



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“COMBINACIÓN DE DOS CURTIENTES VEGETALES EN LA CURTICIÓN DE  
PIELES DE CUY PARA CONFECCIONAR ARTÍCULOS DE PELETERÍA  
MEDIA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
Previa a la obtención del título de  
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR  
GEOVANNA ELIZABETH IZA GUAMÁN**

**RIOBAMBA-ECUADOR.**

**2016**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



Ing. MC. Jesús Ramón López Salazar.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



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



ING MC. Hermenegildo Díaz Berrones.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 4 de Mayo del 2016.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Geovanna Elizabeth Iza Guamán, con cedula de identificad número 060436070-1 , declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 4 de Mayo del 2016

  
Geovanna Elizabeth Iza Guamán  
CI: 060436070-1

## DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amado esposo Víctor Carrillo , a mi madrecita Rosa Guamán por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión cariño y amor .

A mi amada hija Emily Damarys por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mí amado padre, hermanas y mi cuñado Hipólito Lata (+) quienes con sus palabras de aliento no me dejaban caer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante el tiempo de estudio estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

Geovanna.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente adiós por darme las fuerzas y la fe para creer en lo que parecía imposible pero con esfuerzo y perseverancia lo he logrado.

A mi familia por impulsarme a terminar este trabajo.

Al Ing. Hermenegildo Díaz por su apoyo y asesoramiento científico, a mi director Ing. Luis Hidalgo por su apoyo total en el desarrollo de la tesis.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo por haberme aceptado ser parte de ella para poder estudiar en mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Finalmente agradezco a todos quienes pusieron su granito de arena para la culminación de mi tesis.

Geovanna.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. QUE ES PIEL	3
1. <u>Capas de la piel</u>	4
a. La epidermis	5
b. Estrato basal	6
c. Estrato espinoso	6
d. Estrato granuloso	7
e. Estrato lúcido	7
f. Estrato córneo	7
2. <u>La dermis</u>	8
a. Estrato papilar	8
b. Estrato reticular	8
c. Componentes celulares de la dermis	9
d. Proteínas fibrosas de la dermis	10
e. Substancia básica no fibrosa de la dermis	10
f. Matriz extracelular	11
3. <u>La hipodermis</u>	11
a. Receptores sensoriales en el cutis y en el subcutis	12
B. ESTRUCTURA DE LA PIEL	12
C. FUNCIONES DE LA PIEL	13
D. FORMACIONES ANEXAS A LA PIEL	14
1. <u>La distribución sanguínea en la piel</u>	16
E. OPERACIONES DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY	16
1. <u>Remojo</u>	18
2. <u>Blanqueo</u>	19
3. <u>Acondicionado</u>	20

4.	<u>Piquelado</u>	20
5.	<u>Descarnado</u>	22
6.	<u>Desencalado</u>	22
F.	CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA	23
G.	CURTICIÓN VEGETAL	24
1.	<u>Factores que influyen en la curtición vegetal</u>	28
2.	<u>Operaciones posteriores a la curtición vegetal</u>	30
H.	EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES	31
I.	MIMOSA	33
J.	GUARANGO	35
1.	<u>El guarango en la industria del curtido</u>	37
K.	QUE ES PELETERÍA	37
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	40
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	40
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	40
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	41
1.	<u>Materiales</u>	41
2.	<u>Productos químicos</u>	41
3.	<u>Equipos e Instalaciones</u>	42
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	42
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	43
1.	<u>Físicas</u>	43
2.	<u>Sensoriales</u>	44
3.	<u>Económicas</u>	44
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	44
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	44
1.	<u>Remojo</u>	45
2.	<u>Rendido o purgado</u>	45
3.	<u>Desengrase</u>	46
4.	<u>Piquelado</u>	46
5.	<u>Curtido vegetal</u>	47
6.	<u>Engrase</u>	47
7.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	48

H.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	48
1.	<u>Análisis sensorial</u>	48
2.	<u>Resistencias físicas</u>	50
a.	Resistencia a la tensión	50
1).	Procedimiento	53
b.	Porcentaje de elongación	56
c.	Lastometría	57
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	58
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.	58
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	58
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	62
3.	<u>Lastometría</u>	66
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO	69
1.	<u>Blandura</u>	69
2.	<u>Tacto</u>	73
3.	<u>Finura de flor</u>	75
4.	<u>Llenura</u>	79
D.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO	82
E.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO	84
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	87
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	88
VIII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	89
	ANEXOS	

## RESUMEN

En el laboratorio de curtición de pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtición de pieles de cuy, se trabajó con 3 tratamientos que correspondieron a los niveles de mimosa, (3, 4 y 5%), combinado con 6% de guarango, modelados bajo un Diseño Completamente al Azar Simple, con 8 repeticiones. Los resultados infieren que la combinación más adecuada es 5% de mimosa más 4% de guarango (T3), ya que mejoran las resistencias físicas es decir mayor resistencia a la tensión (1128,03 N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (51,71 %), y lastimetría (10,60 mm); superando las exigencias de calidad del cuero para peletería. En la evaluación de las características sensoriales, se identificó la mejor blandura (4,75 puntos), tacto (4,38 puntos) y finura de flor (4,25 puntos), al utilizar menores niveles de curtiente mimosa (3%), mientras tanto que la mejor calificación de llenura es proporcionada por las pieles del tratamiento T3 (5%), en todos los casos la ponderación fue de excelente. La relación beneficio costo fue mayor en las pieles curtidas con 5% de mimosa, ya que el valor nominal fue de 1,29; es decir, que por cada dólar invertido se espera una ganancia del 29%, que económicamente es rentable sobre todo en la condición del país que requiere emergentemente la creación de emprendimientos innovadores y atractivos como es la piel de cuy. Al utilizar una curtición amigable con el ambiente como es la combinación de mimosa con guarango, se proporciona mayores ganancias a los artesanos del país.

## ABSTRACT

In the laboratory of leather tanning, Faculty of Animal Sciences, ESPOCH, leather tanning guinea pig was evaluated, we worked with 3 treatments corresponded to levels tannery plant mimosa (3,4y5) combined with 6% Guarango plant levels, modele don a design completery random chance, with 8 repetitions, the results infer that the best combination is 5% levels of mimosa vegetable tanning plus 4% levels of plant tannery Guarango (T3) as they improve the physical resistance greater ie tensile strength (1128,03N/cm<sup>2</sup>), elongation percentage(51,71%), Lastometria (10,60 mm), exceeding the requirements of quality leather fur, in evaluating the sensory characteristics, the best softness (4,75 puntos), touch (4,38 puntos) and fineness of flower (4,25), using lower levels of mimosa plant tannery T3 (5%) levels of mimosa vegetable tanning, since the value nominal was 1,29, meaning that for every dollar invested a gain of 29%, which is economically profitable especially in the condition of the country that emergently requires the creation of innovative enterprises and attractions such as the skin of the guinea pi gis expected. When using a tanning friendly to the environment as it is the combination of levels of mimosa vegetable tanning with vegetable tannery Guarango levels, higher profits is provided to the artisans of this country.

## LISTA DE CUADROS

N°	Pág.
1. FORMULACIÓN PARA EL BLANQUEO DE LA PIEL DE CUY.	19
2. FORMULACIÓN PARA EL PIQUELADO DE LA PIEL DE CUY.	21
3. CURTICIÓN CON EXTRACTOS VEGETALES.	33
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.	40
5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	43
6. ESQUEMA DE ADEVA.	43
7. REMOJO DE LAS PIELES DE CUY.	45
8. RENDIDO Y PURGADO.	45
9. DESENGRASE DE LAS PIELES DE CUY.	46
10. PIQUELADO.	46
11. CURTIDO CON CURTIENTES VEGETALES.	47
12. ENGRASE DE LAS PIELES DE CUY.	48
13. REFERENCIA DE CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO DE CUY.	49
14. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.	59
15. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.	70
16. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.	83
17. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.	85

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Composición de la piel.	4
2.	Ilustración de la planta de mimosa.	34
3.	Ilustración de una planta de guarango.	36
4.	Corte de la probeta de cuero.	51
5.	Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.	51
6.	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia al frote en seco.	52
7.	Equipo para medir el calibre del cuero.	53
8.	Medición de la longitud inicial del cuero.	54
9.	Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.	54
10.	Encendido del equipo.	55
11.	Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.	55
12.	Resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	60
13.	Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	62
14.	Comportamiento Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	63
15.	Regresión del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	65
16.	Comportamiento Lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	67
17.	Regresión de la lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	68
18.	Comportamiento de la Blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	71

19.	Regresión de la blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	72
20.	Comportamiento del tacto de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	74
21.	Regresión del tacto en la curtición de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	75
22.	Finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	77
23.	Regresión de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	78
24.	Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.	80
25.	Regresión de la llenura de las pieles de cuy curtidas con la combinación de dos curtientes vegetales (mimosa y guarango).	81

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
2. Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
3. Lastimetría de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
4. Blandura de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
5. Tacto de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
6. Finura de Flor de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.
7. Llenura de las pieles de cuy curtidas por efecto de la combinación de diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango para la elaboración de peletería media.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La producción de cuyes en nuestro país únicamente se ve direccionada para la producción de carne y como subproducto el abono; sin embargo, en la actualidad se está incursionando en una alternativa adicional para la crianza de cuyes es utilizar la piel con fines artesanales. La piel de cuyes de descarte desmerece la calidad de la carne por la dureza que tiene la piel de los animales adultos producción de cuyes para curtir sus pieles y la carne que quedara como sustituto podría ser ahumada o comercializada en pie, disminuyendo el nivel de grasa del producto ya que como se sabe en la piel se acumula un porcentaje alto de grasa insaturada que perjudica la salud del consumidor. Por lo tanto la curtición de pieles de cuy con finalidades de confección de artículos de exigente elaboración como es peletería media donde se contempla bolsos, carteras, apliques de vestimenta, entre otros hace que esta actividad sea interesante y lucrativa.

La opción de peletería es escasa; no obstante presenta condiciones para ser procesada a pergaminos y aún se tiene una mejor alternativa que es el procesado a cuero por tener excelentes cualidades físico-mecánicas y sensoriales. Resulta una novedad en esta zona norte del país la iniciativa de pequeños productores rurales para aprovechar la piel del cuy en la confección de prendas de vestir, el curtido es un proceso físico-químico que consiste en incentivar la descomposición microbiana de los tejidos de la piel o parte orgánica, y con ella se puede confeccionar una variedad de prendas de vestir. Para esto se toma en cuenta que la piel es un órgano termorregulador que cumple la función de mantener la temperatura corporal.

Al utilizar la piel de cuy se está sustituyendo el uso de este tipo de materiales sin disminuir la belleza que estos proporcionan, dando así un rédito económico extra para los productores de cuy estimulando la crianza de este animal en el país. Para la curtición de pieles menores se utiliza agentes curtientes vegetales ya que son menos agresivos y mejoran sus calidades visuales y características sensoriales. La aplicación de curtientes vegetales, productos menos agresivos para el ambiente circundante de la tenería y sobre todo que no exista una mayor

cantidad de carga contaminante hacia los residuos industriales. Uno de estos curtientes vegetales es la mimosa. Esta corteza se extrae solamente de tres especies que por sus características y zonas donde se desarrollan se conocen como negra, verde y dorada.

El uso de *Calsialpina spinosa* (guarango), es importante para los productores nacionales; puesto que, en la zona centro del país y en especial en la provincia de Chimborazo, se cuenta con las condiciones climáticas óptimas para el cultivo; además que esta planta no requiere de un cuidado especial, por lo cual puede representar una ganancia extra para el productor; el problema radica en que, en la actualidad se encuentra limitado el uso de este curtiente ya que en la industria nacional para la producción de cuero se utiliza el cromo como agente curtiente, el cual se ha determinado mediante los estudios adecuados que genera una carga contaminante elevada así el medio por lo cual se persigue generar nuevas tecnologías de curtición que sean amigables con el ambiente y que se den a conocer para que el cambio en cuanto al uso de cromo se pueda dar por el uso de agentes curtientes vegetales como la combinación de guarango y mimosa. De acuerdo a lo expuesto en líneas anteriores se plantearon los siguientes objetivos:

- Combinar dos curtientes vegetales en la curtición de pieles de cuy para confeccionar artículos de peletería media.
- Determinar la combinación más adecuada curtientes vegetales para curtir pieles de cuy, 6% de guarango más diferentes niveles de curtiente mimosa (3, 4 y 5%) utilizadas en la confección de artículos de peletería media.
- Evaluar las características físicas y la sensación que provocan a los sentidos las pieles de cuy curtidas con una combinación de dos curtientes vegetales para elaborar artículos de peletería media.
- Determinar los costos de producción y la rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. QUE ES PIEL

Para <http://www.bioderma.com>.(2015), la piel es el órgano vivo más pesado (de 3 a 4 kg), y el más amplio del cuerpo humano (de 1.5 a 2 m<sup>2</sup>). En permanente relación con los demás órganos, la piel puede revelar las disfunciones o enfermedades que padezcan otros órganos de nuestro cuerpo. Adzet J. (2005), manifiesta que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como.

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas.
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

Leach, M. (2005), manifiesta que la piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. la piel es el órgano más grande del cuerpo. La piel y sus derivados: cabello, uñas y glándulas sebáceas y sudoríparas, conforman el sistema tegumentario. Entre las principales funciones de la piel está la protección. Ésta protege al organismo de factores externos como bacterias, sustancias químicas y temperatura. La piel contiene secreciones que pueden destruir bacterias y la melanina, que es un pigmento químico que sirve como defensa contra los rayos ultravioleta que pueden dañar las células de la piel. Otra función importante de la piel es la regulación de la temperatura corporal. Cuando se expone la piel a una temperatura fría, los vasos sanguíneos de la dermis se contraen, lo cual hace que la sangre, que es caliente,

no entre a la piel, por lo que ésta adquiere la temperatura del medio frío al que está expuesta. El calor se conserva debido a que los vasos sanguíneos no continúan enviando calor hacia el cuerpo. Entre sus principales funciones está el que la piel es un órgano sorprendente porque siempre protege al organismo de agentes externos.

## 1. Capas de la piel

Para <http://www.ulceras.net/monográficos/laPiel.htm>.(2015), la piel se compone de la epidermis avascular y de la dermis, tejido conjuntivo vascularizado y con abundantes terminaciones nerviosas. A continuación se les une el tejido subcutáneo o hipodermis, compuesto por tejido conjuntivo laxo y tejido adiposo. Desde exterior hacia el interior podemos distinguir tres capas de tejidos: la piel superficial (epidermis), la dermis o corion y por último el tejido subcutáneo, hipodermis o subcutis. La epidermis y la dermis conforman el cutis, o lo que se entiende por la piel propiamente dicha. También se consideran parte de la piel a aquellos órganos anexos a la misma como son el pelo, las uñas y las glándulas diversas, en el (gráfico 1), se ilustra la composición de la piel.

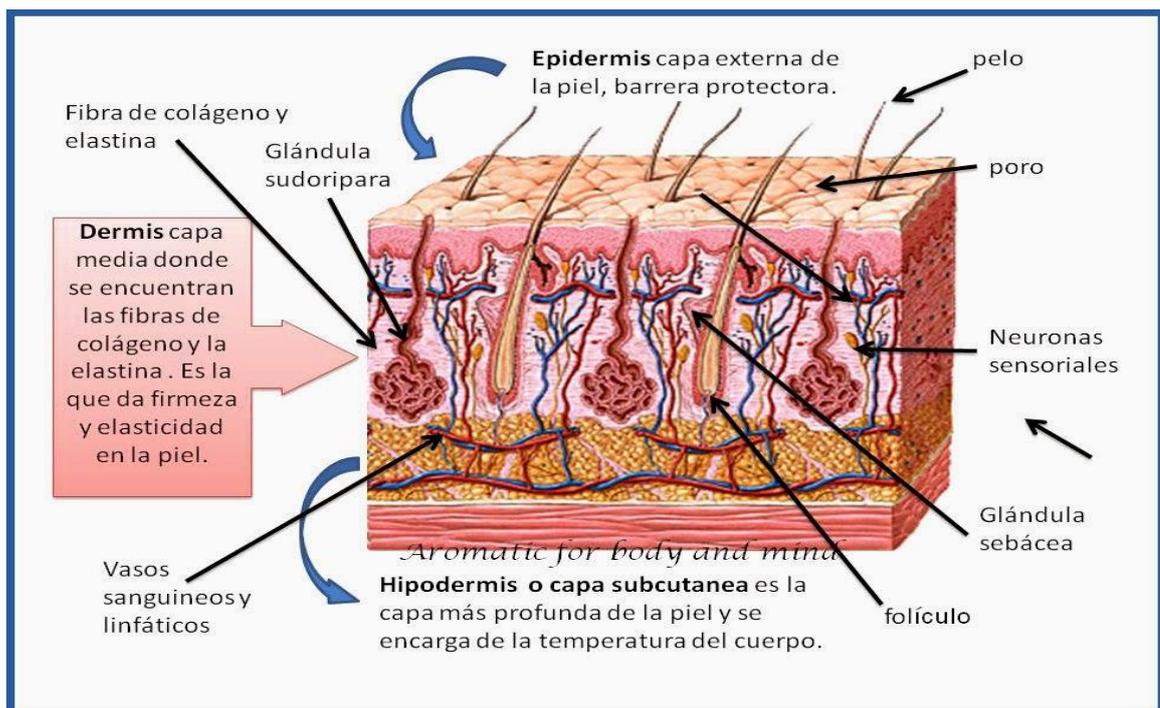


Gráfico 1. Composición de la piel.

