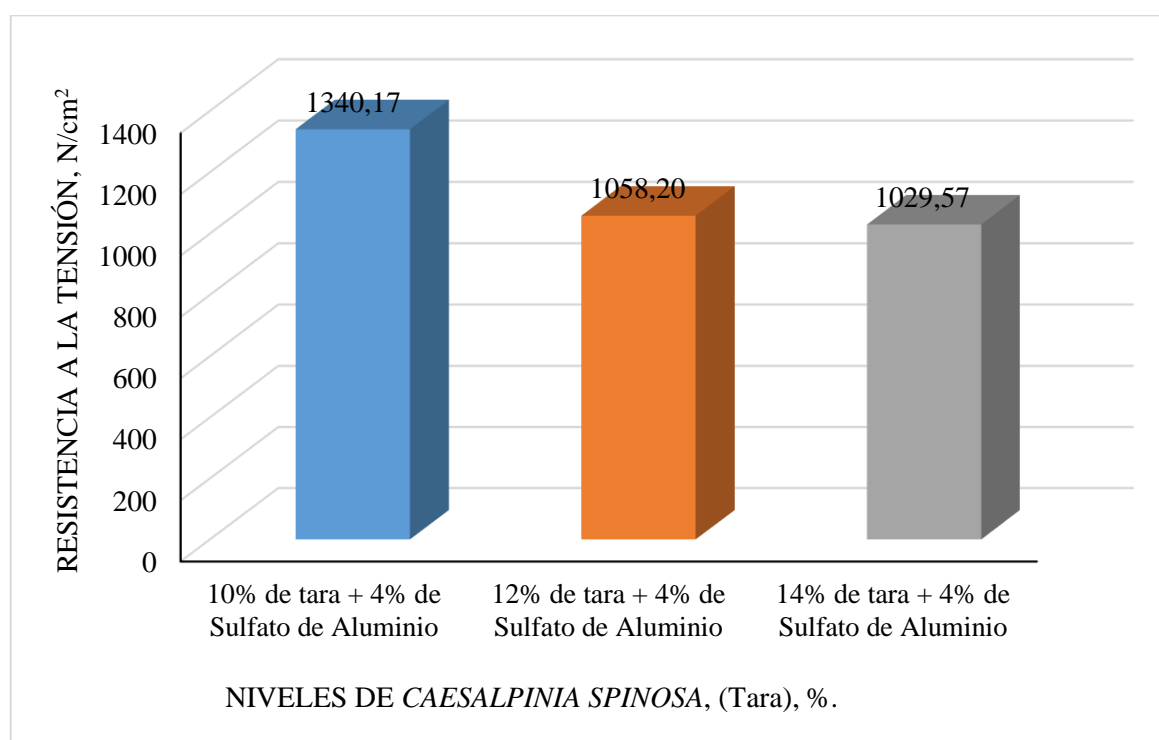
VARIABLE	NIVELES DE TARA + 4% de Sulfato de Aluminio					
	10%	12%	14%	EE	Prob	Sign
	T1	T2	T3			
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup>	1340.17 a	1058.20 a	1029.57 a	97.74	0.08	Ns
Porcentaje de elongación, %	37.50 a	27.08 a	27.50 a	3.38	0.08	Ns
Lastimetría, mm	9.90 a	9.97 a	10.04 a	0.09	0.54	Ns

**Ilustración 1-3:** Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media.

**Realizado:** Manzano, Edhy, 2019.

Los resultados de la resistencia a la tensión que son superiores al utilizar niveles más bajos de tara como se ilustra en el gráfico 3-3, concuerdan con lo que menciona (Soler, 2005), quien indica que la piel de cuy es liviana, muy suave y posee una densidad mediana, en cada folículo piloso se encuentran entre 40 y 60 pelos, sin embargo es muy resistente, se aconseja la curtición con extractos vegetales que son menos agresivos y logran introducirse hasta el fondo del entretejido fibrilar fortificándolo para que se adhiera el pelo fuertemente para que soporte tensiones multidireccionales.

La calidad es un aspecto de suma importancia para quien decida dedicarse a la producción de piel de cuy, porque actualmente es un producto innovador y solamente un porcentaje reducido de la producción se destina a la curtición de su piel, en términos generales puede decirse que solamente entre un 5 y un 10% se venden a buen precio, el resto tienen características que no son atractivas para la industria peletera y su valor es inferior.



**Gráfico 3-3:** Resistencia a la tensión de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media.

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

Es decir, los niveles bajos de tara permiten producir cueros muy fuertes ya que las fibras de colágeno están rodeadas por las moléculas del curtiente vegetal tara en combinación con sulfato de aluminio en forma homogénea, permitiendo que esta se tense sin romperse fácilmente.

Uno de los problemas más evidentes que suscitan cuando se curte las pieles de especies menores es el escoger un agente curtiente para que el cuero cumpla con los requerimientos de calidad, en cuanto a la tara más sulfato de aluminio se consideraron como agentes curtientes óptimos en la curtición; puesto que, entra en contacto con las fibras de colágeno y forma un enlace químico muy resistente, entre las uniones peptídicas del cuero lo cual lo hace muy resistente, para evitar el ataque bacteriano que produce debilidad en el entretejido fibrilar, y no ingresan los productos posteriores para el acabado del cuero, presentando el envejecimiento prematuro.

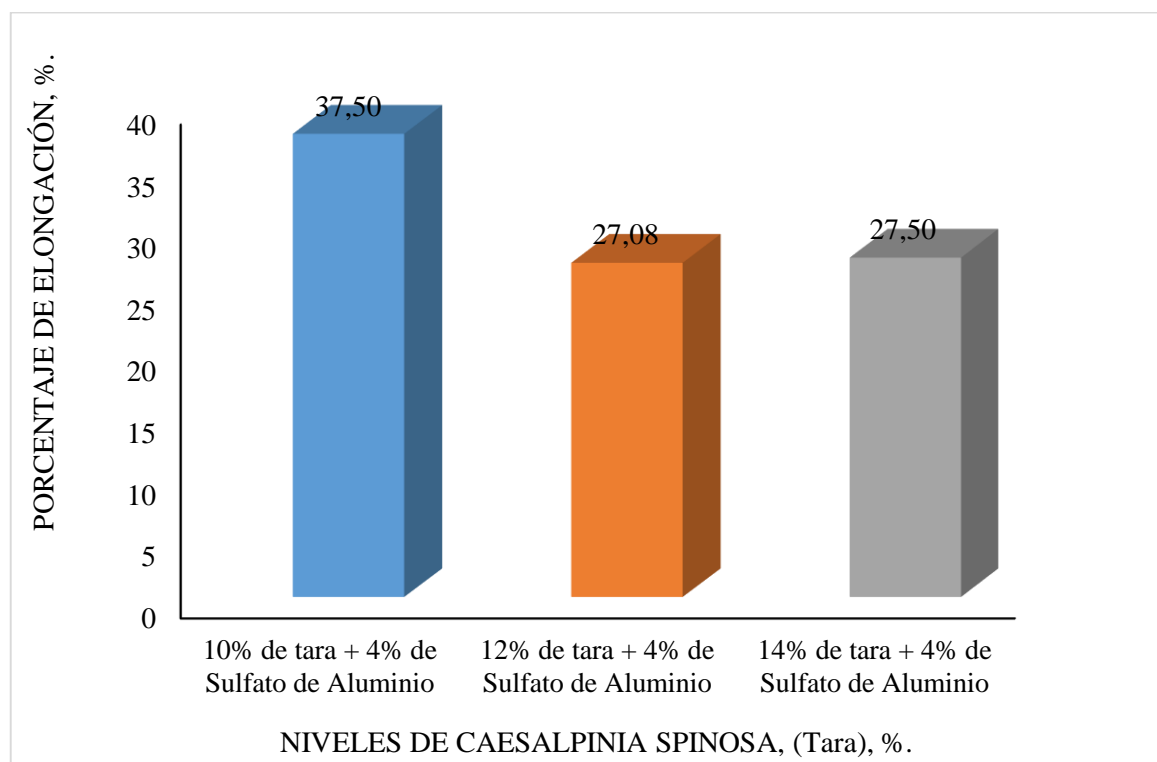
La Tara molida y afinada es menos astringente que el extracto, permitiendo varios usos en los baños de curtido y de recurtido. Eso puede ser una alternativa a los extractos y sintamos más corrientes, porque el cuero se queda claro con una buena resistencia a la luz y es liso gracias a los insolubles, lo que se refleja en la mayor resistencia a la tensión.