## **a. La epidermis**

Según <http://www.ulceras.net/laPiel.htm>.(2015), la epidermis es un epitelio plano en constante proceso de cornificación, que se compone de cinco capas celulares diferentes, siendo en los dos estratos celulares inferiores donde tiene lugar la regeneración. Partiendo desde allí las células migran hacia la superficie de la piel llegando a cornificarse completamente (queratinización), en el transcurso dicha migración. La capa córnea superior se va desprendiendo en un constante proceso de descarnación. Dependiendo de las condiciones fisiológicas, la renovación de la epidermis abarca un período aproximado de 30 días, desde que se produce la división celular hasta llegar al desprendimiento de las células cornificadas

Hidalgo, L. (2004), indica que la epidermis es avascular y su cuidado y mantenimiento se realiza por medio de la difusión de sustancias nutritivas desde el lecho capilar de la dermis. La epidermis está constituida principalmente por queratinocitos, que reciben esta denominación debido a su capacidad para llevar a cabo la síntesis de la queratina. Las queratinas son proteínas estructurales insolubles con una gran resistencia a las altas temperaturas y al pH, las cuales muy difícilmente son susceptibles a sufrir procesos de catabolización enzimática. Las queratinas se subdividen esencialmente en duras y blandas: Las queratinas duras conforman el pelo y las uñas, las queratinas blandas conforman el elemento esencial de las células cornificadas que se encuentran en las capas epiteliales exteriores, sin embargo se las puede encontrar también en el espacio extracelular actuando como sustancia cementante.

Agramot, F. (2009), señala que otras unidades funcionales de la epidermis de gran importancia son las células de Langerhans (esenciales para la inmunorreacción de la piel), las células sensoriales de Merkel y los melanocitos. Estos últimos elaboran y almacenan la melanina, sustancia que da color a la piel. La cantidad y distribución de la melanina son los factores causantes de las diferentes pigmentaciones de la piel y de los cabellos. Cuando la piel se encuentra expuesta a la radiación solar, en los melanocitos se produce una reacción de defensa contra

los rayos UV aumentando síntesis de la melanina, la cual manifiesta sus efectos sobre la piel a través del conocido “bronceado solar”.

#### **b. Estrato basal**

Altamirano, A. (2006), señala que el estrato basal o germinal conforma la capa celular más profunda de la epidermis. Está compuesto queratocitos cilíndricos, que están capacitados para llevar a cabo la división celular (mitosis), y garantizan la continua regeneración de la epidermis. La división celular está sujeta a un control a través de un nutrido número de sustancias como por ejemplo factores de crecimiento, hormonas y vitaminas. En especial las llamadas calonas parecen desempeñar un rol importante en este punto, ya que mantienen la constancia del proceso de regeneración a través de su efecto inhibitorio sobre el ilimitado potencial mitótico que poseen las células basales. Por el contrario, al producirse una pérdida de epidermis, la cual se encuentra ligada al descenso del nivel de calorías, se produce una rápida regeneración por medio de un desbloqueo de la actividad mitótica de las células basales. La capa basal discurre de forma ondulada a todo lo largo de las invaginaciones coniformes (papilas), de la dermis. Entre la capa basal y la dermis se encuentra la membrana basal que no posee irrigación vascular. Esta membrana sirve para separar a ambas capas de la piel, pero al mismo tiempo contribuye a la fijación de las células basales y hasta cierto punto controla la cantidad de proteínas transportadas.

#### **c. Estrato espinoso**

Aliaga, R. (2004), señala que el estrato espinoso contiene hasta seis capas de células estructuradas de manera irregular, las cuales sintetizan queratina y presentan una actividad mitótica mínima. Se encuentran unidos por medio de puentes celulares (desmosomas), que son los que confieren a las células su apariencia espinosa. Entre los puentes celulares se almacena agua.

#### **d. Estrato granuloso**

Leach, M. (2005), manifiesta que la cornificación paulatina comienza en el estrato granuloso. En dependencia del grosor que tenga el estrato córneo, el estrato granuloso puede abarcar hasta tres capas de células planas, en las cuales se pueden observar densos gránulos (granula), de queratohialina. Los gránulos contienen entre otras sustancias una proteína precursora, la cual presumiblemente es partícipe en la formación de fibras de queratina en el espacio intercelular.

#### **e. Estrato lúcido**

Altamirano, A. (2006), reporta que el estrato lúcido está compuesto por células carentes de núcleo celular, en las cuales se puede observar una intensa actividad enzimática. En el estrato prosigue la queratinización, la cual engloba también la transformación de los gránulos de queratohialina de la capa granulosa en eleidina. La eleidina, una sustancia acidófila rica en grasas y proteínas y que posee unas fuertes propiedades refractantes, se presenta como una capa homogénea y brillante, de esta última propiedad surge el nombre con el cual se denomina a la presente capa celular. Este estrato protege a la piel ante las acciones de las soluciones acuosas.

#### **f. Estrato córneo**

Hidalgo, L. (2004), expone que el estrato córneo está formado por células queratinizadas y desprovistas de núcleo, que se denominan corneocitos. Se encuentran situadas unas sobre otras en forma de tejas y están firmemente unidas entre sí por medio de la queratohialina así como también por fibras muy delgadas (tonofibrillas). El estrato córneo abarca aproximadamente de 15 a 20 estratos celulares, de los cuales el estrato superficial se va perdiendo por descarnación.

## 2. La dermis

Para <http://www.ulceras.net/monográficos/laPiel.htm>.(2015), indica que a la cara interna de la membrana basal de la epidermis se le une la dermis. Ésta es un tejido conjuntivo vascularizado y con abundantes terminaciones nerviosas, que histológicamente se subdivide en dos capas diferentes: en la capa papilar (*Stratum papillare*), exterior y en la capa reticular interior (*Stratum reticulare*). Ambas capas se diferencian entre sí por su grosor y la disposición de sus fibras de tejido conjuntivo, sin embargo a pesar de esta diferenciación no se encuentran separadas una de otra.

### a. Estrato papilar

Aliaga, R. (2004), señala que el estrato papilar se encuentra estrechamente unido a la epidermis por medio de pequeñas prominencias cónicas de tejido conjuntivo, que reciben el nombre de papilas. En la zona de las papilas se encuentran las asas capilares que aseguran el abastecimiento nutritivo de la epidermis avascular, así como también las terminaciones nerviosas independientes, receptores sensoriales y vasos linfáticos. El propio tejido conjuntivo se compone de una estructura de fibrocitos (estado de reposo de los fibroblastos), y es atravesado por un entramado de fibras colágenas elásticas. Los espacios intercelulares situados entre las tramas de las fibras están rellenos con una sustancia amorfa que recibe el nombre de sustancia fundamental (matriz extracelular), en la cual se pueden desplazar las células sanguíneas y las células del tejido que se encuentran en movimiento.

### b. Estrato reticular

Atehortua, S. (2007), reporta que el estrato reticular está compuesto por resistentes fascículos de fibras colágenas entre lazados entre sí, entre los cuales se encuentran incrustados entramados fibrilares elásticos. Esta estructura es la que le otorga elasticidad a la piel, para que de esa manera pueda adaptarse a los

diferentes movimientos y fluctuaciones de volumen del organismo. Además se encuentra capacitada, dentro de un proceso dinámico, para absorber agua y volver a expelerla. Las fibras colágenas se distribuyen en todas las direcciones, sin embargo se orientan preponderantemente en dirección oblicua a la epidermis o paralelas a la superficie corporal. Las líneas naturales de tensión cutánea que discurren en el sentido de la menor elasticidad de la piel, perpendiculares a las líneas de distensión cutánea, se denominan líneas de tensión cutánea de Langer. Estas líneas de tensión deben ser tenidas en cuenta en lo posible al realizar incisiones. Los cortes de la piel realizados a lo largo de estas líneas de tensión cutánea no queda mal unidos entre sí y dejan cicatrices casi imperceptibles, en tanto que las incisiones que discurren de manera transversal dejan cicatrices considerablemente mayores.

### **c. Componentes celulares de la dermis**

Para <http://www.cuyovero.com>.(2015), el fibrocito es el tipo de célula característico, que en su estado activado como fibroblastos proporciona un conjunto de sustancias para la creación de nuevo tejido. Los fibroblastos sintetizan y liberan los precursores del colágeno, elastina y proteoglicanos, los cuales maduran fuera de las células hasta convertirse en fibras colágenas y de elastina, y en estado no fibroso conforman la sustancia básica gelatinosa de la matriz extracelular.

Según <http://www.tecnica.tipospieles.htm>.(2015), en la dermis se encuentra además las células cebadas, cuyos gránulos contienen entre otras sustancias heparina e histamina, los macrófagos (que tienen su origen en los monocitos de la sangre), así como también los linfocitos. Las células están implicadas en los mecanismos específicos y/o no específico de defensa del cuerpo (en la fagocitosis bien en las reacciones de inmunidad celular o humoral), pero también liberan sustancias bioquímicamente activas, que tienen una función mediadora y reguladora de tal modo que por ejemplo son indispensables para el progreso de los procesos de reparación en el tratamiento de heridas.

#### **d. Proteínas fibrosas de la dermis**

Según <http://www.guiacuy.com>.(2015), las fibras de tejido conjuntivo de la dermis están compuestas por la proteína estructural denominada colágeno, que se caracteriza por ser un material biológico con una alta capacidad de resistencia y que representa aproximadamente entre 60 el 80% del peso del tejido en estado seco. El nombre descriptivo de “colágeno” proviene del vocablo griego Kolla (=cola, aglutinante), y esto se debe a que dicha proteína al hervirse se hincha y deviene en una sustancia pegajosa, viscosa y aglutinante como las “colas”. De los cuatro tipos de colágenos genéticamente diferenciables, que figuran en el cuerpo humano, en la dermis se encuentra de forma preponderante el colágeno del tipo I.

Libreros, J. (2003), reporta que la formación de fibras colágenas se desarrolla en dos etapas, una intracelular y otra extracelular, y se inicia en los fibroblastos. En una primera etapa se combinan a escala intracelular los aminoácidos característicos del colágeno-glicina, prolina/hidroxiprolina y un tercer aminoácido para formar una triple hélice de tropocolágeno y luego son secretadas al espacio extracelular. Aquí se continúan produciendo otras modificaciones enzimáticas, a través de las cuales el tropocolágeno aún en estado soluble se transforma en fibrillas colágenas insolubles, las cuales a su vez se unen finalmente en fibras de colágeno. Otra de las fibras proteicas de la dermis es la elastina, la cual también es sintetizada y liberada por los fibroblastos. La elastina se presenta como una cadena de polipéptidos de extraordinaria elasticidad, a partir de la cual en el espacio extracelular se elabora una figura bidimensional con zonas onduladas (lazos), que posibilitan la flexibilidad reversible de la piel, evitando al mismo tiempo las extensiones excesivas y los desgarros.

#### **e. Sustancia básica no fibrosa de la dermis**

Hidalgo, L. (2004), reporta que los espacios interfibrilares del tejido conjuntivo de la piel se hallan rellenos con sustancia básica amorfa, sales y agua. La sustancia básica se compone principalmente por proteoglucanos, una

combinación de polisacáridos y proteínas con una gran proporción de hidratos de carbono, que antiguamente se conocía bajo la denominación de mucopolisacáridos. Los proteoglicanos tienen una gran capacidad hidrofílica y pueden retener grandes volúmenes de agua, formando así una sustancia pegajosa y gelatinosa. Por lo visto los proteoglucanos no son solamente meras proteínas estructurales en el más estricto sentido de la palabra, sino que además parecen tener influencia sobre la migración, cementación y diferenciación celular. En la sustancia básica se encuentra además una serie de diversas glucoproteínas con una reducida proporción de hidratos de carbono como la trombospondina, el complejo laminínico—nidógeno y la fibronectina hística, los cuales al igual que los proteoglucanos que se caracterizan por su multiplicidad de funciones. La fibronectina por ejemplo, es una proteína cementante, que en la dermis sirve esencialmente para realizar la unión de las células a los colágenos y con ello juega también un papel importante en el tratamiento de heridas.

#### **f. Matriz extracelular**

Atehortua, S. (2007), manifiesta que en el tejido las células pasan a tener por lo general una estrecha unión con las sustancias por ellas secretadas. A tal efecto, las macromoléculas de las sustancias extracelulares elaboran una compleja malla tridimensional, la matriz extracelular (matriz extracelular = MEC), que se encuentra en todos los tejidos del cuerpo, con diferencias en su estructura y composición según el tipo específico de tejido y en dependencia del tipo de la célula productora de la matriz y de la función que cumple el tejido. Si bien aún no se han descubierto ni con mucho todas las funciones de la MEC, hoy en día se sabe que no sólo sirve de sustancia de relleno entre las células individuales, los tejidos y los órganos, sino que también desempeña múltiples tareas en el marco de la transmisión de información entre las células que se hallan en ella.

### **3. La hipodermis**

Según <http://www.ulceras.net>.(2015), la hipodermis representa el estrato más profundo de la capa corporal exterior. Está compuesto por tejido conjuntivo laxo y

no representa una delimitación pronunciada con el cutis. En las profundidades se une a las fascias musculares o bien al periostio. Dejando de lado algunos pocos lugares del cuerpo, en la totalidad de la hipodermis se puede almacenar tejido adiposo, el cual cumple funciones aislantes, de almacenamiento y modeladoras.

#### **a. Receptores sensoriales en el cutis y en el subcutis**

Ángulo, A. (2007), informa que la piel es inervada por diferentes tipos de terminaciones nerviosas independientes y receptores que registran estímulos posibilitando que la piel cumpla su función como órgano sensorial. Por medio de las células de Merkel situadas en la epidermis se puede llevar a cabo la percepción por tacto prolongado. A lo largo del cuerpo papilar de la dermis se encuentran en forma de hileras los corpúsculos de Meissner, los cuales sirven como receptores táctiles de las sensaciones por presión más sutiles. Es por ello que se hallan densamente presentes en las extremidades de los dedos. Los corpúsculos de Krause tienen importancia para la percepción del frío, y los corpúsculos de Ruffini que se encuentran en la hipodermis sirven como receptores de calor. Las células nerviosas independientes que se encuentran cerca de la superficie de la piel transmiten las sensaciones de dolor. Los corpúsculos de Vater-Pacini ubicados en el subcutis reaccionan ante las deformaciones y vibraciones mecánicas.

### **B. ESTRUCTURA DE LA PIEL**

Según <http://www.monografias.com>.(2015), manifiesta que la estructura general histológica está compuesta por:

- Corpúsculo de Meissner (*Georg Meissner*): presentes en el tacto de piel sin vellos, palmas, plantas, yema de los dedos, labios, punta de la lengua, pezones, glánde y clítoris (tacto fino).
- Corpúsculos de Krause: que proporcionan la sensación de frío.

- Corpúsculos de Pacini: que dan la sensación de presión.
- Corpúsculos de Ruffini: que registran el calor.
- Corpúsculos de Merkel: que registran al tacto superficial.

Para <http://www.samustesta.com>.(2015), existen dos tipos de piel las cuales se describen a continuación:

- Piel fina o blanda: la piel fina o blanda es aquella que se encuentra principalmente en los párpados y las zonas genitales. Por otra parte, carece de estrato lúcido.
- Piel gruesa: la piel gruesa se localiza en la piel labial, plantar y palmar, además esta se caracteriza por tener un estrato corneo muy desarrollado, a comparación del resto de la piel. Está formada por estrato córneo, estrato lúcido, estrato granuloso, estrato espinoso y estrato basal.

### **C. FUNCIONES DE LA PIEL**

Leach, M. (2005), manifiesta que la piel es el órgano más grande de nuestro organismo. La piel nuestro cuerpo externamente, los órganos internos, los músculos y los huesos, consiguiendo que todo el organismo se muestre como algo compacto. Su grosor depende de la zona que cubre, así, en los párpados es muy fino y solamente tiene medio milímetro de grosor, mientras que en las plantas de las manos y de los pies cuenta con unos 4 mm. Es un órgano que cumple funciones fundamentales en el organismo. Se la considera una enorme glándula que recubre todo el cuerpo, separando y uniendo el mundo interno y externo. La piel Cumple múltiples funciones las cuales son:

- Protección: Protege nuestro cuerpo del mundo exterior. Por ejemplo de los traumatismos.
- Termorregulación: Regula la temperatura constante de 37 grados que el individuo necesita. Por ello se le da el nombre de corazón periférico.

- Sensibilidad: Por esta función es que sentimos calor, frío, etc. Por ello se le da el nombre de cerebro periférico.
- Deposito: Es un reservorio de múltiples sustancias como: minerales, sustancias grasas, sustancias orgánicas, hormonas, vitaminas, etc.
- Emuntorio: Es la eliminación de distintas sustancias a través del sudor y la secreción sebácea.
- Antimicrobiana: Es la primera gran defensa del organismo y actúa como una barrera natural. Si esta barrera se rompe se producen las infecciones.
- Melanogena o de pigmentación: En la capa basal de la epidermis se encuentran las células melanogénicas, que producen la melanina, que es la que da las distintas tonalidades a la piel.

#### **D. FORMACIONES ANEXAS A LA PIEL**

Según <http://www.ulceras.net/monográficos/laPiel.htm>.(2015), a las formaciones anexas a la piel pertenecen el pelo y las uñas, así como también las glándulas sebáceas, las glándulas sudoríparas y las glándulas odoríferas. A continuación se describe cada una de ellas

- Los pelos son estructuras filamentosas flexibles y resistentes a la tracción formados por la sustancia córnea queratina. Se desarrollan a partir de los divertículos de la epidermis que crecen hacia dentro y con su tallo ubicado de forma inclinada respecto a la superficie de la piel llegan hasta la dermis. Su crecimiento tiene lugar en un ciclo endógeno, el cual es específico para cada raíz capilar, de tal modo, que no se produce ningún tipo de crecimiento sincronizado entre pelos cercanos o colindantes. Las raíces capilares no pueden ser regeneradas, es por ello que un tejido cicatricial siempre queda sin pelo. De los restos de una raíz capilar, o sea de los epitelios restantes de un pelo dañado, puede sin embargo originarse una epitelización.

- Las uñas son placas córneas transparentes que van creciendo desde la lúnula hasta el borde de los dedos. Tienen un crecimiento mensual aproximado de tres milímetros y mantienen una estrecha relación con muchas funciones orgánicas, por lo cual el estado de las uñas puede aportar muy a menudo importantes datos de diagnóstico.
- Las glándulas sebáceas desembocan en los orificios de los conductos capilares de los folículos pilosos, por lo cual su existencia, salvo contadas excepciones, se encuentra ligada a los folículos capilares. El sebo, un compuesto formado por grasas, células y ácidos libres, engrasa la piel y los cabellos protegiéndolos de la desecación. El control de la producción de sebo es un proceso complejo, que no ha sido todavía estudiado en todos sus detalles.
- Las glándulas sudoríparas se originan igualmente de las células de la piel superficial, las cuales luego germinan hacia las profundidades de la dermis, con lo cual la glándula propiamente dicha se encuentra ubicada en el corion. Los conductos excretores desembocan en los poros que se hallan en la superficie de la piel. El sudor es una secreción ácida, que entre otras sustancias se compone de agua, sales ácidos grasos volátiles, urea y amoníaco, y que recubre la superficie con una capa ácida protectora. La secreción de sudor sirve principalmente para regular la temperatura corporal.
- En contraposición a las glándulas sudoríparas, las glándulas odoríferas producen secreciones alcalinas. Las glándulas odoríferas se hallan ubicadas principalmente en las cavidades axilares, alrededor de los pezones y en la región genital. El inicio de las actividades de secreción de estas glándulas coincide con el comienzo de la pubertad.

### **1. La distribución sanguínea en la piel**

Según <http://www.mascotamigos.com>.(2015), la distribución gradual de los vasos sanguíneos en la piel se corresponde con la constitución plana y estratificada de este órgano. Desde las arterias y las venas que se encuentran debajo de la

epidermis parten gran cantidad de vasos, los cuales constituyen un plexo cutáneo entre la hipodermis y la dermis. Los vasos sanguíneos se hallan fuertemente entrelazados en todos aquellos lugares donde la piel se encuentra expuesta a bruscos cambios y desplazamientos. Partiendo desde el plexo cutáneo y de forma perpendicular hacia fuera discurren arteriolas individuales que al pie de la capa capilar se introducen y se ramifican en el plexo subcapilar. Desde este lugar se extienden finos capilares en forma de asas hasta el interior mismo de las papilas de la dermis, asegurando de ese modo el mantenimiento de la epidermis avascular. La capa papilar está densamente provista de vasos sanguíneos, en tanto que la capa reticular se muestra relativamente pobre en vasos. La evacuación de catabolitos se realiza a través de las correspondientes redes venosas, y también parcialmente a través del sistema de vasos linfáticos.

#### **E. OPERACIONES DE RIBERA PARA LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY**

Soler, J. (2004), indica que 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. 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.

Según [http://www.biologia.edu.tesis.\(2015\)](http://www.biologia.edu.tesis.(2015)), en la etapa de ribera el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. La etapa de ribera comprende aquellos procesos que permiten la eliminación del pelo o lana de la piel. Es la etapa que presenta el mayor consumo de agua y su efluente presenta un elevado pH. Devuelve el

estado húmedo inicial a aquellas pieles que se conservaron antes de ser llevadas a la curtiembre; también permite la limpieza y desinfección de éstas antes de comenzar el proceso de pelambre. Este proceso emplea sulfuro de sodio y cal para eliminar la epidermis de la piel además del pelo que la recubre. Antes de comenzar con la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas todavía unidas a la parte interna de la piel. La sección de ribera se compone de una serie de pasos intermedios, que son:

- **Recorte en recepción:** Proceso que se realiza cuando la piel animal llega a la curtiembre, en donde se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades.
- **Remojo:** Proceso para re hidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general. Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol. Entre los compuestos químicos que se emplean están el hidróxido de sodio, el hipoclorito de sodio, los agentes tensoactivos y las preparaciones enzimáticas.
- **Pelambre:** Proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. Además de la presencia de sulfuro y cal, el efluente tiene un elevado pH (11 a 12).
- **Desencalado:** Proceso donde se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y en el que se emplean volúmenes considerables de agua. Entre los compuestos químicos que se emplean están los ácidos orgánicos tamponados, las sales de amonio, el bisulfito de sodio, el peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas, e inclusive ácido sulfoftálico.

- **Descarnado:** Proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido, estos residuos presentan gran porcentaje de humedad.
- **Desengrase:** Proceso que produce una descarga líquida que contiene materia orgánica, solventes y agentes tensoactivos. Entre los solventes utilizados están el kerosene, el monoclorobenceno y el percloroetileno, este último para pieles de oveja después de curtidas.
- **Purga enzimática:** El efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, emplea enzimas proteolíticas, como el caso de la tripsina para la limpieza de los poros de la piel. También se emplea cloruro de amonio. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad. Los efluentes contienen estos productos y tienen un pH neutro.

## 1. Remojo

Azdet, J. (2005), reporta que 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, 6 22 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. 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. 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.

## 2. Blanqueo

Para <http://www.samustesta.com>.(2015), esta etapa operación es opcional ya que si el animal ha sido sacrificado y desollado en forma adecuada, no quedarán restos de sangre en el pelo que produzcan manchas. La utilización de peróxido de hidrógeno y amoníaco tenía un efecto decolorante sobre manchas originadas por sangre, orina, etc, la formulación empleada para el blanqueo se indica en el (cuadro 1).

Cuadro 1. FORMULACIÓN PARA EL BLANQUEO DE LA PIEL DE CUY.

PRODUCTO QUÍMICO	CANTIDAD	OPERACIÓN	DURACIÓN
Agua	3 L/ piel	mover	5 minutos
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6 grs/ L	mover	5 minutos
NH <sub>3</sub>	2 grs./ L	mover	5 minutos

Reposo y después mover 2 veces 5 minutos al día 24 horas y botar baño

Fuente: <http://www.samustesta.com>.(2015).

### 3. Acondicionado

Según <http://www.mascotamigos.com>.(2015), el formaldehído que no ha sido fijado a la proteína de colágeno, queda libre y como tal debe eliminarse, ya que si no se polimeriza a través del tiempo obteniéndose una piel quebradiza, el bisulfito de sodio cumple esta función pues forma ambos un compuesto que es fácilmente eliminado por la piel, además el poder reductor del bisulfito, lograra eliminar algunas manchas que no pudieron ser atacadas por el peroxido de hidrogeno. La formulación para el acondicionado de la piel de cuy es:

- Se aplica 3 litros de agua por piel y se debe mover por 5 minutos.
- 50 g/litro por piel de sulfato de sodio ( $\text{NaHSO}_3$ ).
- Se debe mover por 5 minutos y se deja en reposo durante 4 horas y se elimina el baño.

### 4. Piquelado

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno. El piquelado es previo a la curtición utilizando sales de cromo o de aluminio, la que normalmente se lleva a cabo usando ácidos fuertes o débiles o una combinación de ambos. En todo caso y al contrario de la tecnología de pieles grandes (vacunas, etc.), en donde se realiza un pelambre mediante el uso de cal y/u otros agentes hinchantes o hidrolíticos que ayudan a abrir la piel, el piquel en este caso debe cumplir esa misión y por tanto se deja de 16 2 a 3 días en ese medio ácido para que pueda llevarse a cabo. En el cuadro 2, se describe la formulación para el piquelado:

Cuadro 2. FORMULACIÓN PARA EL PIQUELADO DE LA PIEL DE CUY.

Producto químico	Cantidad	Operación	Duración	Control
Agua	3 L/ piel	mover	5 minutos	
Sal	80 g/ L	mover reposo	5 minutos	den-6-7 Be
Acido fórmico	5 ml/ L	diluir juntos 1:10	30 minutos	
sulfato aluminio	5grs/ L	mover reposo mover 2 veces al día	5 minutos  5 minutos 72 hrs	

Fuente: Hidalgo, L. (2004).

Según <http://www.indunor.com>.(2015), reporta que el piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal, para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado 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, 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 curtición superficial.
- Una flor más fina y firme en el cuero final.

Palomino, R. (2002), señala que la razón por la cual se piqueta 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 productos final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición, que la reacción cromo-colágena sea lenta, para que la piel precurtida, 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 tenían más o menos grasa. Se desgrasa, generalmente, en el estado piquelado, a los cueros muy grasos. 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.

## **5. Descarnado**

Soler, J. (2004), indica que esta operación tiene como objeto eliminar adherencias de la piel, tejido adiposo, graso y muscular en las primeras etapas de fabricación para facilitar la penetración de productos químicos en las fases posteriores, se puede realizar en la piel en remojo siendo más adecuado realizarlo en la piel en tripa. El proceso de descarnado se lo puede realizar de forma manual o mecánica; cuando se lo realiza de forma manual utilizamos una cuchilla que retira los restos de carne y grasa que han quedado adheridos a la piel, de forma mecánica se la realiza utilizando una máquina que consta de un rodillo revestido de asbesto que transporta la piel hacia un cilindro con láminas cortantes.

## **6. Desencalado**

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que mediante el desencalado se elimina cal y otros productos alcalinos del interior de la piel para eliminar el hinchamiento de la misma, conviene trabajar con baños calientes a 25°C para eliminar la resistencia

de las fibras. Los factores que influyen en el desencalado son: el agua que normalmente contiene bicarbonato oxida la flor, la temperatura es difícil desencalar con agua fría porque los líquidos interfibrilares salgan del interior, tiempo y grosor de la piel a más grosor mayor tiempo, efecto mecánico el movimiento del bombo debe ser pequeño para que no exista rotura de fibras. Para comprobar que la operación del desencalado se ha completado, mediante un corte en una parte de la piel y poner una gota de solución alcohólica de fenoltaleína, cuando no da coloración el desencalado está bien realizado, en cambio si existe una coloración rosa existe todavía la presencia de productos alcalinos.

## **F. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA**

Según <http://wwwes.wikipedia.org/wiki/Cuero>.(2009), la palabra cueros proviene del latín curium (Piel de los animales, curtida), es decir se trata de la piel tratada mediante curtido. El cuero en definitiva proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad bastante apropiadas para su posterior manipulación. La capa de piel es separada del cuerpo de los animales, se elimina el pelo o la lana, salvo en los casos en que se quiera conservar esta cobertura pilosa en el resultado final y posteriormente es sometida a un proceso de curtido. El cuero se emplea como material primario para otras elaboraciones. La curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. Las pieles que se usan en un calzado o que son procesadas en la curtición son generalmente de vacuno o caprino. También se usa para forros ganado caballar o porcino.

Para <http://www.monografias.com>.(2015), sostiene que la curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista. La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser a causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas. La curtición se inicia limpiando la piel y eliminando la “carnaza”. La piel extraída del animal se

lava, se hierve y se pasa por sustancias alcalinas (cal), para eliminar los pelos, la grasa y las glándulas anexas. Posteriormente se neutraliza el exceso de álcali y comienza entonces la curtición propiamente dicha. Con ella se desnaturalizan las proteínas de la piel (albúminas), y se dota de mayor consistencia. La curtición se realiza con dos métodos fundamentales:

## **G. CURTICIÓN VEGETAL**

Jones, C. (2004), reporta que este proceso es tan antiguo como la historia del hombre, surgió por la observación que puso en evidencia que si una piel cruda entraba en contacto con corteza, madera u hojas de ciertas plantas, la misma se manchaba y esas partes, aparentemente dañadas, resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales curtientes y de los métodos de trabajo que se emplean. En nuestro caso se emplea una mezcla de taninos vegetales. Nuestro curtido para talabartería es ciento por ciento vegetal y destinado a monturas de equitación, accesorios, muebles, portafolios, carteras, cajas, pisos, etc. Luego del curtido y escurrido el cuero se lleva al espesor deseado. Esta etapa de rebajado consiste en proporcionar al cuero el espesor que debe tener originalmente, para el curtido se usaban vegetales como cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño. Esta operación puede efectuarse en el mismo fulón después de la eliminación del baño de precurtido.

Hidalgo, L. (2004), indica que el curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos o se pueden colorear y tratar químicamente. Casi todas las plantas contienen curtientes, sin embargo, se aprovechan pocos tipos de plantas, aquella que permiten alto rendimiento y buena calidad de extracto. Para la curtición vegetal se curte usando un tanino y otros ingredientes de origen vegetal. El

resultado es un cuero suave y de color marrón; el tono varía dependiendo de la mezcla de ingredientes empleada en el curtido y del color original de la piel. El tanino se oxida con el aire y la luz, por lo que un cuero curtido con materias vegetales irá oscureciéndose con el tiempo de forma similar a una pieza de madera, solo que más rápidamente. Este tipo de cuero no es estable en el agua, tiende a decolorarse, y si se empapa y se deja luego secar se endurece y se vuelve más áspero y duro. Sometido a alta temperatura, las fibras de colágeno se contraen, se endurece drásticamente y se vuelve rígido y quebradizo. Actualmente ese tipo de curtiduría se destina principalmente a cuero para artesanía y como precurtido en la curtición por cromo. El proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende dos etapas:

- Intentar penetrar la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Adzet, J. (2005), señala que a la curtición vegetal se puede definir como un proceso que elimina los grupos polares, el agua y protege las uniones polipeptídicas. En esta curtición los taninos se fijan al colágeno por puentes de hidrógeno. Estos también se dan entre moléculas de taninos, formando agregación o deposición en los espacios interfibrilares. Son enlaces débiles, no fuertes como los covalentes de una curtición al cromo. Esto explica porque el cuero puro vegetal posee una discreta estabilidad de curtido y con facilidad de migración de taninos por lavado o en el secado. Además la temperatura de contracción oscila entre 70-80°C. Pero es el cuero que contiene mayor cantidad de curtiente en relación al colágeno que cualquier otro. Esto y otras propiedades características hacen que los cueros obtenidos sean apreciables e inigualables para ciertos artículos.