La resistencia a la tensión promedio de las pieles de cuy curtidas con sulfato de aluminio a diferentes niveles (10, 12 y 14 %) fue de 1142,65 N/cm<sup>2</sup>, y que cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Española de la Industria del Cuero, quien manifiesta de acuerdo a la norma técnica IUP 6 (2002), valores que oscilan entre 800 a 1500 N/cm<sup>2</sup>, siendo más amplia la diferencia al utilizar porcentajes más bajos de *Caesalpinia spinosa* (tara), en combinación con sulfato de aluminio que a más de fortificar la curtición vegetal cuida del pelo que no se manche por efecto de los productos químicos utilizados en las fases posteriores.

Los resultados de resistencia a la tensión de la presente investigación son superiores a las expuestas por (Paguay, 2016), quien menciona que en la evaluación de las respuestas de resistencia a la tensión de las pieles de cuy estableció las mejores respuestas cuando se curtió las pieles de cuy con 10% de glutaraldehído con un valor de 9384 N/cm<sup>2</sup>, así como de (Caguana, 2011), quien en la evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy para peletería media, reportó la mayor tensión en las pieles curtidas con el 20% de curtiente vegetal quebracho ATS con valores medios de 146,44 N/cm<sup>2</sup>; y (Balla, 2010), quien registró las mayores respuestas de resistencia a la tensión en las pieles de cuy curtidas con el 8% de sulfato de cromo, puesto que los valores fueron de 630.44 N/cm<sup>2</sup>

### 3.1.2. Porcentaje de elongación

El análisis estadístico de la característica porcentaje de elongación de las pieles de cuy no se reportaron diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto de la inclusión de diferentes porcentajes de *Caesalpinia spinosa* (Tara), a la fórmula de curtido, reportándose las respuestas más altas en el lote de pieles del tratamiento T1 (10%), con valores de 37,50 %, prosiguiendo con el análisis se ubican los resultados alcanzados en las pieles del tratamiento T3 (14 %), con resultados de elongación de 27,50 %, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en las pieles del tratamiento T2 (12 %), con medias de 27,08 %, como se ilustra en el gráfico 4-3, es decir que el nivel adecuado para conseguir un alargamiento y elongación apropiada para la confección de artículos de peletería fina es el 10% de sulfato de aluminio.



**Gráfico 4-3:** Porcentaje de elongación de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio.

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

Las respuestas mencionadas de elongación de las pieles de cuy tienen su fundamento en lo

expuesto por (Aleandri, 2009), que señala que la finalidad de toda crianza de animal de pelo fino es llegar a competir en el mercado peletero. Por lo tanto, la obtención de buenas pieles es el objetivo final del criador. La piel de cuy busca ser apreciada en el mundo, existen una serie de condiciones que permiten una piel óptima, y es más notorio dependiendo la procedencia del animal. Se debe cuidar que no exista riñas entre animales pues tiende a producir laceraciones que debilitan la piel que en el momento del curtido no ingresa adecuadamente la *Caesalpinia spinosa* combinada con el sulfato de aluminio que al introducirse profundamente en el entretejido fibrilar refuerza las fibrillas evitando el mayor daño que se produce en la superficie del cuero, lo cual desmejora el alargamiento natural de la piel sobre todo en el momento de la confección, dificultando que los artesanos puedan jugar con su imaginación para crear los más bellos artículos.

Al elegir un curtiente se debe tomar muy en cuenta que si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiente deficiente y si por el contrario, es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero, afectando directamente la elongación, alargamiento o moldeo de la piel de cuy que fue destinada a la confección de artículos especiales como es la peletería media como pueden ser billeteras, porta botellas, suvenires, entre otros.

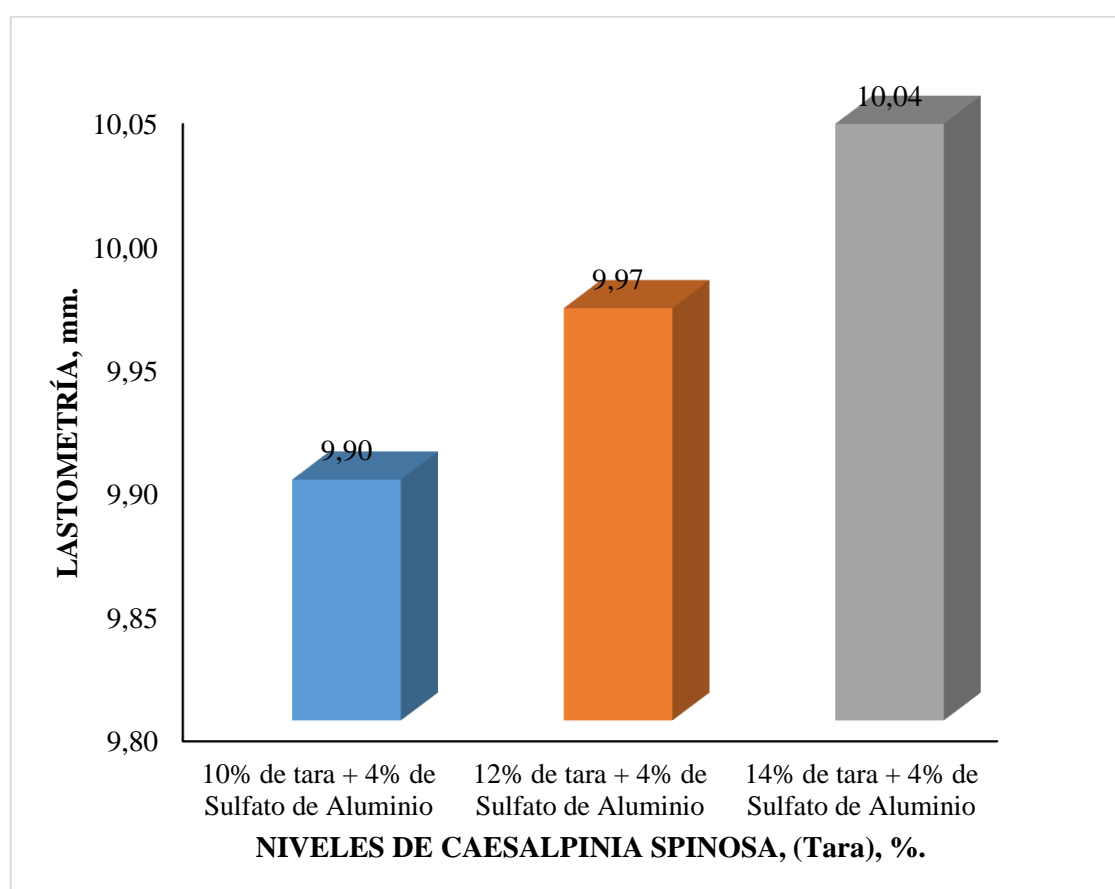
Los resultados expuestos de elongación que indican un valor promedio de 30,69%, cumplen con la exigencia de calidad de la norma IUP 6 (2002), regentada por la Asociación Española en la Industria del Cuero que manifiesta como límites permisibles entre 20 a 80% de elongación, antes de producirse la primera fisura en la superficie de la piel, resultando más amplia esta diferencia con el empleo del 10% de curtiente tara (T1), donde se registró un promedio de 37.50%.

Las respuestas de porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), que reportaron un promedio general de 30.69 % son inferiores a los expuestos por (Balla, 2010), quien reporta que en la curtición de pieles de cuy se registró una media general de 41.90% siendo el mejor el tratamiento el que se utilizó 8 % de sulfato de cromo con 48.40%, así como de (Iza, 2016) quien al curtir pieles de cuy con una combinación de los curtientes, reporto las mejores respuestas cuando se curtió con el 5% de mimosa en combinación con 6% de guarango, con 51,71%, (Narváez, 2017), al curtir pieles de cuy con diferentes niveles de tanino, reportó las respuestas más altas en el lote de pieles del tratamiento curtidas con 7 % de tanino con valores de 89,69 %, (Caguana, 2011), menciona que los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación de la piel de cuy por efecto del nivel de curtiente vegetal (quebracho ATS) aplicado, registraron la elongación más elevada en las pieles del curtidas con el 15 % de curtiente con medias de 63,19%.