Palomino, R. (2002), reporta que la curtición vegetal comprende dos etapas fundamentales. Estos fenómenos influyen en la velocidad de curtición y las propiedades del cuero curtido. Están estrictamente relacionadas y proceden simultáneamente, pudiendo efectuarse entre sí, en mayor o menor grado ellos la penetración o difusión de la solución curtiente hacia el interior de la piel y la

fijación que es el curtido propiamente dicho del tanino sobre el colágeno. La conservación de la fibra de la piel por la curtición vegetal, probablemente se debe a la formación de enlaces transversales de la proteína a través de los grupos amido mediante los grandes agregados de taninos vegetales. No obstante este no es el único efecto ya que el método de curtición vegetal se basa en sus características de plenitud, tacto y elasticidad que son características de este tipo de material curtiente utilizado y del método de producción empleado. La curtición vegetal tiene en común con otros métodos de curtición dos etapas: la penetración y la fijación.

Jones, C. (2004), señala que la penetración se favorece ajustando el pH del sistema de curtición a un valor lo más cerca posible del punto isoeléctrico de la piel; a este valor el material curtiente vegetal penetrará sin fijarse. Luego se modifica el pH del sistema para favorecer la fijación bajando el pH. Ello tiene como consecuencia el aumento de ionización de los grupos amido de la proteína, proporcionando más grupos reactivos cargados positivamente para que puedan reaccionar con el material curtiente vegetal cargado negativamente. La cantidad de material curtiente vegetal utilizado es mucho mayor que el necesario para realizar la curtición bajo el punto de vista químico. Los agregados de curtientes vegetales son muy grandes y a pesar de la posibilidad de uniones múltiples no puede alcanzar los lugares disponibles de la proteína. Su tamaño físico también evita la unión de una segunda molécula a uno de los lugares disponibles. La curtición vegetal se hace efectiva por:

- La reacción química entre los taninos y la proteína de la piel.
- Cubriendo las fibras proteicas y aislando los grupos reactivos.
- Rellenando los huecos físicos del cuero.

Para <http://www.barrameda.com>.(2015), los curtientes vegetales a pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están muy repartidos en la naturaleza (más de 400 variedades). Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales. La

mayor riqueza en cuanto a sustancias curtientes se encuentra en la corteza que cubre las ramas; raramente se puede hallar en las hojas siendo una excepción por ejemplo el zumaque. También la madera es rica en sustancias curtientes sólo en un corto número de árboles; en cambio, hay una serie de frutos que contienen gran cantidad de dichas sustancias. En general el tanino se encuentra localizado en una sola parte, pero en algunos casos se encuentra simultáneamente en varias partes de la planta.

Hidalgo, L. (2004), reporta que este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial, son importantes, naturalmente, sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la Naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes, pues los transportes las encarecen. Además, por supuesto de que el tanino obtenido permita lograr un cuero de buena calidad. El contenido tánico, dentro de una misma especie depende de varios factores:

- De la edad: el contenido tánico es más abundante en vegetales jóvenes que en los viejos.
- De la estación de año: su riqueza varía con las estaciones llegando al máximo en primavera con la renovación de los vegetales.
- Del lugar geográfico donde se ha desarrollado.

Para <http://www.cueronet.com>.(2015), indica que la curtición vegetal consiste en tratar la piel con un producto tánico que estabiliza su estructura. Los taninos se obtienen por extracción acuosa de distintas cortezas de árboles (quebracho, mimosa o castaño). El curtidor los utiliza en forma de extracto en polvo o líquido. Para curtir es necesario hacer penetrar la solución curtiente en el interior de la piel, por lo que se pone ésta en remojo para que se hinche y sea más fácil la

absorción. Es una operación lenta que puede durar semanas o incluso meses cuando se realiza en depósitos o tinajas, acelerándose el proceso cuando se realiza en bombas mecánicas. La fijación del tanino en la piel dependerá del ácido utilizado, siendo superior cuando se utilizan ácidos orgánicos (fórmico o acético). Una vez el cuero ya curtido, es importante dejarlo reposar durante dos o tres días para dar tiempo a que los taninos se fijen. Posteriormente los cueros se lavan, escurren y recorren con sulfato de manganeso o cloruro básico, se dejan secar colgados a la sombra. Cuando aún están húmedos, se engrasan y se dejan estirados bien planos hasta que se sequen a fondo.

### **1. Factores que influyen en la curtición vegetal**

Según <http://www.cueronet.net>. (2015), manifiesta que los factores que influyen en la curtición vegetal son los siguientes:

- Fijación y penetración: (curtido propiamente dicho), del tanino sobre el colágeno. La velocidad de penetración varía de acuerdo a la estructura y propiedad de la piel, características de los extractos tánicos (astringencia, tamaño de partículas), pH, concentración salina y tánica, temperatura y efecto mecánico. La fijación varía según los tratamientos previos de la piel que modifica la estructura y propiedades del colágeno, pH, concentración de ácidos, sales y taninos, temperatura, tiempo y efecto mecánico. Fundamentaremos algunos factores que influyen a la curtición vegetal. La penetración: Es la difusión de la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- pH: la fijación de los taninos ocurre en un amplio intervalo de pH y aumenta a medida que disminuye el pH debido a que las cargas positivas del colágeno aumentan dando mayor posibilidad de fijación a los taninos que poseen carga negativa. En el intervalo de pH 4,5-2,0 se obtiene la mayor fijación de taninos. A pesar de que los taninos también se fijan en el intervalo de pH 5,5 a 8,0 no es de interés práctico debido a la rápida oxidación de los mismos.

- **Temperatura:** como en todas las reacciones químicas la temperatura influye directamente sobre la marcha de la curtición. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de reacción y fijación de los taninos. Por otra parte la densidad y viscosidad de los licores curtientes disminuye aumentando así la penetración.
- **Acción mecánica:** la acción mecánica sea en los licores de curtido (bombeo, uso de balancines), que en los mismos cueros (tamboreo), aumenta la velocidad de penetración de los curtientes. Con el movimiento de los licores se uniformiza la concentración de los baños mientras que el tamboreo crea una acción de bombeo en las fibras.
- **Concentración de los extractos curtientes:** durante la primera etapa del curtido los taninos penetran en el cuero por osmosis. Mientras más alta la densidad de los licores más rápido fue el fenómeno de difusión por osmosis. Una densidad excesiva (por encima de la solubilidad del extracto), puede dar el efecto contrario ya que ocurre una deshidratación del cuero y sobre curtición de la flor con consecuente "curtición muerta".
- **Concentración salina:** las sales compiten con los taninos y reducen el hinchamiento del cuero por lo tanto relajan las fibras y aceleran la penetración de los curtientes. Una cierta cantidad de sales es bueno en la primera fase' del curtido cuando es importante reducir la astringencia o agresividad de los curtientes. En la fase final la cantidad de sales debe ser mínima para garantizar una buena fijación de los taninos. Una excesiva concentración salina produce debilitamiento de las fibras, baja fijación y un cuero poco resistente al agua.
- **Efectos de la precurtición:** un tratamiento con precurtientes auxiliares previo al curtido facilita la penetración de los curtientes. Sobre todo los syntanes naftalínicos (con carga altamente aniónica), bajan el punto isoeléctrico del cuero por la introducción de cargas aniónicas del sintético.
- **El factor tiempo:** Las reacciones entre los taninos vegetales y el colágeno son lentas y por lo tanto la fijación ocurre durante un tiempo relativamente largo

mientras más tiempo estén en contacto taninos vegetales con las pieles, mayor fue la fijación. El tiempo que se necesita para obtener una buena curtición dependerá de todos los factores mencionados anteriormente. El curtido puede durar desde menos de un día hasta varios meses según las condiciones de trabajo. El tiempo de rotación y número de revoluciones del tambor deben ser ajustados para que se obtenga un aumento progresivo de la temperatura debido a la acción mecánica. Si se dispone de calefacción con serpentines se pueden limitar los movimientos. Al finalizar el curtido los cueros deben estar llenos y completamente atravesados por los curtientes. Descargar los cueros y apilarlos (bien cubiertos), por 48 horas.

## **2. Operaciones posteriores a la curtición vegetal**

Lacerca, M. (2003), manifiesta que las operaciones posteriores a la curtición vegetal de la piel de cuy son:

- Apilado: en esta operación de tres días se hace con el objeto de permitir la fijación y posterior formación de enlaces entrecruzados por oxidación y oxolación del curtiente mineral con las cadenas del colágeno.
- Secado Intermedio: que el secado intermedio es una operación previa al engrase con el propósito de que la emulsión de este aceite en agua penetre fácilmente la piel, las pieles no deben resecarse y es preferible disminuir su humedad a un 30-40% a la sombra sin exponerlas a ambientes muy calientes (menos de 40°C), y apenas colgarlas sin estirarlas excesivamente.
- Aceitado: para el aceitado se debe aplicar el aceite sintético con brocha o cepillo por el lado de la carne, la siguiente preparación:
  - 500 ml, de agua caliente.
  - 150 ml, de aceite sintético para pieles.
  - 15 ml, de amoníaco concentrado.

- Después del engrasado se debe dejar reposar a la piel de cuy hasta la total absorción de la mezcla de aceite, esta etapa se hace para cada piel en forma manual, ya que de esta forma se evitará llenar el pelo del engrasante, el uso del amoníaco cumple dos funciones, en un caso neutralizará los ácidos liberados durante el apilado posterior a la curtición y por otro permitirá la anoinización de las fibras para que la emulsión penetre totalmente y no se rompa en la superficie, dejando un cuero cargado de aceite exteriormente pero sin lubricación interna. Al dejar las pieles por el lado carne expuestos al aire permitiría una vez realizada la penetración que el amoníaco se elimine por evaporación, permitiendo la fijación del engrase a las fibras.
- Secado, ablandado y lijado: las pieles se ponen a secar, sin estirar, por colgado dejando que la humedad disminuya a un 25-30%.luego se lijan por el lado de la carne y se ablandan contra el filo de una mesa o una lámina metálica diseñada para tal fin.

## **H. EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES**

Bacardit, A. (2004), reporta que no es corriente efectuar un precurtición con extractos vegetales antes de la curtición al cromo, pero no es imposible realizarla. Por otra parte se puede disponer de pieles que ya han sido curtidas al vegetal e interesa curtirlas al cromo posteriormente. Estaríamos en ambos casos en una versión de lo que se podría considerar semi-cromo. La precurtición con extractos vegetales en principio no es otra cosa que curtición para forro o marroquinería, empleando la cantidad mínima de extracto vegetal poco astringente que permita el atravesado del cuero. Antes de proceder a la curtición al cromo es necesario efectuar una descurtición, como mínimo de la flor del cuero, subiendo el pH con bórax, lavar a fondo, y ajustar el pH a un valor suficientemente ácido, a fin de facilitar la penetración del cromo en la piel. Si se desea, en este estado se pueden escurrir, dividir y partir en hojas si es necesario, o solo partir en hojas y rebajar.

En <http://www.definicion.org>.(2010), se dice que el curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de

morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Se puede además proceder a un engrase, escurrido, repasado y secado todo ello como se haría con pieles curtidas al vegetal. Los extractos vegetales son productos naturales. Sus soluciones contienen:

- Taninos: Son los que curten la piel. Son compuestos de carácter fenólico. Según su procedencia varía su composición y estructura.
- No taninos: No curten, pero intervienen en la curtición. Están constituidos por hidratos de carbono, ácidos orgánicos, fenoles de menor magnitud molecular que los taninos, sales, proteínas, compuestos de lignina y otros productos diversos. Al fermentar los hidratos de carbono se transforman en ácidos, y al provocar el aumento de la relación [ácido]/[sal] influyen en la curtición.
- Insolubles: Son sustancias insolubles en agua que proceden de la materia vegetal extraída o que se ha transformado durante la extracción del vegetal o durante la fabricación del cuero.

Hidalgo, L. (2004), indica que después de la precurtición se puede efectuar la curtición al cromo en el mismo baño o en baño aparte. Es conveniente que la primera adición de sal de cromo sea enmascarada y lo más amónica posible, a fin evitar la sobrecurtición de la flor, y con ello el riesgo de rotura de la misma. Antes de proceder a la curtición al cromo es necesario efectuar una descurtición, como mínimo de la flor del cuero, subiendo el pH con bórax, lavar a fondo, y ajustar el pH a un valor suficientemente ácido, a fin de facilitar la penetración del cromo en la piel. Si se desea, en este estado se pueden escurrir, dividir y partir en hojas si es necesario, o solo partir en hojas y rebaja. Un posible esquema se describe en el cuadro 3, recordándose que se trabajará en pieles desescaladas, rendidas y lavadas y el porcentaje se calculará sobre peso tripa o desescalado. Se puede además proceder a un engrase, escurrido, repasado y secado todo ello como se haría con pieles curtidas al vegetal. Remojo-descurtición y repiquelado % sobre peso rebajado o, % sobre el doble, o el triple del peso seco.

Cuadro 3. CURTICIÓN CON EXTRACTOS VEGETALES.

Componente	Porcentaje %	Proceso
Agua	80	Rodar de 10 a 20 minutos (hasta disolver la sal, controlar densidad °Bé mayor de 5
Sal	5	
Acido fórmico diluido 1/5	1,5 – 2	Rodar de 2 a 3 horas, controlar corte y baño pH = 4 – 4,5
Sintético precurtiente sólido	5 – 6 ( en polvo	Rodar 2 – 6 horas (hasta penetración). Vaciar baño y enjaguar ligeramente
Sintético dispersante	2 - 3	Rodar 30 minutos
Extracto vegetal quebracho sulfitado	3 - 5	Rodar de 1 a 2 horas
Extracto vegetal quebracho sulfitado	3 - 5	Rodar de 1 a 2 horas
Extracto vegetal quebracho ATS	3 – 5	Rodar de 3 a 4 horas, hasta la penetración
Sintético auxiliar acido	1-3	
Fungicida	0,1 - 0,3	Rodar 20 minutos, apilar, reposo 24 horas

Fuente: <http://www.aqueic.es>.(2013).

## I. MIMOSA

Para <http://www.bvs.ops-oms.org>.(2010), esta corteza se extrae solamente de tres especies que por sus características y zonas donde se desarrollan se conocen como negra, verde y dorada. Es originaria de Australia, pero se reproduce bien en otros países del mundo donde el clima, suelo y promedio de lluvia son similares, como Sudáfrica y Brasil. A estas especies se les extrae la corteza aproximadamente a los 8 años, que es la época en que contiene mayor proporción de materia curtiente, que puede llegar a un 30% con una humedad del

14,5% , habiendo zonas privilegiadas en las que llegan a tener un 40% de curtiente. El extracto es de muy buena penetración y se lo utiliza en la recurtición de cueros de capelladas como en la producción de cueros pesados. Por su color se asemeja mucho al quebracho colorado. La mimosa se obtiene de la corteza de los árboles de mimosa que son originarios del África del Sur, África del Este y del Brasil, Los árboles crecen rápidamente y se cultivan en plantaciones. En un tiempo relativamente corto de 7-9 años, el contenido de tanino de la corteza es suficientemente elevado (del 31-39%), para poder fabricar el extracto. El extracto de mimosa puede fabricarse de forma rentable sobre la base de un período largo. El extracto de mimosa está particularmente adaptado a los modernos métodos de curtición de cueros pesados teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

- Un valor de pH relativamente alto aproximadamente de 4,6-4,8. y una baja concentración de ácidos y sales.
- Rápida velocidad de penetración y buena estabilidad a la acción de las enzimas procedentes de hongos y levaduras y debido a ello una buena estabilidad al almacenamiento.
- Una solubilidad relativamente elevada, es decir, depositan solamente una cantidad pequeña de insolubles, y una fijación adecuada del tanino.
- Da al cuero un color agradable de pardo-rosado claro, en el (gráfico 2), se ilustra la planta de mimosa.



Gráfico 2. Ilustración de la planta de mimosa.

Hidalgo, L. (2004), señala que a su pH y acidez natural, la mimosa produce un cuero relativamente firme. La acidificación con ácidos orgánicos débiles como el ácido fórmico y el ácido cítrico empleado como único producto de la curtición aumenta la fijación de tanino y, por consiguiente/ el rendimiento, obteniendo un cuero más firme. Como la mimosa es un tanino catequínico, tanto el licor como el cuero obtenido con él son sensibles a la oxidación, volviéndose de color más rojizo. La oxidación del licor de curtición se facilita al aumentar la temperatura, al elevar el valor de pH y sobre todo por aireación y, en menor proporción, por el efecto del bombeo. En la curtición con taninos catequínicos, casi siempre es necesario el empleo de un antioxidante como puede ser el bisulfito sódico.

## **J. GUARANGO**

[http://www.pielecológicacurticionvegetal.\(2015\)](http://www.pielecológicacurticionvegetal.(2015)), indica que el guarango es un árbol que llega a los diez metros de alto, que crece en las zonas áridas desde México hasta el norte del Brasil y abunda en Venezuela. Posee hojas compuestas, flores blancas o amarillentas muy fragantes y unas vainas curvadas y retorcidas, color castaño oscuro con pulpa amarilla amargo y resinoso que envuelve las semillas. Contiene casi un 50% de tanino por lo que se usa comercialmente en las curtiembres y su madera muy dura es usada para durmientes de tren y para fabricar piezas en tornería. El guarango es una planta originaria del Perú utilizada desde la época pre-hispánica, aplicada en la medicina folklórica o popular y, en los años recientes como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios; de nombre científico *CaesalpiniaSpinosa* o *CaesalpiniaTinctoria*. Sus características botánicas son las siguientes:

- Es un árbol pequeño en sus inicios, de dos a tres metros de altura; pero, puede llegar a medir hasta 12 metros en su vejez.
- De fuste corto, cilíndrico y a veces tortuoso, su tronco está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos.

- La copa del guarango es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes.
- Sus hojas son en forma de plumas, parcadadas, ovoides y brillantes ligeramente espinosa de color verde oscuro y miden 15 cm de largo.
- Sus flores son de color amarillo rojizo dispuestas en racimos de 8 cm a 15 cm de largo.
- Sus frutos son vainas explanadas e indehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas de 0.6 cm a 0.7 cm de diámetro y son de color pardo negruzco cuando están maduros.
- Inflorescencia con racimos terminales de 15 a 20 cm de longitud con flores ubicadas en la mitad distal. Flores hermafroditas, zigomorfas; cáliz irregular provisto de un sépalo muy largo de alrededor de 1 cm, con numerosos apéndices en el borde, cóncavo; corola con pétalos libres de color amarillento, dispuestas en racimos de 8 a 20 cm de largo, con pedúnculos pubescentes de 5 cm de largo, articulado debajo de un cáliz corto y tubular de 6 cm de longitud, los pétalos son aproximadamente dos veces más grandes que los estambres. En el gráfico 3, se ilustra una planta de guarango.



Gráfico 3. Ilustración de una planta de guarango.

## 1. El guarango en la industria del curtido

La industria de curtidos y peletería tiene como objetivo la transformación de pieles de animales en cuero, producto resistente e imputrescible, de amplia utilización industrial y comercial en la elaboración de calzado, prendas de vestir (guantes, confección), marroquinería y pieles. El curtido de las pieles animales puede hacerse empleando agentes curtientes minerales, vegetales y sintéticos, o bien en casos muy especiales, mediante aceites de pescado o compuestos alifáticos sintéticos. El recurtido vegetal utiliza extractos de cortezas, madera, hojas, frutos (Guarango), agallas y de raíces. Los componentes de los extractos corresponden a los siguientes tipos de taninos: pirocatecol, pirogalol y elágicos. Todos ellos taninos hidrolisables o condensados, ambos tipos de taninos, hidrolizables y condensados, 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 colágenas aglutinen en grumos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible.
- Los hace inmune al ataque bacteriano, aumenta temperatura de encogimiento, permite la sustitución del cromo y aprovechamiento de los residuos en el curtido de la piel.

## K. QUE ES PELETERÍA

Adzet, J. (2005), indica que se entiende por peletería al tratamiento de las pieles que deben ir acabadas con pelo. El proceso requiere especial cuidado para que no incida en forma negativa sobre el pelo o la lana, al mismo tiempo debemos obtener un cuero con las características de suavidad, ligereza y elasticidad que requiere el artículo terminado. En este sentido se diferencia del resto de la fabricación de curtidos, donde ya en las primeras etapas, se somete a la piel a un depilado. El que la piel vaya con su lana o pelo y que no haya sufrido ni pelambre

ni calero, diferencia ampliamente los dos tipos de fabricación, ya que la piel de peletería llegara al estado de piquel y curtición sin habersele eliminado la epidermis y sin hidrólisis del colágeno, hinchamiento, separación de las fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de las proteínas hidrolizables.

<http://www.wikipedia.es.org>.(2015), señala que la peletería es la industria dedicada a la elaboración de indumentaria a partir de cuero y piel animal; es una de las tecnologías más antiguas conocidas, remontándose a la prehistoria, y probablemente la forma más antigua de elaboración de indumentaria. La artesanía en piel ha acompañado al hombre desde sus propios inicios como una manufactura de primera necesidad. Con esta materia fabricaron sus primeros vestidos, zapatos, envases, mantas, casas y hasta pequeñas embarcaciones. Hace más de 3000 años, la piel era un mercado próspero en Egipto, Grecia y toda Europa, el cuero como materia prima era utilizable en casi todos los sectores de la vida diaria, desde los petos de los soldados y escudos hasta carruajes, muebles y toda una infinidad de artículos de lujo. América llega con la conquista de los españoles, traída sobre todo por misioneros, que se asentaron en nuevo México y Texas, uniéndose al trabajo ya existente de los aborígenes de la zona. En la época de las colonias, los artesanos desarrollan un estilo que aún se ve en nuestros días, en quitrines, arreos, burós, muebles, y monturas. La Peletería es una profesión de producción que utiliza pellejos y cueros obtenidos de Desuello para producir armaduras, refuerzos para armadura y tambores.

Para <http://www.barrameda.com>.(2015), el arte de la peletería es comúnmente deseada por clases que visten cuero (Druida, Pícaro), y clases que visten malla (cazador, chamán), pero otras clases también pueden beneficiarse mucho por los poderosos refuerzos para armadura que pueden hacerse, particularmente las Armaduras de Pierna que proveen a las clases cuerpo a cuerpo de el mejor encantamiento posible para esa ranura. Por este motivo, cotizan a buen precio en la Casa de Subastas y son hacedoras de dinero para cualquier peletero. Los Peleteros también pueden crear conjuntos iniciales de artículos de moda y capas decentes. Además, los peleteros pueden producir varios tipos de bolsas grandes para objetos vinculados a profesiones. Los peleteros son capaces de producir

varios tipos de tambores, con varias cargas, y que se pueden utilizar para otorgar una mejora a los jugadores dentro de una banda, incluyendo dos mejoras que son exclusivas de otras clases (aunque son más débiles).

- Tambores de los reyes olvidados y Tambores de lo Salvaje.
- Los peleteros pueden producir algunos Sombreros a la moda de vanidad, de los cuales, sus Patrones se pueden encontrar en Mazmorras de The Burning Crusade. También está el efecto temporal y chistoso de Patrón: plantillas cómodas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y los análisis físicos y sensoriales en el Laboratorio de Resistencias Físicas de la ESPOCH, ubicados en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo que tiene una altitud de 2754 msnm, con una longitud oeste de 78°28'00" y una latitud sur de 01°38'. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el cuadro 4. El tiempo de duración de la investigación fue de 74 días.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (°C).	13,8
Humedad relativa (%).	63,2
Precipitación anual (mm/año).	465
Heliofania, horas luz	165,15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2014).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se trabajaron con 48 pieles de cuy adulto con un peso promedio 1,5 Kg. Los cuales fueron adquiridos en la Plaza Municipal de animales de la ciudad de Riobamba.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. Materiales**

- 48 pieles de cuy.
- Baldes de diferentes dimensiones.
- Calefactor.
- Cuchillos.
- Tableros de estacado.
- Mesas.
- Guantes.
- Botas de caucho.
- Tinas.
- Cocina.
- Tanque de gas.
- Clavos.
- Balanza.
- Aserrín.
- Colgadores.
- Fundas.
- Ollas.
- Martillo.
- Abrazaderas.
- Probetas de cuero.

### **2. Productos químicos**

- Agua.
- Sal en grano.
- Ácido fórmico.
- Bisulfito de sodio.
- Formiato de sodio.

- Ríndente.
- Cal.
- Yeso.
- Sulfuro de sodio.
- Ácido oxálico.
- Aceite mineral.
- Parafina sulfoclorada.
- Ester fosfórico.
- Bicarbonato de sodio.
- Blancotan 2x polvo.
- Curtiente Mimosa.
- Curtiente Guarango.

### **3. Equipos e Instalaciones**

- Tinas para remojo.
- Ablandadora.
- Sistema de fluido continuo.
- Toogling.
- Prototipo mecánico de medición de la resistencia a la tensión.
- Pinzas superiores sujetadoras de abrazaderas.
- Calibrador.

## **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se trabajó con 3 tratamientos que correspondieron a los diferentes niveles de curtiente vegetal mimosa, (3, 4 y 5%), combinado con 6% de curtiente vegetal guarango, modelados bajo un Diseño Completamente al Azar Simple, (DCA), cada tratamiento se repitió 8 veces y con una tamaño de la unidad experimental de 2 pieles dándonos un total de 48 unidades experimentales. El esquema del experimento que se utilizó en la investigación se describe en el (cuadro 5).

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de mimosa + 6% de guarango	Código	Repeticiones	TUE	Total pieles
3% de mimosa	T1	8	2	16
4% de mimosa	T2	8	2	16
5% de mimosa	T3	8	2	16
		24		48

En el cuadro 6, se describe el esquema de Análisis de Varianza (ADEVA), que fue aplicado en la presente investigación:

Cuadro 6. ESQUEMA DE ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A	2
Error	21

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm<sup>2</sup>.

- Porcentaje de elongación, %.
- lastometría, mm.

## 2. Sensoriales

- Blandura, puntos.
- Tacto, puntos.
- Finura del pelo, puntos.
- Llenura, puntos.

## 3. Económicas

- Costos de producción.
- Beneficio/costo.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de varianza para las diferentes variables paramétricas.
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas.
- Separación de medias según Tukey ( $P > 0,01$ ).
- Regresión y correlación múltiple, para variables que reporten significancia.
- Relación Beneficio/ costo.

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las pieles de cuy frescas fueron adquiridas en el mercado oriental de Riobamba y se las sometió a los procesos de ribera y curtición con curtientes sintéticos a diferentes niveles de acuerdo con el siguiente procedimiento:

## 1. Remojo

El objetivo del proceso de remojo fue devolver a la piel su estado de hinchamiento natural y eliminar la suciedad, así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación, la fórmula empleada se indica en el (cuadro 7):

Cuadro 7. REMOJO DE LAS PIELS DE CUY.

Proceso	Operación	Producto	%	Temperatura	Tiempo
Remojo	Baño	Agua	200	25°C	30 min.
		Tenso activo			
		detergente	0,2		
		Cloro	0,1		
		Botar baño			
	Baño	Agua	200	25°C	1 horas
		Tenso activo			
		deja	0,2		
Cloro		0,1			
	Botar baño				

## 2. Rendido o purgado

El rendido es el proceso mediante el cual a través de sistemas enzimáticos se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas, la fórmula empleada se describe en el (cuadro 8).

Cuadro 8. RENDIDO Y PURGADO.

Proceso	Operación.	Producto	%	Temperatura.	Tiempo
Rendido y purgado	BAÑO	Agua	100	35°C	40 min.
		Ridente	0,5		
	BAÑO	Agua	200	Temp. Ambiente	20 min.
			Botar baño		

### 3. Desengrase

Consistió en la eliminación de la grasa de la piel del animal que puede existir las cuales dificultan el proceso de curtido, ocasionando erupciones y formaciones de manchas, en el (cuadro 9), se indica la fórmula empleada en el desengrase.

Cuadro 9. DESENGRASE DE LAS PIELES DE CUY.

Proceso	Operación.	Producto	%	Temperatura	Tiempo
Desengrase	Baño	Agua	100	35°C	60 min
		Tenso activo detergente Diesel	2 4		
				Botar baño	
		Agua	100	35°C	30 min
		Tenso activo detergente	2		
				Botar baño	

### 4. Piquelado

Se utilizó para acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición vegetal, con ello se logró bajar los niveles de encogimiento de los diversos agentes curtientes, como se indica en el (cuadro 10).

Cuadro 10. PIQUELADO.

Proceso	Operación	Producto	%	Temperatura	Tiempo	
Piquelado		Agua	100		20 min.	
		Cloruro de sodio	6			
		Acido. Fórmico 1:10 (	0,7			
			1 parte (Diluido)			
			2 parte			20 min.
			3 parte			60 min
		Baño	HCOOH1:10 (ac.	0,3	Ambiente	20 min.
			Formico)			
			1 parte (Diluido)			
			2 parte			20 min.
		3 parte			60 min	

## 5. Curtido vegetal

La curtición de la piel de cuy 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 fue 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, con las características físicas necesarias, la formula que se aplicó se describe en el (cuadro 11).

Cuadro 11. CURTIDO CON CURTIENTES VEGETALES.

Proceso	Operación	Producto	%	Temperatura	Tiempo
Curtido		Curtiente mimosa	3%		60 min
		Curtiente mimosa	4%		
		Curtiente mimosa	5%	Botar baño	
		Los 3 niveles de mimosa fueron combinados con 6% de guarango			
		1 parte			60 min
		2 parte			60min
		3 parte			60 min
	4parte			5horas	
Perchar durante 48 horas y Rebajar a un Calibre de 1, 2 mm.					

## 6. Engrase

El engrase fue el proceso en el que se recuperó la grasa perdida en el desengrase que influyó sobre las propiedades mecánicas y físicas del cuero la fórmula empleada se describe en el (cuadro 12).

Cuadro 12. ENGRASE DE LAS PIELES DE CUY.

Proceso	Operación	Producto	%	Temperatura	Tiempo	
Re humectación	Baño	Agua	200	25°C	30 min.	
		Humectante	0,2			
Engrase	Baño	Acido oxálico	2	60°C	60 min	
		Botar baño				
		Lavar las pieles				
		Agua	150			
		Grasa sulfitada	6			
		Grasa vegetal	4			
		Grasa	6			
		ester fosfórico				
		Ácido oxálico	1			10 min.
		Ácido oxálico	1			10 min
	Baño	Botar baño		Ambiente	20 min	
		Agua	200			
Apilado flor con flor (tapar con fundas negras). Secado, estirado y estacado						

## 7. Aserrinado, ablandado y estacado

Para permitir la suavidad de la piel se humedeció un poco a las pieles de cuy con pelo con una pequeña cantidad de aserrín húmedo limpio con el objeto de que estos absorban agua para una mejor blandura de los mismos, durante toda la noche. Las pieles de cuy con pelo se los ablandó a mano y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos, estirándolos poco a poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero presente una base de tambor, se dejó luego todo un día y se desclavo para medir.

## H. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1. Análisis sensorial

Para realizar los análisis sensoriales de blandura, tacto, finura de pelo y llenura se inició con una evaluación a través del impacto que causa a los sentidos los que indicaron que características presentaron cada uno de los cueros de cuy curtidos

con una combinación de dos curtientes vegetales, se utilizó la siguiente escala de calificación de acuerdo a Hidalgo, L. (2016), como se describe en el (cuadro 13).

Cuadro 13. REFERENCIA DE CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO DE CUY.

Puntaje de calificación		calificación	
1	a	2	Cuero de mala calidad
2			Cuero de baja calidad
3	a	4	Cuero de buena calidad
4			Cuero de muy buena calidad
5			Cuero de excelente calidad

Fuente: Hidalgo, L (2015).

- Blandura: Para determinar la blandura se palpó la piel de cuy con las yemas de los dedos y se observó la delicadeza y caída, ya que es una cualidad que debían tener para la confección de artículos, en los que por el roce con la piel necesitaran ser muy delicados para no producir malestar en el usuario, o porque las horas de uso son elevadas.
- Tacto: Para la determinación de la calificación sensorial de tacto se deslizó suavemente las yemas de los dedos sobre la piel de cuy y determinar la sensación que se produce en el momento del roce. Dentro de esta característica sensorial se tomó en cuenta que el cuero presente un tacto muy cálido, liso, suave y muy similar al de la seda, que la superficie no presente demasiadas imperfecciones, que afecten la plenitud y blandura.
- Finura de pelo: El objetivo de la presente investigación fue curtir la piel de cuy con pelo por lo tanto fue necesario determinar la finura del pelo para lo cual se procedió a deslizar suavemente el pelo de cuy y detectar la sensación que produce tanto en la palma como en el dorso, y calificar de acuerdo a la escala sensorial antes propuesta, alcanzando mayor puntuación aquellas pieles con pelo muy suave, fino y delicado pero al mismo tiempo bien adherido a la parte carne de la piel.

- **Llenura:** Para la evaluación de la llenura de una piel de cuy se palpó entre las yemas de los dedos con movimientos continuos y ondulantes para percibir como se encuentran los espacios interfibrilares; es decir, si están totalmente llenos o muy vacíos, con el fin de proyectarse sobre el efecto que presentó el cuero el momento de la confección del artículo destinado se tenía en cuenta que, una calificación baja fue sinónimo de cueros con efecto trapo, muy vacío o cuando estaban demasiado llenos y presenten un tacto acartonado, y cuando fueron calificados con puntuaciones altas fue indicativo de que se ha colocado el neutralizante en cantidad exacta en el entretejido fibrilar.