### 3.1.3. Lastometría

En la valoración de la lastometría de las pieles de cuy no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0,001$ ), por efecto de la combinación de diferentes niveles de tara más 4 % de sulfato de aluminio aplicados en la formulación de curtido, reportándose una media general de 9,97 mm,. Por lo que, al realizar la separación de medias según Tukey, se registraron las mejores respuestas con la aplicación del tratamiento T3 (14 %), con medias de 10,04 mm; seguida en forma descendente las pieles del tratamiento T2 (12 %) con respuestas de 9,97 mm, en tanto que los valores más bajos fueron reportados en las pieles del tratamiento T(10 %), con una lastometría media de 9,90 mm, como se ilustra en el gráfico 5-3.



**Gráfico 5-3:** Lastometría de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019.

Esto permite afirmar que al utilizar el 14% de *Caesalpinia spinosa*, se eleva la lastometría de las pieles de cuy, lo que puede deberse a lo manifestado (Bacardit, 2004), quien indica que los extractos curtientes en general tienen un porcentaje elevado de sustancias insolubles en agua que se pueden

encontrar en forma de suspensión o precipitado, que pueden proceder de la misma materia vegetal, formarse en su proceso de extracción o durante la fabricación del cuero. El sulfato de aluminio es un compuesto que mejora la lastometría de las pieles; es decir, eleva las características mecánicas de la estructura fibrosa del cuero que es sometido a esfuerzos normalizados a muestras representativas de los mismos y que llegan comúnmente a la rotura de la probeta ensayada.

Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras de colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino, sobre todo que al friccionarse con otros cuerpos se rompan fácilmente lo que se consigue de manera más adecuada utilizando taninos vegetales que son productos naturales de peso molecular relativamente alto que tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y proteínas.

Los taninos de tara presentan un color natural muy claro y su uso permite obtener cueros clarísimos y resistentes a luz. Además, dan propiedades de llenado y morbidez, manteniendo la flor lisa y firme. En las pieles curtidas con los taninos de tara la resistencia de la flor a la carga de rotura resulta superior a la obtenida con cualquier otro curtido al vegetal. Por esto se usan especialmente para asientos e interiores de autos de alta gama.

Al comparar las respuestas de la investigación con las exigencias de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica, IUP 9 (2002), que infieren un límite mínimo permitido para la elongación de 7 mm, podemos ver que al curtir las pieles de cuy con sulfato de aluminio en los tres niveles estudiados (10, 12 y 14%), se supera esta exigencia de calidad.

La característica física de lastometría en la presente investigación que presenta una media de 9.97 mm, es inferior al ser comparada con los registros de (Iza, 2016), quien indica que los valores medios reportados de la lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de agente curtiente vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango, reportaron los mejores resultados cuando se curtieron las pieles de cuy con el 5% de mimosa, puesto que la lastometría promedio fue de 10,60 mm, pero son superiores a las expuestas por (Caguana, 2011), quien En la valoración de la lastometría de las pieles de cuy registró por efecto de los niveles de quebracho

ATS aplicados en la fórmula de curtido, r una media general de 7,82 mm estableciendo las mejores respuestas al curtir con el 20 % de curtiente vegetal con medias de 8,41 mm.

### 3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de *cavia porcellus* (cuy), con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio para peletería media

#### 3.2.1. Tacto

Los valores de las medias obtenidos al realizar el análisis de las calificaciones sensoriales del tacto de la piel de cuy , registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), entre medias según el criterio Kruskal Wallis, por efecto del porcentaje de curtiente vegetal con que fueron tratadas en el proceso de curtido , obteniéndose las calificaciones más altas en el tratamiento T3 (14 %) puesto que los valores fueron de 4,33 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por (Hidalgo, 2019) a continuación se aprecian las respuestas alcanzadas en los cueros del tratamiento T2 ( 12 %) con valores de 3,00 puntos, y condición buena mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en los cueros del tratamiento T1 ( 10 %), debido a que el tacto alcanzo una puntuación de 2,50 puntos y condición baja como se indica en el cuadro 2-3.

VARIABLE	Niveles de tara + 4% de Sulfato de Aluminio			EE	Prob	Sign
	10%	12%	14%			
	T1	T2	T3			
Tacto, puntos.	2.50 b	3.00 b	4.33 a	0.31	0.00	**
Finura del pelo, puntos.	2.67 b	2.83 b	4.67 a	0.29	0.00	**
Brillantes de pelo, puntos.	2.83 b	3.50 ab	4.50 a	0.33	0.01	**

**Ilustración 2-3:** Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para peletería media.

Realizado por: Manzano, Edhy, 2019

Es decir que al incrementar mayores niveles de curtiente vegetal tara en combinación con un porcentaje fijo de sulfato de aluminio ( 5 %) se mejora la calificación de tacto de las pieles teniendo en cuenta lo que manifiesta (Artigas, 2007), quien menciona que el tacto es el encargado de la percepción de los estímulos que incluyen el contacto y la presión, los de temperatura y los de dolor, por lo tanto es necesario que al deslizar las yemas de los dedos sobre la piel se perciba una sensación agradable como la que produce la seda más fina . El agregado de engrase en el baño de piquelado, actúa como deslizante e impide la acción negativa de la fricción de las pieles con las paredes de los tambores, sin embargo, es necesario que la piel sea preparada en las fases anteriores para que la penetración de los productos que mejoran el tacto sea la adecuada.

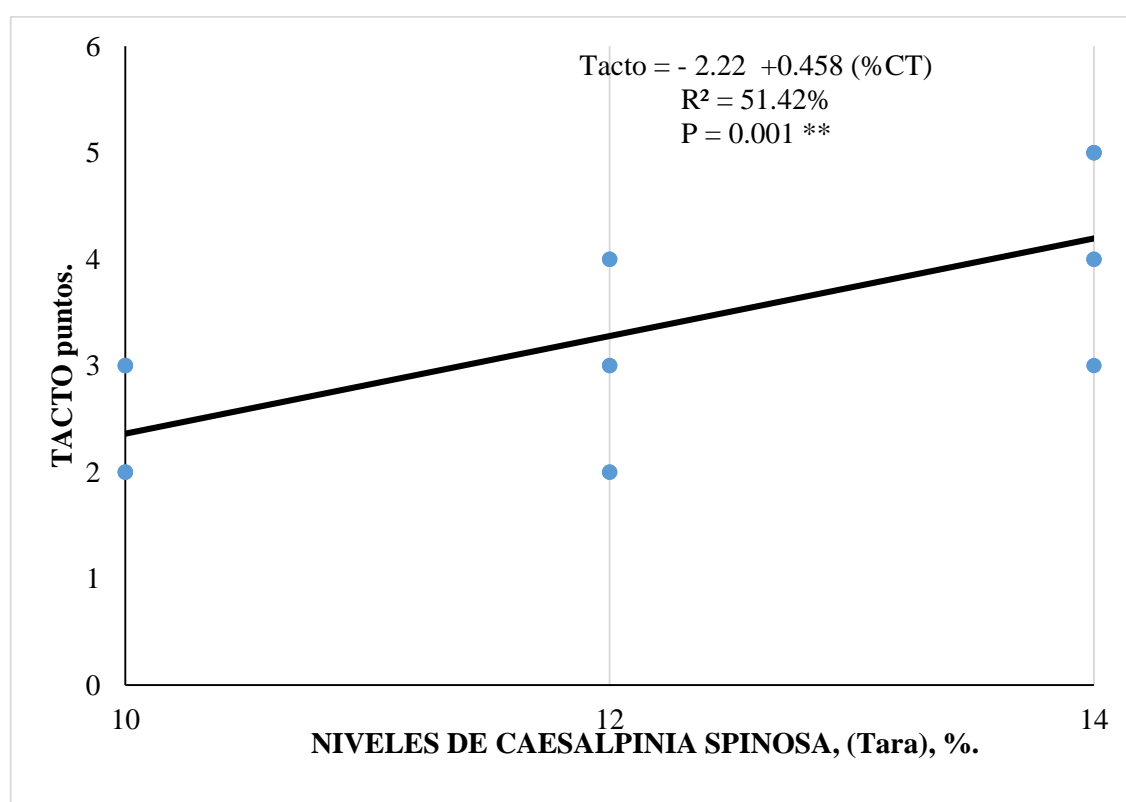
El curtido principal, que nos ha dado los mejores resultados, para las pieles de especies menores como es el cuy se realiza con taninos vegetales, taninos sintéticos y polímeros acrílicos. Su formulación depende del tipo de artículo requerido. Si se emplease una curtición combinada inorgánico con orgánico en esta fase de proceso, se obtienen importantes ventajas. Dada su óptima capacidad curtiente, permite la reducción de las cantidades de productos químicos normalmente empleadas en el curtido principal. Además, mejora la penetración de los productos curtientes y de los engrases aplicados en las fases sucesivas, con lo que se consigue un Tacto muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada.

En este caso se trata de buscar productos que no modifiquen mucho el tacto de la propia piel. Este tacto natural generalmente se consigue dando aplicaciones ligeras de una mezcla equilibrada de productos proteínicos y en especial de caseína, más o menos plastificada. Los taninos como es la tara en combinación con sulfato de aluminio para evitar que el pelo se manche, se emplean en la industria del cuero por su gran poder curtiente, permitiendo obtener una amplia variedad de cueros, que se diferencian en flexibilidad y resistencia, Impide que las fibras de colágeno aglutinen en gramos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible. L utilizar el sulfato de aluminio se persigue la disminución de la basicidad es conveniente a fin de favorecer la máxima penetración posible a través de todo el corte de la piel, que es lo que se persigue con este proceso, es decir, se obtiene un cuero denominado wet-white, que es de color blanco y nos permite dar a las pieles acabados de calidad, sobre todo cuando la finalidad es la peletería, ya que se debe tener mucho cuidado de no manchar el pelo.

La calificación sensorial de tacto de la presente investigación es inferior al ser comparada con lo mencionado por (Paguay, 2016), quien en la valoración del tacto de las pieles de cuy por efecto de la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído, estableció las mejores respuestas cuando se curtió con 11% de glutaraldehído ,con un valor de 4,40 puntos, así como de (Alvarez, 2013) quien

de acuerdo a la separación de medias según Duncan estableció la respuesta más alta al curtir la piel de cuy con 9% de sulfato de aluminio, con medias de 4,81 puntos

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 6-3, determinó para la variable sensorial tacto reporta una tendencia lineal positiva es decir que con el incremento de los niveles curtiende *Caesalpinia spinosa* ( tara ), en la fórmula de curtido de las pieles de cuy, se producirá un aumento de la calificación de blandura en 0.4583 puntos, con un coeficiente de determinación de 51.42% mientras tanto que el 48,58 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como, calcular la muestra precisa, precisión de los equipos entre otros que ingresan en cada uno de los procesos de transformación de la piel en cuero.



**Gráfico 6-3:** Regresión del tacto de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

### 3.2.2. *Finura de pelo*

La calificación sensorial de finura de pelo de las pieles de cuy reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), de acuerdo a Kruskal Wallis, entre las medias de los tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* empleados, en la formulación del curtido, observándose como mejor opción al trabajar con el tratamiento T3 (14 %), cuyas medias fueron de 4,67 puntos y calificación de excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2019), seguidas por las pieles de cuy del tratamiento T2 (12%), con puntuaciones de 2,83 puntos y calificación buena de acuerdo a la mencionada escala, en tanto que al trabajar con el tratamiento T1 (10 %), las puntuaciones fueron las más bajas de la investigación ya que descendieron a 2,67 puntos y calificación buena.

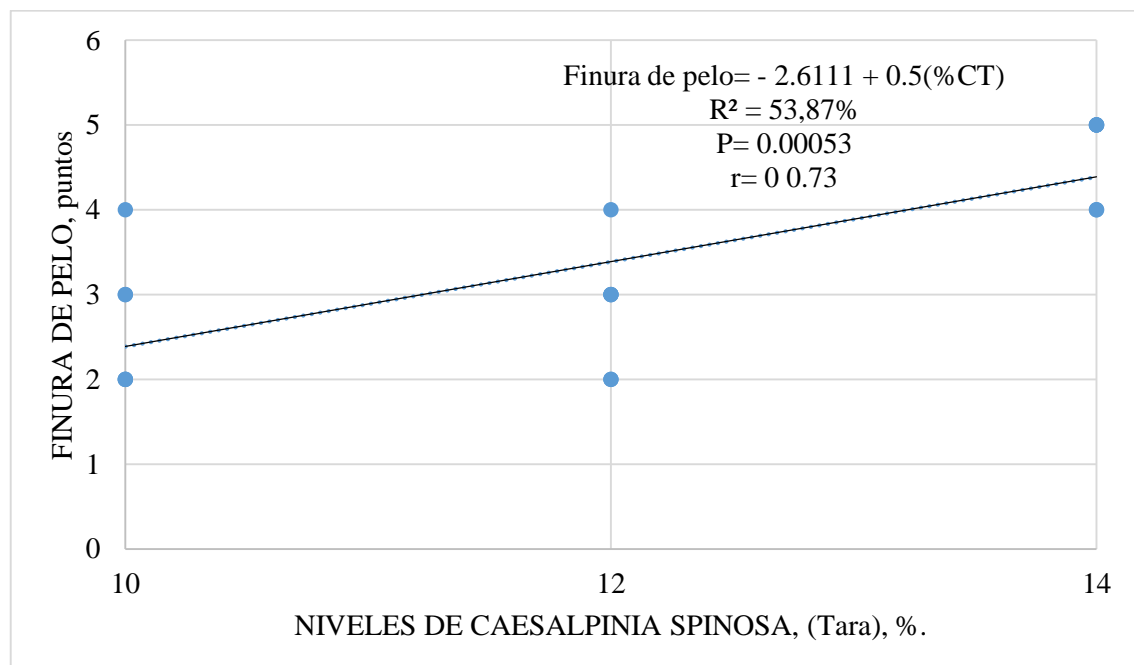
Es decir que al aplicar un mayor porcentaje de curtiente tara en combinación con sulfato de aluminio se consigue mejorar la calificación de finura de pelo lo que tiene su fundamento con lo expuesto por (Hidalgo, 2004), quien indica que la piel de cuy destinada a la confección de artículos de peletería media es necesario que conserve el pelo y que no haya sufrido ni pelambre ni calero ya que la piel de peletería con pelo llegara al estado de piquel y curtición sin haberse eliminado la epidermis y sin hidrólisis del colágeno, hinchamiento, separación de las fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de las proteínas hidrosolubles que harán que su punto isoelectrico y su reactividad respecto a la curtición, tintura y engrase sean distintos.

Los efectos de apertura se obtienen por otros caminos que no alteran la estabilidad ni características del pelo y más bien lo hacen más fino, dócil y delicado uno de los caminos es la curtición con niveles que bordean los 7 a 10% de sulfato de aluminio que lo que pretende es mejorar los atributos sensoriales de la piel que conserva el pelo durante su fabricación procesos que pueden ser relativamente simples o muy sofisticados o complejos, ya que la proyección del producto desde una perspectiva sensorial tiene un campo de acción más amplio

Lo que hace que su clasificación se eleve en forma significativa y que puede estar ayudado por la aplicación del sulfato de aluminio que permite que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente sea mayor y que influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel, interviniendo directamente en la finura del pelo.

Los reportes de finura de pelo de la presente investigación son inferiores al ser comparados con los registros de (Caguana, 2011) quien manifiesta que los valores medios obtenidos de las puntuaciones de finura de pelo de las pieles de cuy reportaron, por efecto de los diferentes niveles de quebracho ATS, la mejor opción al trabajar con 15% de curtiente vegetal , cuyas medias fueron de 4.38 puntos , así como de (Vargas, 2011) quien manifiesta que los valores medios obtenidos de las puntuaciones de la calificación sensorial de finura de pelo de las pieles de cuy, por efecto de los diferentes niveles de sulfato de aluminio empleados, en la formulación del curtido, registraron los resultados más altos al trabajar con 9% de alumbre, cuyas medias fueron de 4.63 puntos.

Según el gráfico 7-3, en el que se ilustra el análisis de regresión de la finura de pelo de las pieles de cuy se aprecia que depende de los niveles de sulfato de aluminio utilizado en la curtición en un 53,87% que está indicado por el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), mientras que el restante 46.13 % depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la línea genética del animal y su cuidado durante la crianza, a la vez que está relacionada estadísticamente ( $P < 0.001$ ), a una regresión lineal altamente significativa , cuya ecuación es de Finura de pelo =  $-2.611 + 0.5(\%CT)$ ; es decir, que partiendo de un interceptó de 2.6 la finura de flor tiende a incrementarse en 0.5 décimas por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente vegetal utilizado en la curtición. .