## **2. Resistencias físicas**

El análisis de las resistencias físicas fue lo más homogéneo y con mucha prolijidad en su realización y se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Los resultados de los ensayos físicos dependieron de la dirección de corte de las probetas. Puesto que los efectos de la direccionalidad no son los mismos para todas las propiedades físicas.
- En ciertas áreas de la piel hay más diferencias direccionales en la estructura fibrosa que en otras. En las faldas, cuellos y culatas son mucho más pronunciadas que en el centro del cuero.

### **a. Resistencia a la tensión**

El objetivo de esta prueba fue determinar la resistencia a la ruptura, que se da al someter la probeta a un estiramiento que fue aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero. En el (gráfico 4), se ilustra el corte de la probeta de cuero.

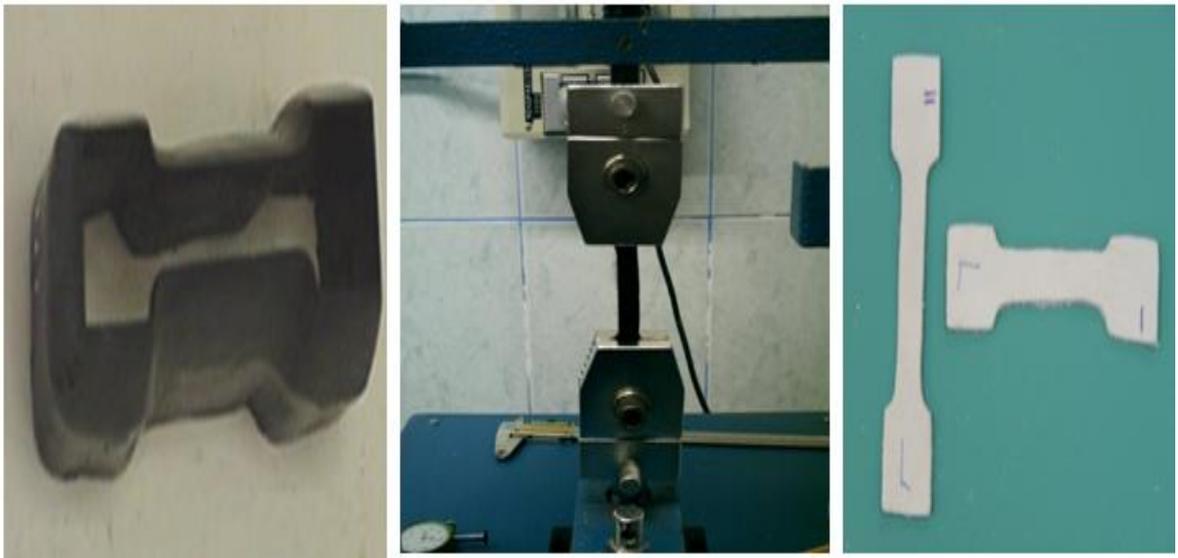


Gráfico 4. Corte de la probeta de cuero.

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 debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. En el (gráfico 5), se ilustra el troquel que se realizó el corte de la probeta de cuero.

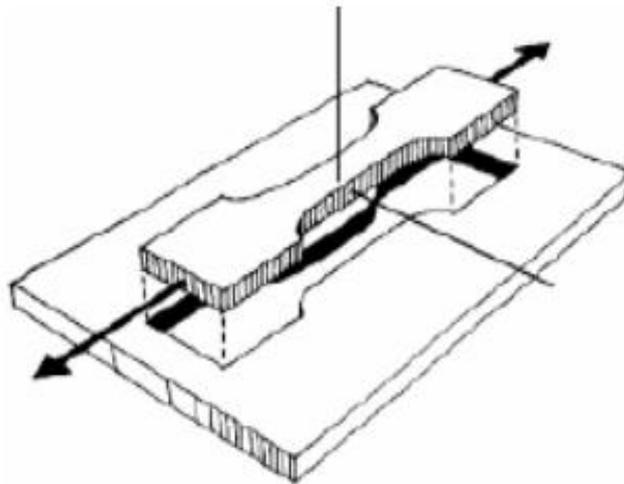


Gráfico 5. Troquel para realizar el corte de la probeta para el análisis de la resistencia a la tensión.

La máquina que se utilizó 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 (gráfico 6).



Gráfico 6. Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia al frote en seco.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6.

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>	$T = \frac{\text{Lectura Máquina}}{\text{Espesor de Cuero} \times \text{Ancho (mm)}}$

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

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

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

### 1). Procedimiento

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo. En el (gráfico 7), se ilustra el equipo para medir el calibre del cuero.



Gráfico 7. Equipo para medir el calibre del cuero.

- Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en el (gráfico 8), se realizó la medición de la longitud inicial del cuero.



Gráfico 8. Medición de la longitud inicial del cuero.

- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en el (gráfico 9).



Gráfico 9. Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.

- Posteriormente se encendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación se elevó el display, presionando los botones negros como se indica en gráfico 10; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display.



Gráfico 10. Encendido del equipo.

- Luego se ubico en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica, en la ilustración del (gráfico 11).



Gráfico 11. Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.

- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula.

#### **b. Porcentaje de elongación**

El ensayo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación fue particularmente

necesaria en los cosidos, 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 fue que a diferencia de la tracción, la fuerza aplicada a la probeta se repartió 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 fue más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado fue el método IUP 40 llamado desgarró de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que se midió la fuerza media de desgarró y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarró, para lo cual :

- 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 estaban fijadas 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 desgarró del cuero hasta su rotura total.
- El porcentaje de elongación se expreso en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta.

### **c. Lastimetría**

En el montado de la confección del artículo deseado la piel experimenta una brusca deformación que le llevó de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produjo una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la

superficie debió alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no fue lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quiebra y se agrieta. 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. Este instrumento, desarrollado por SATRA, contenía una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor. Esta distancia se denominó distensión. La acción no se detenía hasta el momento de la rotura total del cuero, en el que se anotó de nuevo la distensión y la carga, aunque estos datos tienen sólo un carácter orientativo.

La lastometría en la primera rotura de la flor fue el parámetro más significativo para juzgar la aptitud del cuero para el montado del artículo final. Las directrices de calidad especifican el cumplimiento de un mínimo de 7 mm, aunque para mayor seguridad debería superarse una distensión de 8 mm. La norma IUP 9 se corresponde totalmente con la DIN 53325, la BS 3144/8 y la UNE 59025. Los métodos ASTM se basan en principios totalmente diferentes.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.**

###### **1. Resistencia a la tensión**

En la evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01^{**}$ ), por efecto de la utilización de diferentes niveles de mimosa en combinación con el agente curtiente vegetal guarango, estableciéndose las mejores respuestas cuando se combino el 5% de mimosa con 6% de guarango (T3), cuyas medias fueron de  $1128,03 \text{ N/cm}^2$  ; y que, descendieron a  $995,91 \text{ N/cm}^2$  cuando se curtió las pieles de cuy con la combinación de 6% de mimosa con 4% de guarango (T2). Las respuestas más bajas se alcanzaron cuando se curtió las pieles de cuy con el 3% de mimosa en combinación con 6% de guarango (T1), con  $876,72 \text{ N/cm}^2$  , como se reporta en el cuadro 14 y se ilustra en el gráfico 12, por los resultados obtenidos de resistencia a la tensión se puede afirmar que al utilizar mayores niveles de mimosa en combinación con guarango se obtienen mejores respuestas, lo cual es un indicativo de que los cueros obtenidos en la presente investigación son muy resistentes y logran cumplir con la normativa establecida de calidad.

Según lo que manifiesta [http://www.pielecológicacurticionvegetal.\(2015\)](http://www.pielecológicacurticionvegetal.(2015)), la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarró, a la tracción y de la flor, que las pieles curtidas al cromo debido a que el entrelazamiento fibrilar es algo pegado entre sí lo cual no se permite la deformación frente a las fuerzas externas. Los alargamientos fibrilares son menores 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 una pieles curtidas al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños.

Cuadro 14. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.

VARIABLE	NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON EL 4% DE GUARANGO.						EE	Prob	Sign	CV
	3%		4%		5%					
	T1		T2		T3					
Resistencia a la Tensión, N/cm <sup>2</sup>	876,72	c	995,91	b	1128,03	a	15,82	<0,0001	**	4,47
Porcentaje de Elongación, %	40,63	c	44,04	b	51,71	a	0,81	<0,0001	**	5,07
Lastometría, mm.	7,98	b	10,35	b	10,60	a	0,37	0,0001	**	10,74

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey.

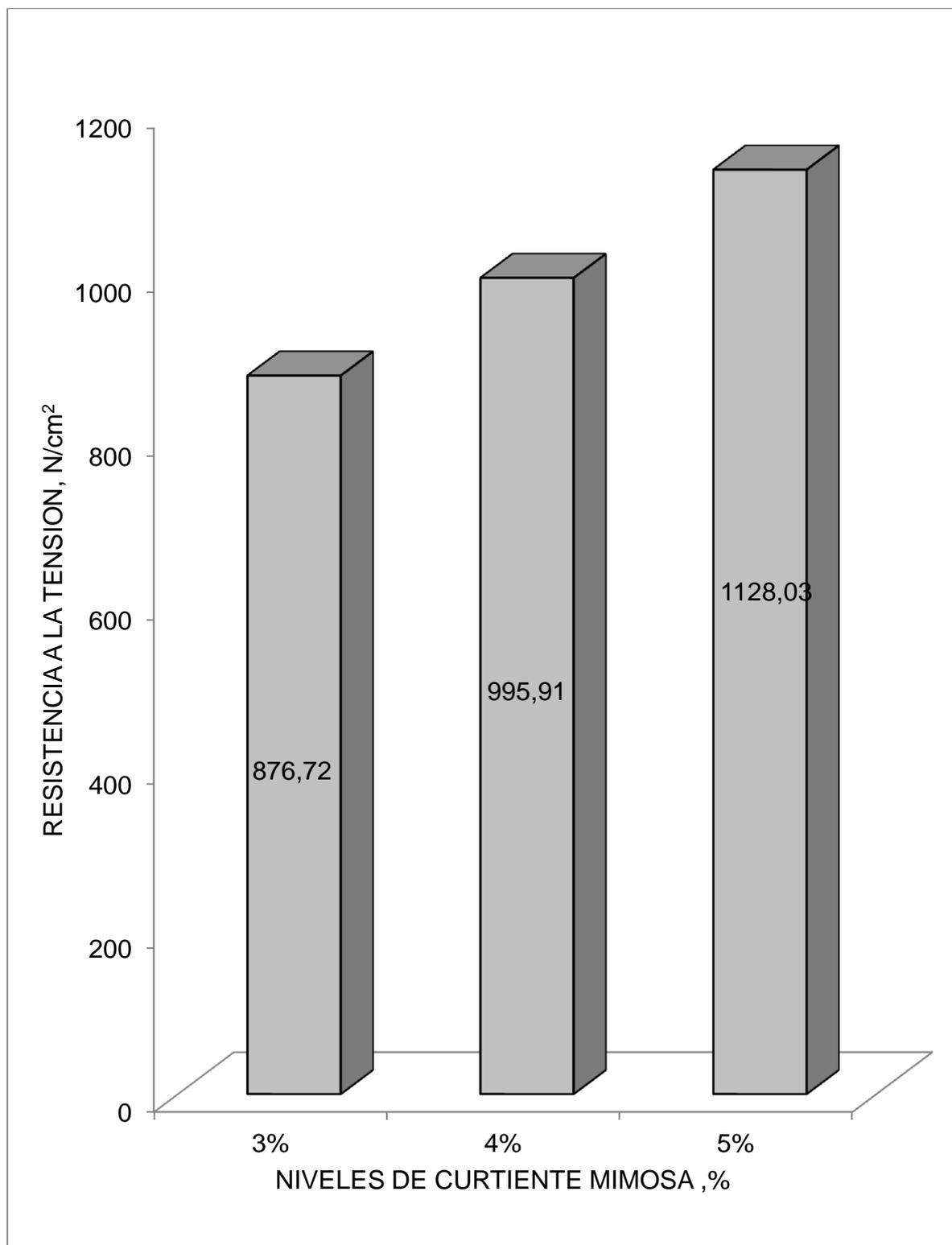


Gráfico 12. Resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

Las principales características que se busca cuando se curten las pieles es que estas logren resistir a fuerzas externas para evitar así que se desgarran por el uso o por la aplicación de dichas fuerzas sobre el cuero, para lo cual uno de los principales factores que afectan a dicha resistencia es el uso del tipo de curtiente;, de este depende el enlace que se forme con el colágeno y que tan estable va ser el mismo, cuando se da la curtición con extractos vegetales lo que se forma es un enlace covalente, donde se enlazan los electrones del colágeno con los electrones del curtiente este es fuertemente localizado y estable, al ser estable cuando se aplique una fuerza no se va a desgarrar, pero se tendrá que tomar en cuenta la cantidad de curtiente que se use además de la solubilidad del mismo con la piel.

Todos estos factores afectan para los resultados obtenidos a las diferentes pieles, lo importante es que el cuero logre cumplir las normativas internaciones y nacionales que se imponen ya que la normativa IUP e INEN buscan controlar la calidad de los cueros, siendo entidades fiables los consumidores se basaran en los resultados reportados por los mismos para adquirir las pieles específicamente la norma IUP 6, (2002), infiere como mínimo de calidad los 1500 N/cm<sup>2</sup> , antes de producirse el primer daño en la superficie de la piel.

El análisis de regresión de la resistencia a la tensión que se ilustra en el gráfico 13, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 497,61 N/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la tensión se eleva en 125,65 N/cm<sup>2</sup> por cada nivel de aumento en el porcentaje de agente curtiente mimosa utilizado en la presente investigación, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 85,67%, mientras tanto que el 14,33% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la calidad de la materia prima o la calidad del proceso así como los acabados otorgados a la piel u otros procesos de curtido, la ecuación de regresión lineal que se aplicó fue la siguiente:

$$\text{Resistencia a la tensión} = + 497,61 + 125,65(\%M)$$

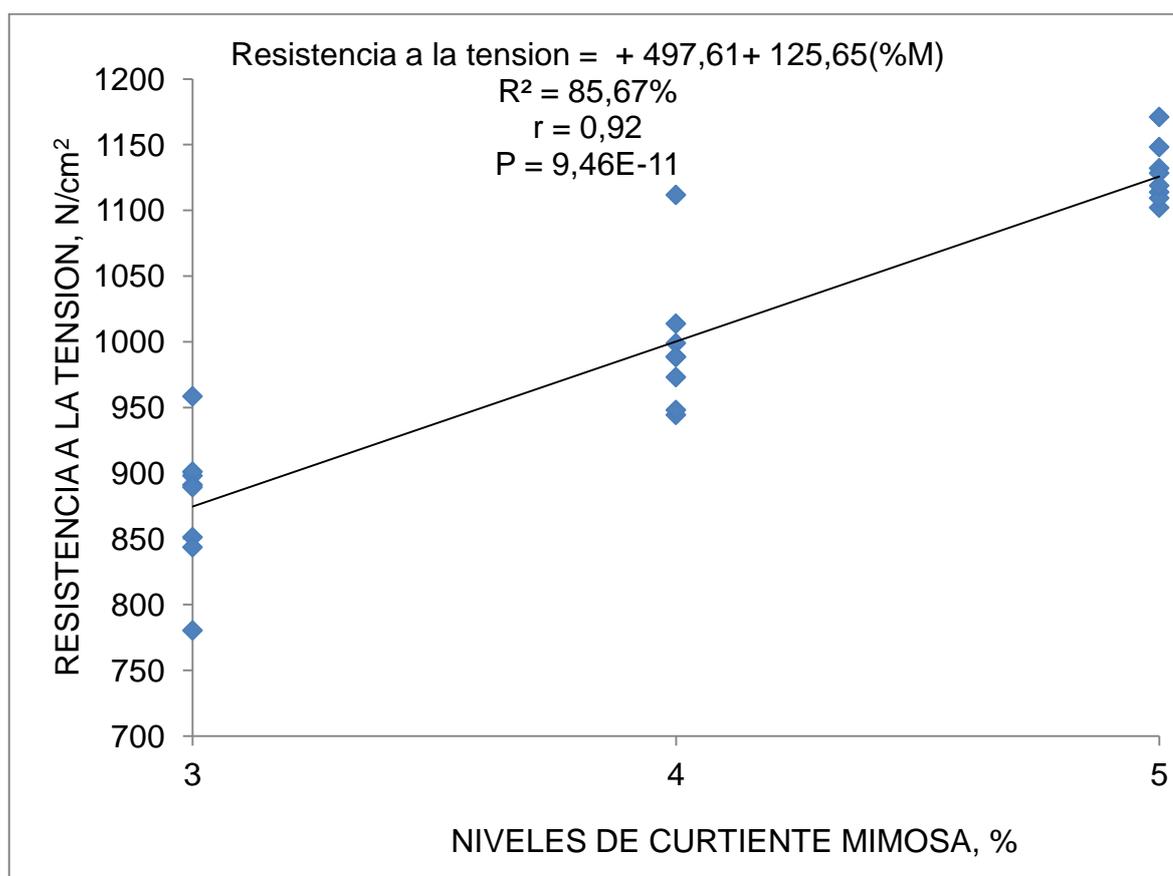


Gráfico 13. Regresión de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

## 2. Porcentaje de elongación

En la evaluación del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de agente curtiente mimosa en combinación con 6% de guarango, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01^{**}$ ), por efecto de la combinación de los curtientes, las mejores respuestas se reportaron cuando se curtió las pieles de cuy con el 5% de mimosa en combinación con 6% de guarango (T3), con 51,71% y que descendieron a 44,04% cuando se curtió las pieles con 4% de curtiente vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron alcanzadas cuando se curtió las pieles de cuy con el 3% de mimosa en combinación con 6% de guarango (T1), cuyas repuestas fueron iguales a 40,63%, como se ilustra en el (gráfico 14).