**Gráfico 7-3:** Regresión de la finura de pelo de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

### 3.2.3. *Brillantes de pelo*

Los valores medios obtenidos de las puntuaciones de la calificación sensorial de brillantes de pelo de las pieles de cuy reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los diferentes niveles de sulfato de aluminio empleados, en la formulación del curtido, como se indica en el cuadro 2-3, observándose como mejor opción al trabajar con el tratamiento T3 (14 %), cuyas medias fueron de 4,50 puntos y calificación de excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2019), seguidas por las pieles de cuy del tratamiento T2 (12%), con puntuaciones fueron de 3,50 puntos y calificación buena de acuerdo a la mencionada escala, en tanto que al trabajar con el tratamiento T1 (10 %), las puntuaciones fueron las más bajas ya que descendieron a 2,83 puntos y condición buena.

Es decir que para conseguir una mejor brillantes del pelo de cuy es aconsejable utilizar mayores niveles de curtiente para lo que se corrobora con lo manifestado por (Hidalgo, 2004), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales, generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno.

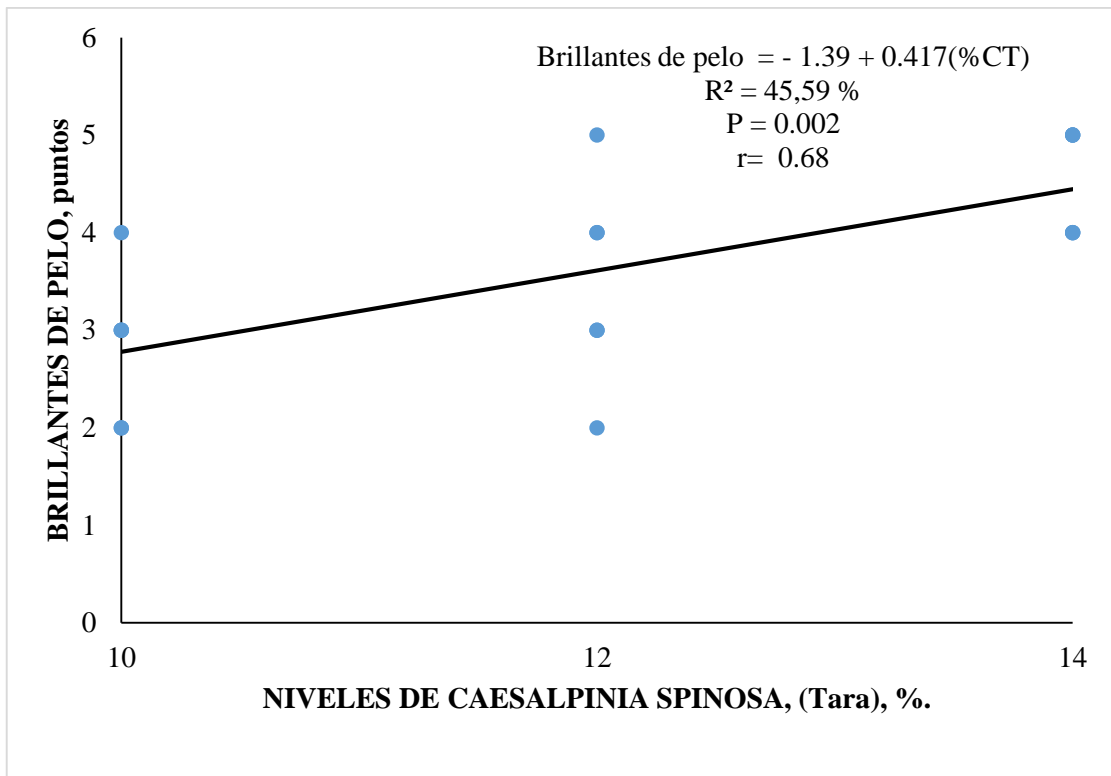
Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno desmejorando la adherencia y la finura del pelo. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cual sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal.

Sin embargo la curtición vegetal tiene el objetivo de conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, y sobre todo que la brillantes del pelo sea evidente

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 8-3, determinó para la variable sensorial brillantes de pelo una tendencia lineal positiva, es decir, que, en la fórmula de curtido de las pieles de cuy, se producirá un incremento de la calificación de blandura en 0.4167 puntos, con un



coeficiente de determinación de 45,59% mientras tanto que el 54,41 % restante depende de otros factores no considerados como, calcular la muestra precisa, el tipo de piel a tratar, entre otros.



**Gráfico 8-3:** Regresión de la brillante de pelo de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio.

Realizado por: Manzano, Edhy, 2019

### 3.3. Análisis de correlación entre variables físicas y sensoriales de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % sulfato de aluminio para peletería media

Para evaluar la correlación que se registra entre los diferentes niveles de tara en combinación con 4 % de sulfato de aluminio y las variables físicas y sensoriales de las pieles de cuy se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se describe a continuación en el cuadro 3-3:

- La correlación que se registra entre la variable física resistencia a la tensión y los diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % sulfato de aluminio para peletería media identifica una correlación negativa alta ( $r = 0,49$ ); es decir que a medida que se

incrementan los niveles de tara, la resistencia a la tensión también disminuye en forma altamente significativa, ( $P < 0.01$ ).

Niveles de tara	Niveles de tara	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación	Lastometria	Tacto	Finura del pelo	Brillantes de pelo
	1			*			
Resistencia a la tensión	-0.49	1.00		*	*	**	*
Porcentaje de elongación	-0.46	0.53	1.00	**	**	**	*
Lastometria	0.28	-0.31	-0.11	1			*
Tacto	0.72	-0.34	-0.01	0.41	1		
Finura del pelo	0.73	-0.15	-0.05	0.43	0.58	1	*
Brillantes de pelo	0.68	-0.30	-0.31	0.3	0.68	0.38	1

**Ilustración 3-3:** Análisis de correlación entre variables físicas y sensoriales de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para peletería media.

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

- Al evaluar la variable porcentaje de elongación de las pieles de cuy se determinó que existe una correlación negativa alta ( $r = -0.46$ ), por efecto de los diferentes niveles de curtiente *Caesalpinia spinosa*, (tara) adicionado a la fórmula de curtido destinadas a la confección de peletería media, es decir que por cada unidad de incremento en el nivel de *Caesalpinia spinosa*, (tara) el porcentaje de elongación también se eleva en forma altamente significativa, ( $P < 0,001$ ).
- La correlación que se aprecia entre la resistencia física de Lastometria de las pieles de cuy y los diferentes niveles de curtiente tara presenta un coeficiente correlaciona positiva baja de  $r = 0.28$ , es decir que a medida que se eleva el porcentaje de curtiente tara en el curtido de las pieles de cuy la Lastometria también se incrementa en forma altamente significativa, ( $P < 0,01$ ).
- Al correlacional la calificación de tacto de las pieles de cuy destinadas a la confección de artículos de marroquinería con los diferentes niveles de curtiente *Caesalpinia spinosa*, (tara) se identifica una relación positiva alta ya que el coeficiente correlacional fue de  $r =$

0,72, es decir que con el incremento del nivel de curtiente *Caesalpinia spinosa*, (tara), la calificación de tacto de las pieles de cuy destinadas a la confección de peletería media también se eleva en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

- El análisis de correlación que se registra entre la variable sensorial finura de pelo y los diferentes niveles de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa*, (tara) en combinación con el 4% de sulfato de aluminio e aprecia una correlación positiva alta ( $r = 0,73$ ), es decir que con el incremento de curtiente tara existirá una elevación en la calificación de finura de pelo de las pieles de cuy destinadas a la confección de peletería media.
- Finalmente la correlación que se aprecia entre los diferentes niveles de curtiente *Caesalpinia spinosa*, (tara) en combinación con 4 % de sulfato de aluminio y la calificación de brillantes de pelo, registra un coeficiente correlacional de  $r = 0,68$  es decir una correlación positiva alta, lo que determina que a medida que se incrementan los niveles de curtiente tara la calificación de brillantes de pelo de las pieles de cuy también se elevan en forma altamente significativa, ( $P < 0,01$ ).

#### **3.4. Evaluación económica de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para artículos de peletería media**

La evaluación económica de la producción de pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* en combinación con 4% de sulfato de aluminio, determinó los egresos totales para el lote de cueros curtidos con 10 % de tara (T1), valores de 109.95 dólares, para el curtido con 12 % de tara egresos de 110.70 dólares y para el curtido de las pieles de cuy con 14 % de tara gastos de 111.45 dólares y que fueron producto de la compra de pieles de cuy, químicos para los procesos de ribera, curtido y acabado así como también gastos de alquiler de maquinaria confección de artículos finales entre otros.