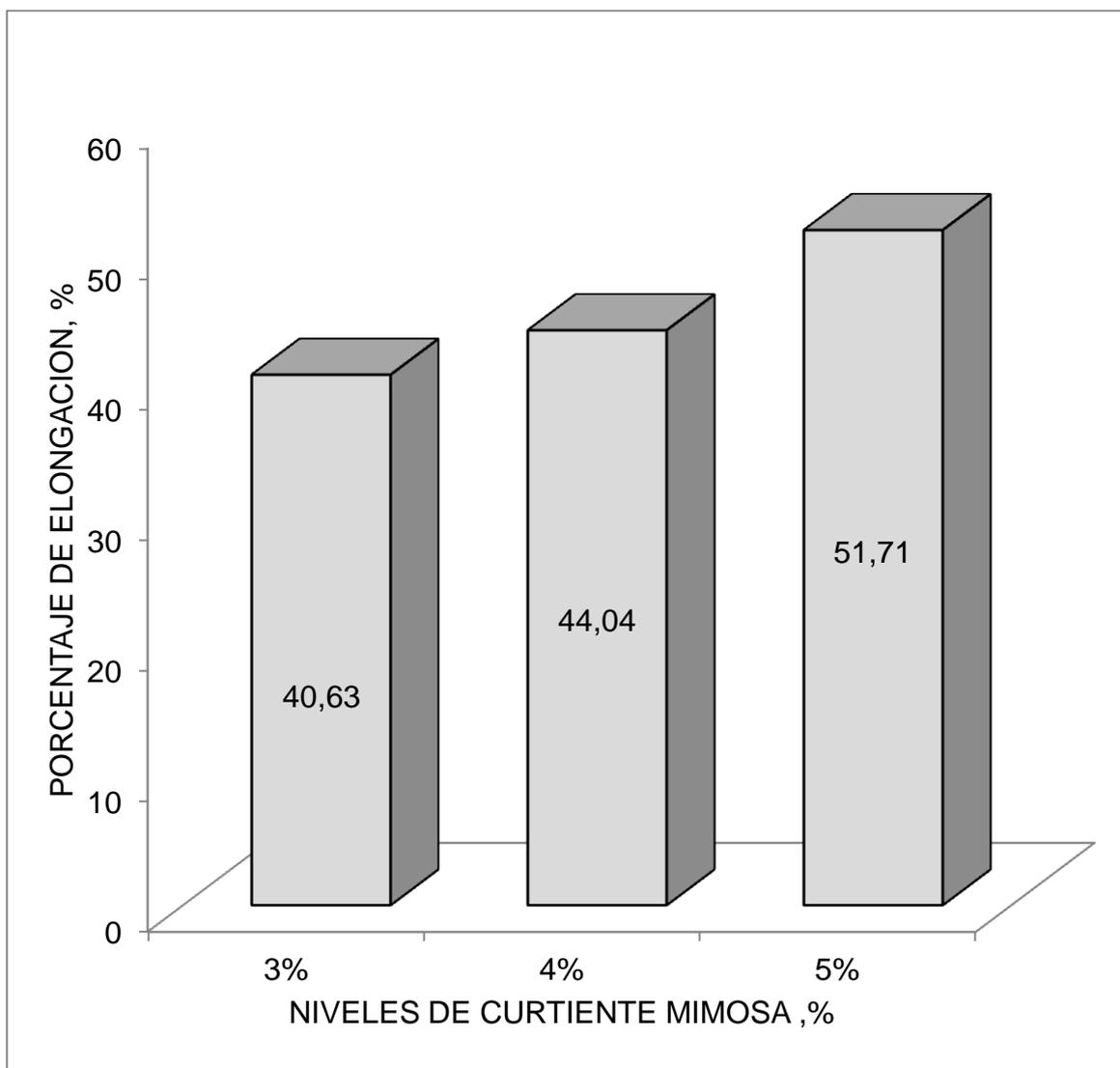


Gráfico 14. Comportamiento Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

De acuerdo a los resultados antes mencionados se afirma que al utilizar mayores niveles de curtiente vegetal mimosa en combinación con guarango se obtiene un mayor de porcentaje de elongación, y que va a ser importante para poder visualizar en que campo se podrá utilizar las pieles curtidas ya que para pieles destinadas a la confección de prendas de vestir como chaquetas, zapatos, etc., se debe tener pieles muy elásticas debido a que su confección va a ser difícil y si la piel es rígida puede llegarse a romper, mientras que para marroquinería se deben tener pieles muy rígidas por lo cual todo dependerá de la utilización del cuero para elegir los niveles de curtiente que se utilicen.

Lo que es corroborado según Hidalgo, L. (2004), quien menciona que la mimosa por tener un pH y acidez natural, produce un cuero relativamente firme. La acidificación con ácidos orgánicos débiles como el ácido fórmico y el ácido cítrico empleado como único producto de la curtición aumenta la fijación de tanino y, por consiguiente el rendimiento, obteniendo un cuero más firme. Como la mimosa es un tanino catequínico, tanto el licor como el cuero obtenido con él son sensibles a la oxidación, volviéndose de color más rojizo. La oxidación del licor de curtición se facilita al aumentar la temperatura, al elevar el valor de pH y sobre todo por aireación y, en menor proporción, por el efecto del bombeo. En la curtición con taninos catequínicos, casi siempre es necesario el empleo de un antioxidante como puede ser el bisulfito sódico.

Existen diferentes tipos de agentes curtientes, entre los cuales se encuentran los minerales y los vegetales, en la mayoría de casos ambos son útiles en la industria y todo dependerá de la utilización que se va a dar al cuero y muchos de los factores que influirán en la calidad física del cuero son las operaciones anteriores así como las condiciones experimentales para el procesos de curtición, el porcentaje de elongación depende de la ubicación espacial que tenga el agente curtiente con las fibras de colágeno; así como, del tamaño del enlace peptídico que es el que se forma cuando se cambian los extractos vegetales con las fibras de colágeno, la distribución espacial dependerá del tipo de enlace formado y es el efecto que más tiene que ver con el porcentaje de elongación, en el caso del uso de extractos vegetales la orientación espacial que tienen las fibras de colágeno son lineales ya que el enlace covalente es fuertemente localizado, esto afecta ya que no da mayor espacio al movimiento de las fibras y como no existe la posibilidad de que se muevan las fibras están rozan entre si y el rozamiento genera en ocasiones desgarró de la piel.

Al comparar los resultados con las normas técnicas del cuero de la Asociación Española del Cuero que infiere un límite de 40 a 80% de elongación para considerarse de primera calidad, por lo tanto se afirma que los resultados de la presente investigación logran superar con esta exigencia siendo el margen más amplio al curtir las pieles con mayores niveles de mimosa

El análisis de regresión del porcentaje de elongación que se ilustra en el gráfico 15, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 23,28%, el porcentaje de elongación crece en 5,543% por cada unidad de cambio en el nivel del agente curtiente mimosa, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 78,38%, mientras tanto que el 21,62% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la calidad de la materia prima y calidad del proceso así como los acabados otorgados a la piel u otros procesos de curtido, la ecuación de regresión lineal que se aplicó fue:

$$\text{Porcentaje de elongación} = 23,28 + 5,543(\%M).$$

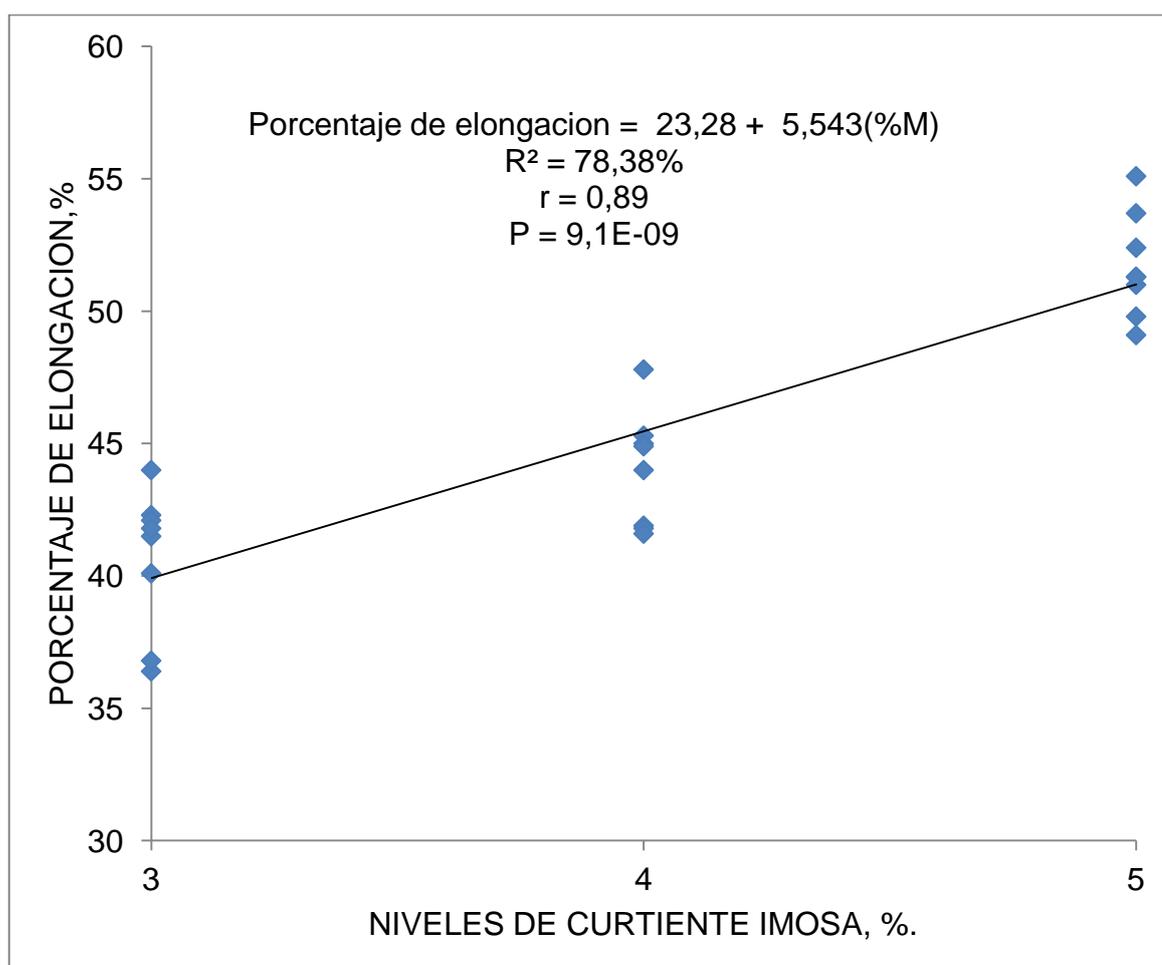


Gráfico 15. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

### 3. Lastometría

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 diferencias altamente significativas ( $P < 0,01^{**}$ ) entre medias, en alcanzándose las mejores respuestas cuando se curtieron las pieles de cuy con el 5% de mimosa (T3), con 10,60 mm, y que descendieron a 10,35 mm, cuando se curtió las pieles de cuy con el 4% de mimosa; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir las pieles de cuy con el 3% de mimosa (T1), con 7,98 mm, como se ilustra en el gráfico 16. Analizando las respuestas obtenidas por las pieles de cuy de la resistencia física de lastometría; se afirma que, para mejores resultados se deben adicionar mayores niveles de taninos vegetales obtenidos del guarango y también será importante la combinación de agentes curtientes para lograr mejores resultados, al lograr cumplir con la normativa IUP 6 (2002), que infiere un mínimo de lastometría de 7 mm, es decir que las pieles son de excelente calidad ya que al aplicar los diferentes niveles de mimosa, se supera con esta exigencia de calidad.

Estos datos pueden ser justificados con lo que nos indica Soler, J. (2004), quien menciona que todos los taninos hidrolizables o condensados, 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. Los hace inmune al ataque bacteriano, aumenta temperatura de encogimiento, permite la sustitución del cromo y aprovechamiento de los residuos en el curtido de la piel. Los extractos vegetales utilizados son conocidos por ser curtientes que no son muy astringentes, esto ocasiona que la curtición con estos sea muy natural ya que los enlaces peptídicos que forman con el colágeno son estables, razón por la cual las pieles curtidas con estas alcanzaran respuestas a las pruebas físicas favorables, en el caso de la lastometria que mide cuanto se puede estirar un cuero en relación a milímetros, dependerá del espacio intermolecular que exista entre las moléculas de colágeno, un efecto de esto es que al utilizar mayores niveles de mimosa.

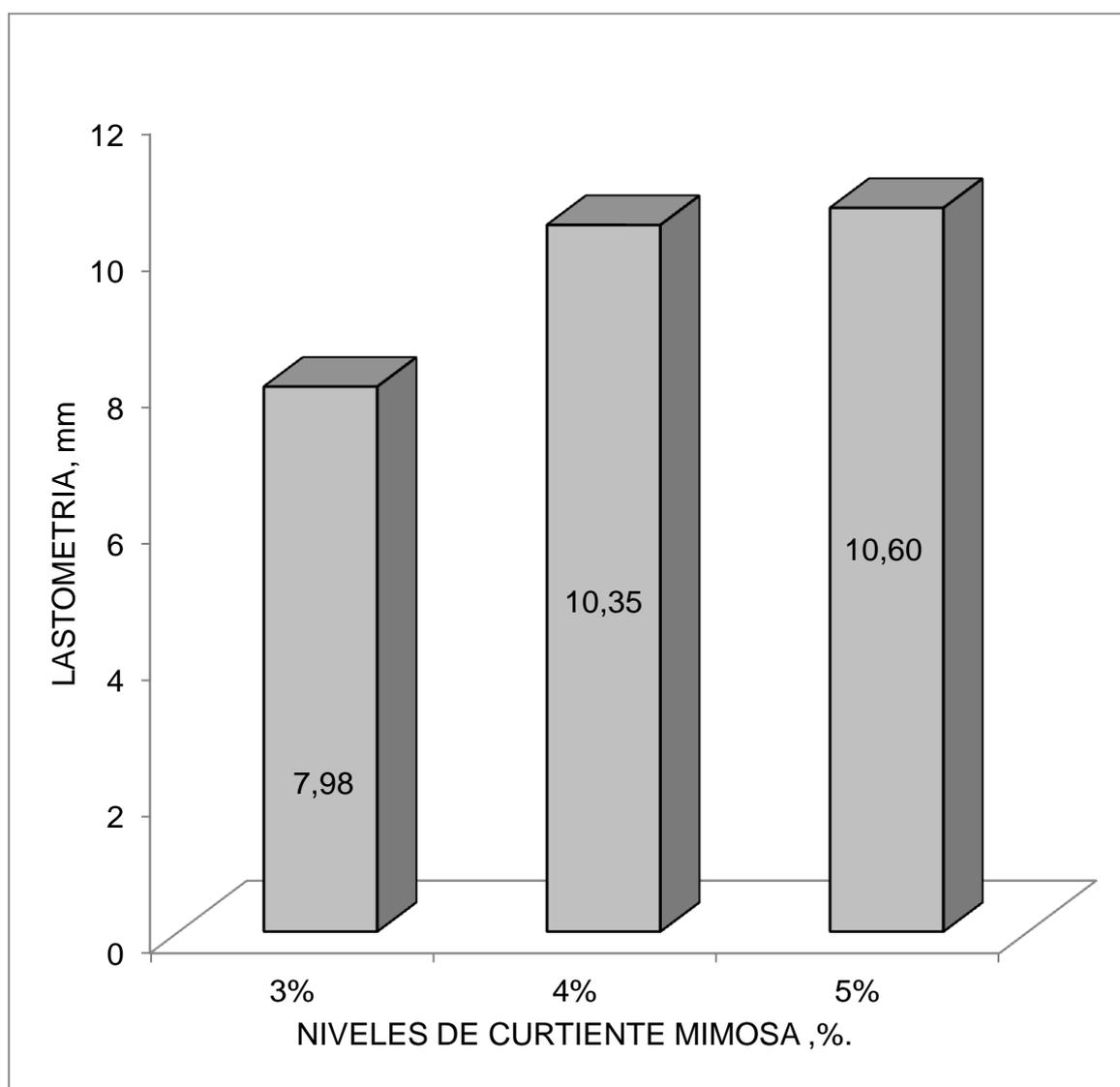


Gráfico 16. Comportamiento Lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

La mimosa es de naturaleza ligeramente astringente no tiene una penetración total en las pieles, al utilizar mayores niveles se logra que mayores moléculas ocupen los espacios intermoleculares de las pieles y generen menor rozamiento entre las fibras de colágeno evitando así que se desgarran las pieles cuando se estiren, este es un método ideal para curtición de especies menores ya que las pieles son de menor tamaño y al utilizar curtientes muy agresivos como son los minerales ocasionaran que cambie la composición normal de piel lo cual no conviene ya que este tipo de pieles no deben ser atacadas en gran porcentaje por el curtiente para que mantengan la composición normal.