Los ingresos que fueron determinados por la venta de productos de peletería media confeccionados así como también de las pieles que no fueron utilizadas en la manufactura y que alcanzaron un costo aproximado de 6 dólares por piel los resultados fueron de \$124.00; \$134.00 y de \$144,00 para el caso de las pieles de cuy de los tratamientos T1 (10 %), T2 (12 %) y T3 (14 %), en su orden

Al tener identificados tanto los ingresos como los egresos se procedió a determinar el costo de producción de cada piel de cuy cuyo monto fue de \$4.97 \$5.06 y \$ 5.12 al curtir con 10, 12 y 14 % de curtiente tara en combinación con 4 % de sulfato de aluminio

Una vez determinados los egresos y los ingresos se procedió a calcular la relación beneficio costo y que fue de 1,29 al utilizar el 14 % de curtiente tara (T3), es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 29% o una ganancia del 29 % la misma que desciende a 1,21 al curtir las pieles de cuy para peletería media con 12% de *Caesalpinia spinosa* (tara), mientras tanto que la rentabilidad más baja fue determinada en las pieles curtidas con el 10 % (T1), de curtiente tara cuya relación beneficio costo fue de 1,12 , es decir una ganancia de 12 centavos por dólar invertido como se indica en la ilustración 4-3

La producción de pieles de cuy para peletería media de acuerdo a los reportes económicos permiten afirmar que es una alternativa innovadora y muy atractiva ya que se evidencian márgenes de utilidad que fluctúan entre 12 y 29 % por cada lote de producción tomando como referencia que la duración de este proceso sería corta (2 meses), lo que permite una recuperación de capital más rápida, superando inclusive al de otras actividades afines.

Además se debe pensar en el aspecto ecológico que conlleva dos virtudes como es el cuidado de las especies que están en peligro de extinción como es la nutria, el lobo, armadillo entre otras, al reemplazarlas por una piel no tradicional. Así como también el beneficio de la curtición ecológica es decir libre de cromo puesto que es conocido que la industria del cuero emite una cantidad considerable de residuos y contaminación del aire y del entorno en la que está situada la fábrica, ya que se utilizan como curtiente universal el cromo.

CONCEPTO	NIVELES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , EN COMBINACIÓN CON 4 % DE SULFATO DE ALUMINIO		
	10%	12%	14%
	T1	T2	T3
Numero de pieles	12	12	12
Costo por piel, USD.	4	4	4
Total costo de pieles	48.00	48.00	48.00
Procesos de remojo y precurtido, USD.	4.00	4.00	4.00
Proceso de Curtido, USD.	4.50	5.25	6.00
Proceso de Acabado en Húmedo	3.45	3.45	3.45
Elaboración de billeteras, USD.	50.00	50.00	50.00
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>109.95</b>	<b>110.70</b>	<b>111.45</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de pieles sobrantes	39	39	39
Venta Billetera Hombre	42.5	45.50	52.50
Venta de Billeteras Mujer	42.5	45.50	52.50
<b>TOTAL DE INGRESO</b>	<b>124.00</b>	<b>134.00</b>	<b>144.00</b>
<b>RELACION BENEFICIO COSTO</b>	<b>1.12</b>	<b>1.21</b>	<b>1.29</b>

**Ilustración 4-3:** Evaluación económica de las pieles de *Cavia porcellus* (*cuy*), curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con 4 % de sulfato de aluminio para artículos de peletería media

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

#### 4. CONCLUSIONES

- Al realizar la curtición de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), de la línea criollo con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, (10,12 y 14%) en combinación con 4% de sulfato de aluminio se consiguió obtener un material adecuado para la confección de peletería media de elevada calidad.
- Las resistencias físicas de las pieles de *Cavia porcellus* (cuy), reportaron los resultados más altos de tensión (1340.17 N/cm<sup>2</sup>), y porcentaje de elongación (37.50 %), al utilizar en la curtición 10 % de tara mientras tanto que con el 14 % se consigue la mejor Lastometría (10.04 mm), y que al ser comparadas con las exigencias de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero, superan con los límites permisibles para asegurar su aceptación.
- De acuerdo a la escala de evaluación sensorial se aprecia que al curtir las pieles de cuy con niveles altos de tara (14 %), se consigue ponderaciones altas de tacto ( 4.33 puntos), finura de pelo ( 4.67 puntos) y brillantes de pelo (4.50 puntos), es decir un material muy vistoso blando, y sobre todo que el pelo que ha conservado se encuentra suave y brillante ideal para la confección de artículos no convencionales para peletería media, que podrían posesionarse en los mercados más exigentes tanto nacionales como internacionales .
- Los costos de producción determinaron que las pieles alcanzaron un valor promedio de 6 dólares americanos y si se proyecta venderlos por piel se obtendrá una relación beneficio costo de 1.29 que es la más alta y fue determinada en el lote de pieles del tratamiento T3 ( 14 %), ya que el valor de beneficio costo fue de 1.29, es decir se tiene un margen de utilidad del 29 % que es sumamente alto en relación al de otras actividades similares, pero con la diferencia que el riesgo y el tiempo de retorno de capital es bajo.

## 5. RECOMENDACIONES

De los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones

- Se recomienda para obtener un material adecuado para la confección de artículos de peletería media curtir las pieles de *Cavia porcellus (cuy)*, de la línea criollo con extractos vegetales como es la *Caesalpinia spinosa* tara debido a que no producen debilitamiento de la piel y el pelo no se desprende.
- Es aconsejable curtir con 10% de tara, para mejorar las resistencias físicas del cuero de manera que cumplan con las exigencias de calidad para que se asegure que al confeccionar los artículos no se produzca ningún daño en la superficie de la piel y el pelo no se desprenda.
- La belleza de la piel es un aspecto muy importante a ser considerado en este tipo de trabajo por lo tanto es recomendable curtir con 14 % de tara para obtener un pelo muy brillante suave y lustroso y que el lado flor presente un tacto agradable.
- Para mejorar el aspecto económico de una empresa curtidora es aconsejable el empleo de niveles altos de tara porque se obtiene dos beneficios fundamentales que son una mayor ganancia por piel producida y el cuidado del ambiente al prescindir del curtiembre universal como es el cromo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Adzet, Juan:** *Química Técnica de Tenería*. 1a ed. Igualada, España. : Edit Romanya-Valls. , 2005. pp 105,199, 215. .
2. **Aleandri, Fabian:** *1000 preguntas y 1000 respuestas sobre cría y comercialización de cuy*. 1a ed. Buenos Aires : Edit. Banner., 2009. pp. 45, 46, 78, 79.
3. **Alvarez, Julio:** *Comparación del comportamiento de las pieles de cuy línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio*". Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Rioabamba , Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2013. p.80
4. **Ángulo, Edin:** *Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa*. 1a ed. Barcelona-España: Edit EIIP, 2007. pp 30 – 43.
5. —.: *Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión, Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa*. 1a ed. Barcelona : Barcellus, 2007. pp 30 – 43.
6. **Artigas, Maria:** *Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles*. 2a ed. Barcelona. : Edit. Latinoamericana. , 2007. pp. 12, 24, 87,96.
7. **Asociación Española en la Industria del Cuero :** Normas Tecnicas del cuero y calzado. *Normas tecnicas en la industria del cuero* . Igualada, España : AQUIC, 2002.



8. **Bacardit, Arturo:** *Química Técnica del Cuero*. 2a ed. Cataluña-España : Edit. COUSO., 2004. pp. 12-52-69.
  
9. **Balla, Ernesto:** *Curtición de pieles de cuy con la utilización de tres niveles de curtiembre mineral sulfato de cromo* “. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : 2010 .p.90
  
10. **Balla, Eduardo:** “*Curtición de pieles de cuy con la utilización de tres niveles de curtiembre mineral sulfato de cromo* “. Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2010.
  
11. **Bishat, Rene:** La crianza comercial de los cuyes .[En línea] 17 de Febrero de 2017. Consultado: [18 de Marzo del 2019]  
<http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/crianza-de-cuyes.htm>.
  
12. **Cadena, Salome:** *Crianza casera y comercial cuyes*. 1 ed. Quito : Edit. Libros épsilon. , 2000. pp. 9 – 107.
  
13. **Caguana, Mario:** “*CURTICIÓN DE PIELES DE CUY PARA PELETERIA MEDIA UTILIZANDO TRES NIVELES DE TANINO VEGETAL QUEBRACHO ATS*”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2011.
  
14. **Castro, Hugo:** *Tecnología del Cuero*. 1a ed. Buenos Aires : Edit Carpeluz, 2002. pp. 67 -78.

15. **FAO:** Introduccion General sobre la crianza del cuy . [En línea] 22 de Enero de 2017.  
Consultado: [18 de Febrero del 2019]  
<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s01.htm>.
  
16. **Frankel, Alejandro:** *Manual de Tecnología del Cuero*. 2a ed. Buenos Aires-Argentina :  
Edit. Albatros., 2009. pp. 112 -148.
  
17. **Hidalgo Luis:** Escala de calificacion se ls variables sensoriales de las pieles de cu  
curtidas con dfierentes niveles de tara en combinacion con sulfato de aluminio. *Escala de  
calificacion sensorial*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 22 de Mayo de  
2019.p.19
  
18. **Hidalgo, Luis:** *Texto básico de Curtición de pieles*. [ed.] 1a ed. Riobamba : Edit.  
ESPOCH, 2004.. pp. 10 – 56.
  
19. **Iglesias, Ernesto:** *La industria del cuero y del calzado en México*”. *Facultad de  
Economía*,. 1a ed. Lima-Peru : Edit UNAM., 2007. pp 23 -45.
  
20. **Iza, Gabriela:** “*Combinación de dos curtientes vegetales en la curtición de pieles de cuy  
para confeccionar artículos de peletería media*” . Escuela Superior Politecnica de  
Chimborazo , Riobamba , Chimborazo , Ecuador : ESPOCH, 2016.p 98
  
21. **Jonaz, Luis:** Tejido subcutáneo o endodermis. . [En línea] 19 de Septiembre de 2017.  
Consultado: [8 de Mayo del 2019]  
<http://www,tecnica.tipospieles.htm>..

22. **Laboratorio de Curtiembre de Piel:** Analisis de los ensayos fisicos. Riobamba : ESPOCH, 2019.
23. **Lacerca, Martin:** *Curtición de Cueros y Piel.* 1a ed. Buenos Aires-Argentina : Edit. Albatros. , 2003. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
24. **Lamperin, Mario:** Estructura de la piel y sus anexos . [En línea] 12 de Agosto de 2017. Consultado: [16 de Mayo del 2019]  
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/lapiel.htm>.
25. **Libreros, Juan:** *Manual de Tecnología del cuero.* 1a ed. Igualada-España, : Edit. EUETII. I, 2003. pp. 13 – 24, 56, 72.
26. **Mariño, Julio:** *Informe de Prácticas de Producciones II.* Escuela de Ingeniería Zootécnica., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, : Facultad de Ciencias Pecuarias., 2007. págs. . p. 19, 33., Informe de Practicas de Producciones II. p.11
27. **Martínez, Gabriel:** Procesos para el curtido de cueros. . [En línea] 12 de Octubre de 2017. Consultado: [9 de Enero del 2019]  
[http://www.guiacuy.com. .](http://www.guiacuy.com.)
28. **Narváez, Jaime:** *Curtición de pieles de cavia porcellus (cuy) utilizando diferentes niveles de taninos sintéticos para la confección de peletería fina.* Trabajo De Titulación

*Tipo*:. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2017.p.70

29. **Naturales, Estación Agrometereologica de la Facultad de Recursos.:** Registros metereologicos de la Provincia de Chimborazo . Riobmba , Chimborazo , Ecuador : ESPOCH- FRN, 19 de Septiembre de 2017.
  
30. **Osorio, Luis:** Localización de la toma de muestras en el cuero. . [En línea] 12 de Septiembre de 2016.  
Consultado: 18 de Marzo del 2019  
<http://www.centros5.pntic.mec.es>.
  
31. **Paguay, Lenis:** “*Curtición De Pieles De Cavia Porcellus (CUY) Ccon diferentes niveles de glutaraldehido.* Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera De Ingeniería en Industrias Pecuarias En Industrias Pecuarias, Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2016. pp98,99,100
  
32. **Palomas, Jaime:** *Química técnica de la tenería.* 2a Igualada-España : Edit . CETI., 2005. pp. 52 ,68,69,78. .
  
33. **Palomino, Rene:** *Crianza y comercialización de cuyes.* . [ed.] 1a ed. Lima : Edit. Ripalme. , 2002. pp. 14 – 126.
  
34. **Pérez, Bryan:** El aturdimiento de los cuyes. [En línea] 12 de Junio de 2017.  
Consutado: [17 de Enero del 2019]  
<http://www.cueronet.art.com..>

35. **Portavella, Mario** :*Tenería y medioambiente, aguas residuales*. [ed.] 2a ed. Barcelona : Edit CICERO., 2005.. pp .91,234,263 . Vol. Vol 4.
36. **Reminisen, Andres**: La curticion vegetal y las caractrsticas del cuero . [En línea] 20 de Noviembre de 2016.  
Consultado: 19 de Marzo 2019  
<http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-sg-es-4/s1-sgs-ov-controls.html>.
37. **Soler, Julio**: *Procesos de Curtido*. 1a ed. Barcelona-España, : Edit CETI. , 2005.. p10
38. **Stryer, Leonor**: *Bioquímica*. 2a. ed. Barcelona-España, : Edit. Reverté S.A., 2005.. pp 12 – 16. .
39. **Suarez, Gabriela**: Criterios a seguir para la curticion [En línea] 02 de Agosto de 2016.. Consutado: [14 de Febrero del 2019]  
[https://spanish.alibaba.com/gifts-crafts\\_p17](https://spanish.alibaba.com/gifts-crafts_p17)
40. **Vargas, Pedro**: *curtición de pieles de cuy para peletería con la utilización de diferentes niveles de alumbre*". Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba , Chimborazo, Ecuador : 2011. pp-98
41. **Verstraete, Walter**: Características y partes de la piel. . [En línea] 22 de Julio de 2017.  
Consutado: [17 de Enero del 2019]  
<http://www.cueronet.piel.com..>

## ANEXOS

**Anexo A.** Receta para Remojo de pieles de Cuy para obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*.

	Producto	Porcentaje	Cantidad	Medida	Temperatura	Tiempo
Remojo	Agua	200%	6	Litros	Ambiente	24:00:00
	Sal	10%	300	Gramos		
	Acido Fórmico	2%	60	ml		
	Formol	0,10%	3	ml		
	Agua	600%	18	Litros	Ambiente	12:00:00
	cloro	0,50%	15	ml		
	Tenso Activo	2%	60	ml		
Pesar Pieles, Peso 2						

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo B.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 1; 10% de *Caesalpinia spinosa*) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*.

curtición	Agua	120%	3	Litros	Ambiente	12:00:00	
	Sal	20%	500	Gramos			
	Acido Fórmico	2,80%	70	ml			
	Sulfato de Aluminio	6,00%	150	ml		12:00:00	
	Descarnar en mojado o Secar y Estacar						
	Pesar Pieles, peso 3						
	Agua	60%	1,2	Litros	Ambiente	0:10:00	
	Sal	10%	200	Gramos			
	Acido Fórmico	1,40%	28	ml		1:00:00	
						1:00:00	
						1:00:00	
	Reposo						12:00:00
	Rodar						0:05:00
	Tara	10,00%	200	Gr		1:00:00	
1:00:00							
1:00:00							

Continuara...

Continúa...

	Ácido Formico	0,40%	8	ml		1:00:00
	Sulfato de Aluminio	4%	80	Gramos		1:00:00
	Basificante	0,30%	6	ml/gr		1:00:00
						5:00:00
Botar Baño						
Colocar pieles una sobre otra						12:00
Secar- estacar -ligar						8:00:00

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo C.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 2; 12% de Caesalpinia spinosa) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de Caesalpinia spinosa.

curtición	Agua	120%	3	Litros	Ambiente	12:00:00	
	Sal	20%	500	Gramos			
	Acido Fórmico	2,80%	70	ml			
	Sulfato de Aluminio	6,00%	150	ml		12:00:00	
	Descarnar en mojado o Secar y Estacar						
	Pesar Pieles, peso 3						
	Agua	60%	1,2	Litros	Ambiente	0:10:00	
	Sal	10%	200	Gramos			
	Acido Fórmico	1,40%	28	ml		1:00:00	
						1:00:00	
						1:00:00	
	Reposo						12:00:00
	Rodar						0:05:00
	Tara	12,00%	240	Gr		1:00:00	
						1:00:00	
						1:00:00	
	Ácido Formico	0,40%	8	ml		1:00:00	
	Sulfato de Aluminio	4%	80	Gramos		1:00:00	
	Basificante	0,30%	6	ml/gr		1:00:00	
						1:00:00	

Continuara...

Continúa...

					5:00:00
Botar Baño					
Colocar pieles una sobre otra					12:00
Secar- estacar -ligar					8:00:00

Realizado por: Manzano, Edhy, 2019

**Anexo D.** Receta para el proceso de Curtición de pieles Cuy (Tratamiento 3; 40% de *Caesalpinia spinosa*) para la obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de *Caesalpinia spinosa*

curtición	Agua	120%	3	Litros	Ambiente	12:00:00	
	Sal	20%	500	Gramos			
	Acido Fórmico	2,80%	70	ml			
	Sulfato de Aluminio	6,00%	150	ml		12:00:00	
	Descarnar en mojado o Secar y Estacar						
	Pesar Pieles, peso 3						
	Agua	60%	1,2	Litros	Ambiente	0:10:00	
	Sal	10%	200	Gramos			
	Acido Fórmico	1,40%	28	ml		1:00:00	
						1:00:00	
						1:00:00	
	Reposo						12:00:00
	Rodar						0:05:00
	Tara	14,00%	280	Gr		1:00:00	
						1:00:00	
						1:00:00	
	Ácido Formico	0,40%	8	ml		1:00:00	
	Sulfato de Aluminio	4%	80	Gramos		1:00:00	
	Basificante	0,30%	6	ml/gr		1:00:00	
						1:00:00	
5:00:00							



Continúa...

	Botar Baño	
	Colocar pieles una sobre otra	12:00
	Secar- estacar -ligar	8:00:00

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo E.** . Receta para Acabado en Húmedo de pieles de Cuy para obtención de cuero para peletería media utilizando 10%, 12%, 14% de Caesalpinia spinosa

Acabado en Húmedo	Agua	200%	4	litros	25 C	0:30:00	
	Ácido Oxálico	1%	20	gramos			
	Tenso Activo	0,20%	40	ml			
	Botar Baño						
	Agua	80%	1,6	Litros	40 C	0:40:00	
	Sulfato de Aluminio	1%	20	gramos			
	Glutaraldeido	2%	40	Gramos			
	Rodar						
	Agua	100%	2		40 C	0:30:00	
	Formiato de Sodio	1%	20	Gramos			
	Rodar						
	Bicarbonato de Sodio	1,50%	30	Gramos		1:00:00	
	Botar Baño						
	Agua	50%	1	Litros	40 C	0:30:00	
	Tara	4%	80	Gramos			
	Rellenante de Faldas	2%	40	Gramos			
	Agua	150%	3	Litros	70 C	1:00:00	
	Esteforforico	1,50%	30	Gramos			
	Parafina Sulforada	6%	120	Gramos			
	Acido de Formico	1%	20	Gramos		0:10:00	
	Rodar						
	Botar Baño						
	Agua	200%	4	Litros	Ambiente	0:20:00	
Botar Baño							
Perchar, Secar, Estacar					24:00:00		

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo F.** Estadísticas de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	1123.08	1568.00	1190.77	946.15	1501.92	1711.11	8041.03	1340.17
12%	1136.67	1128.97	759.86	1265.56	1006.76	1051.37	6349.19	1058.20
14%	901.54	1291.27	785.50	1303.85	805.43	1089.84	6177.42	1029.57

Promedio: 1142.65

Coefficiente de variación: 20.95

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	353601.61	2	176800.81	3.08	0.0755
Error	859779.29	15	57318.62		
Total	1213380.91	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 2.26

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
14%	1029.57	6	97.74	a
12%	1058.2	6	97.74	a
10%	1340.17	6	97.74	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo G:** Estadísticas del porcentaje de elongación de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	27.50	35.00	37.50	40.00	45.00	40.00	225.00	37.50
12%	32.50	30.00	27.50	42.50	20.00	10.00	162.50	27.08
14%	30.00	25.00	25.00	40.00	25.00	20.00	165.00	27.50

Promedio: 30.69

Coefficiente de variación: 27.00

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	417.36	2	208.68	3.04	0.078
Error	1030.21	15	68.68		
Total	1447.57	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 5.93

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
12 %	27.08	6	3.38	a
14 %	27.5	6	3.38	a
10%	37.5	6	3.38	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo H:** Estadísticas de la lastimetría de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	10.05	10.07	10.07	9.87	10.05	9.28	59.39	9.90
12%	10.02	10.05	10.05	10.07	9.54	10.08	59.80	9.97
14%	10.07	10.06	9.96	10.02	10.06	10.07	60.25	10.04

Promedio: 30.69

Coefficiente de variación: 2.2

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0.06	2	0.03	0.65	0.55
Error	0.72	15	0.05		
Total	0.78	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
10 %	9.9	6	0.09	a
12 %	9.97	6	0.09	a
14 %	10.04	6	0.09	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo I:** Estadísticas del tacto de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	15.00	2.50
12%	4.00	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	18.00	3.00
14%	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	3.00	26.00	4.33

Promedio: 3.28

Coefficiente de variación: 23.41

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	10.78	2	5.39	9.15	0.0025
Error	8.83	15	0.59		
Total	19.61	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación: 7.31

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
10	2.5	6	0.31	b
12	3	6	0.31	b
14	4.33	6	0.31	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**D. ADEVA DE LA REGRESION**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10.08	10.08	16.93	0.001
Residuos	16	9.53	0.60		
Total	17	19.61			

Realizado por: Manzano, Edhy, 2019

**Anexo J:** Estadísticas de la finura de pelo de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	2.00	16.00	2.67
12%	3.00	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	17.00	2.83
14%	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	28.00	4.67

Promedio: 3.39

Coefficiente de variación: 20.87

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	14.78	2	7.39	14.78	0.0003
Error	7.5	15	0.5		
Total	22.28	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación: 7.31

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
10 %	2.67	6	0.29	b
12 %	2.83	6	0.29	b
14 %	4.67	6	0.29	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**D. ADEVA DE LA REGRESION**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	12.00	12.00	18.68	0.001
Residuos	16	10.28	0.64		
Total	17	22.28			

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo K:** Estadísticas de la brillantes de pelode las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa*, en combinación con sulfato de aluminio.

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Tara + 4 % de Sulfato de Aluminio	REPETICIONES						Suma	Media
	I	II	III	IV	V	VI		
10%	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00	17.00	2.83
12%	5.00	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00	21.00	3.50
14%	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	27.00	4.50

Promedio: 3.61

Coefficiente de variación: 22.42

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	8.44	2	4.22	6.44	0.0096
Error	9.83	15	0.66		
Total	18.28	17			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación: 7.14

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY**

Niveles	Medias	n	E.E.	Rango
10 %	2.83	6	0.33	b
12 %	3.5	6	0.33	ab
14 %	4.5	6	0.33	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**D. ADEVA DE LA REGRESION**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	8.333	8.333	13.408	0.002
Residuos	16	9.944	0.622		
Total	17	18.278			

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019

**Anexo L:** Prueba de Kruskal Wallis para variables sensoriales

Variable	Niveles	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Tacto	10	6	2.5	0.55	2.5	2	0.93	8.34	0.0112
Tacto	12	6	3	0.89	3				
Tacto	14	6	4.33	0.82	4.5				

Variable	Niveles	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Finura del pelo	10	6	2.67	0.82	2.5	2	0.94	10.21	0.0043
Finura del pelo	12	6	2.83	0.75	3				
Finura del pelo	14	6	4.67	0.52	5				

Variable	Niveles	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Brillantes de pelo	10	6	2.83	0.75	3	2	0.93	7.56	0.017
Brillantes de pelo	12	6	3.5	1.05	3.5				
Brillantes de pelo	14	6	4.5	0.55	4.5				

**Realizado por:** Manzano, Edhy, 2019



**Anexo M.** Extracción de pieles de cuyes para la obtención cueros curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.



**Anexo N.** Proceso de curtido para pieles de cuy curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.





**Anexo O.** Estacado, ligado de pieles de cuy, curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio.



**Anexo P.** Acabado en Humedo de pieles de cuy, curtidos con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio..





**Anexo Q.** Pruebas Físicas de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (10%, 12%, 14%), en combinación con sulfato de aluminio..