Mediante el análisis de regresión para la lastometría que se indica en el gráfico 17, se aprecia que los datos se ajustan a una tendencia cuadrática altamente significativa, donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 11,846 mm, inicialmente la lastometría asciende en 9,79%, con la aplicación de 6% de guarango, para posteriormente descender en 1,06% con la curtición combinada en la que se incluye 5% de mimosa, con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 59,76%; mientras tanto que, el 40,24% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver básicamente con la precisión en el pesaje de los productos químicos no solamente utilizados en el proceso de curtición. La ecuación de regresión cuadrática aplicada fue:

$$\text{Lastometria} = -11,846 + 9,79(\%M) - 1,06(\%M)^2.$$

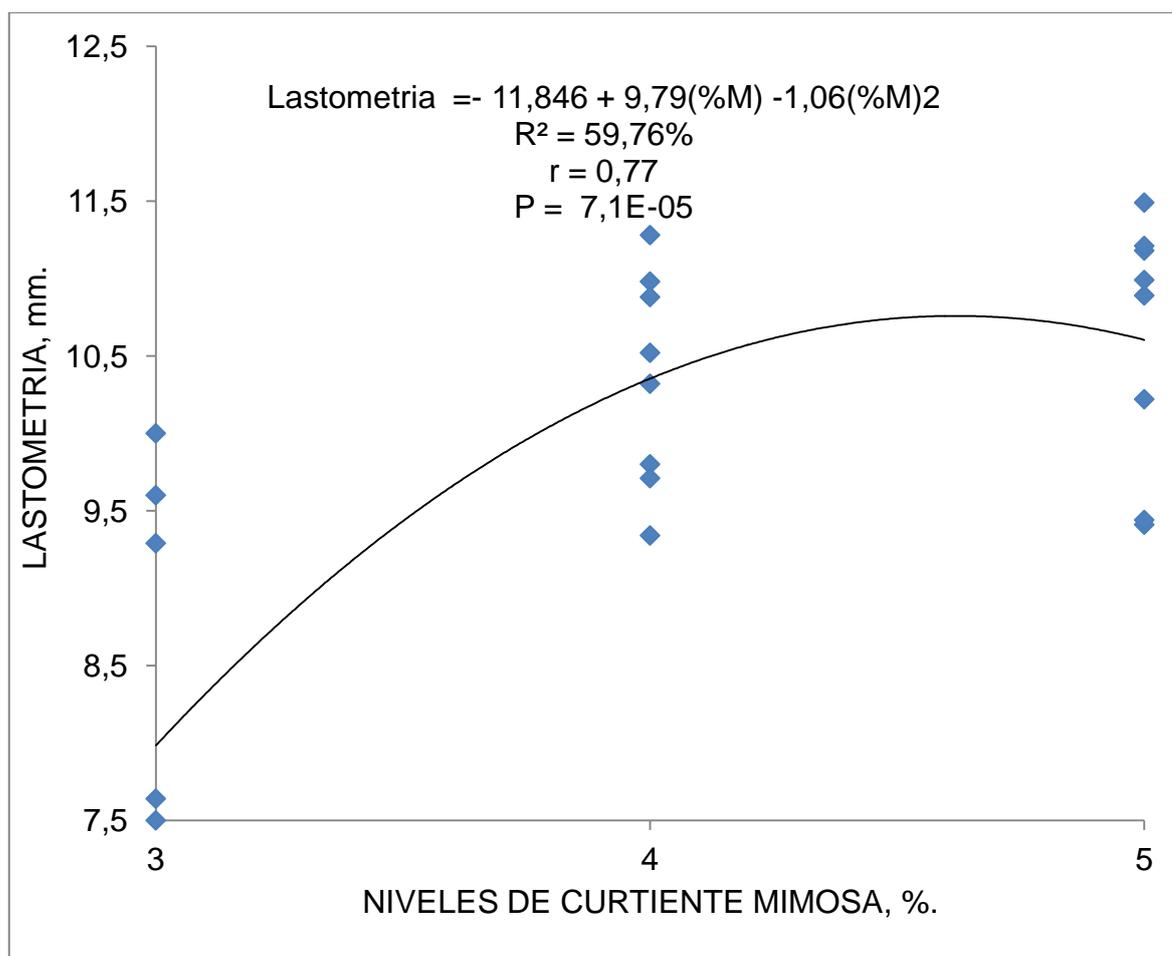


Gráfico 17. Regresión de la lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO**

### **1. Blandura**

En la evaluación de la calificación sensorial de blandura de las pieles de cuy se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01^{**}$ ) de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de extracto vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 3% de curtiente vegetal mimosa, con 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), las medias descendieron hasta alcanzar valores de 4,00 puntos, cuando se curtió las pieles con el 4% de mimosa (T2), presentando una calificación de muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas se alcanzaron cuando se curtió las pieles de cuy con el 3% de curtiente vegetal mimosa con 3,25 puntos como se indica en el cuadro 15 y se ilustra en el gráfico 18. Es decir que para conseguir mejores respuestas de blandura de las pieles de cuy se utilizará menores niveles de curtiente vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango, es necesario considerar que las pruebas sensoriales son muy importantes para lograr persuadir al consumidor de que las pieles son de buena calidad ya que este evalúa con los órganos de los sentidos y si le ocasiona respuestas favorables, sobre todo porque el mercado de peletería media está considerado para estratos de económica más alta y como es un producto suntuoso se requiere que presente mejores prestaciones sensoriales.

Los datos obtenidos concuerdan con <http://www.definicion.org>.(2010), donde se menciona que el curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición.

Cuadro 15. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.

VARIABLE	NIVELES DE MIMOSA MAS 4% DE GUARANGO			EE	Prob	Sign	CV
	3% T1	4% T2	5% T3				
Blandura, puntos.	4,75 a	4,00 b	3,25 c	0,17	<0,0001	**	12,2
Tacto, puntos.	4,38 a	4,00 ab	3,50 b	0,19	0,001	*	13,36
Finura de flor, puntos.	4,25 a	3,75 ab	3,50 b	0,2	0,0488	*	15,06
Llenura, puntos.	3,25 b	3,75 b	4,75 a	0,16	<0,0001	**	11,82

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey.

CV: Coeficiente de variación.

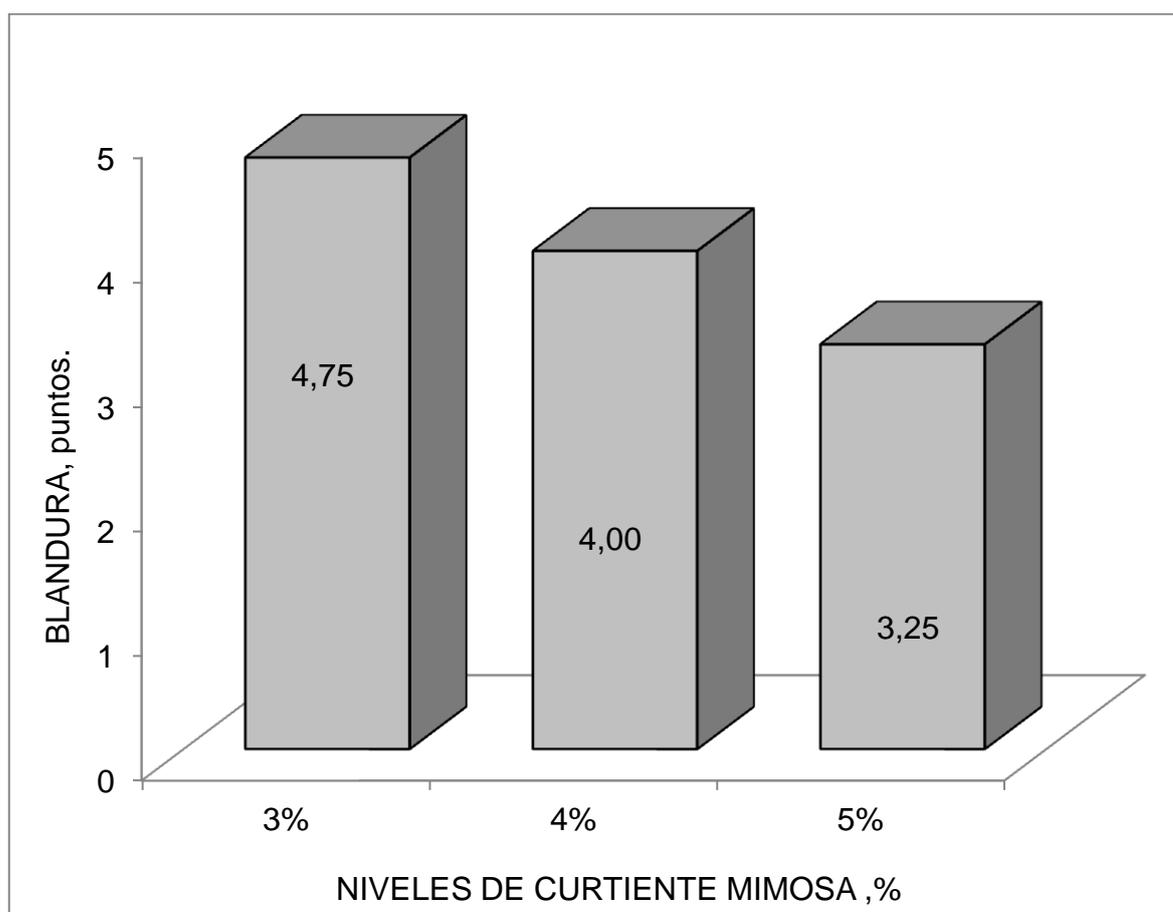


Gráfico 18. Comportamiento de la Blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que después del curtido con extractos vegetales se puede proceder a un engrase, escurrido, repasado y secado todo ello como se haría con pieles curtidas al vegetal, por lo cual las características sensoriales dependerán del tipo de agente curtiente utilizado, siendo superior los cueros curtidos con extractos vegetales a los curtidos con diferentes agentes minerales y sintéticos. Los análisis sensoriales mucho dependerán del juez que es el encargado de reportar los valores y dar las respuestas correspondientes, en el análisis de la blandura el curtidor especializado se encarga de tocar a la piel y sentir con sus dedos la suavidad así como también la caída del cuero. Al utilizar menores niveles de extractos vegetales se presenta mayores respuestas de blandura, sin embargo puede generar defectos en las restantes pruebas a las que se someta al cuero tanto físicas como sensoriales por lo cual se debe escoger y tratar de estandarizar las maneras de curtir para obtener mayores

conocimientos y lograr resultados óptimos ocasionando así que el curtidor tenga las mayores ganancias al aplicar productos y tecnologías más avanzando, sobre todo en el mercado peletero que requiere reemplazar las pieles de animales exóticos por aquellos criados en granja que no alteran el equilibrio ecológico .

El análisis de regresión de la blandura que se ilustra en el gráfico 19, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 7,0 puntos, la blandura decrece en 0,75 puntos por cada unidad de cambio en el porcentaje de agente curtiente mimosa utilizado en la formulación del curtido de las pieles de cuy, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 64,29%, mientras tanto que el 43,71% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con la calidad del proceso, los acabados otorgados a la piel u otros procesos de curtido y también los procesos anteriores a la curtición propiamente dicha, si no se logra controlar todos los factores que la afecten, la ecuación de regresión lineal que se aplico fue:

$$\text{Blandura} = + 7,0 - 0,75 (\%M).$$

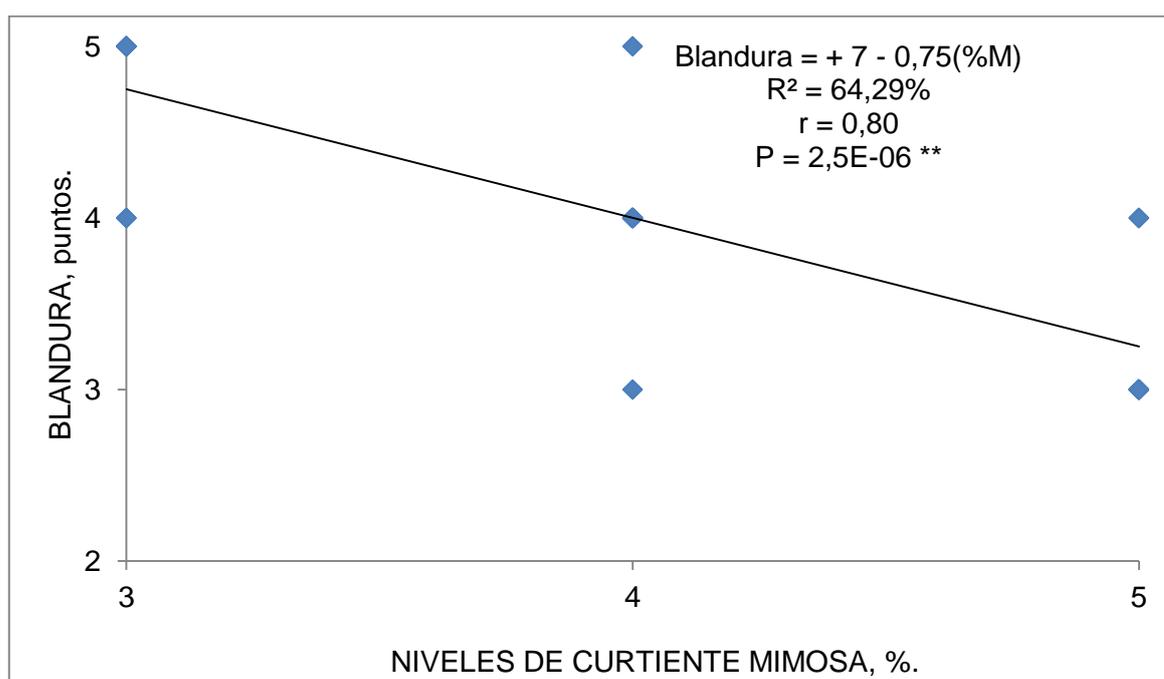


Gráfico 19. Regresión de la blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

## 2. Tacto

Las respuestas obtenidas de la calificación sensorial de tacto de las pieles de cuy reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de la adición en la fórmula de curtido de diferentes niveles de extracto vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango, alcanzando las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 3% de extracto vegetal mimosa (T1), con 4,38 puntos y calificación muy buena, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), y que descendieron a 4,00 puntos cuando se utilizó en la curtición de las pieles de cuy el 4% de mimosa (T2), manteniendo la calificación de muy buena, mientras tanto que las respuestas más bajas se alcanzaron en el lote de pieles curtidas con 5% de mimosa ya que la calificación fue de 3,50 puntos como se ilustra en el gráfico 20, es decir que para alcanzar las mejores respuestas de tacto de las pieles de cuy, se deben emplear menores niveles de agente curtiente mimosa en combinación con el 6% de guarango, ya que la piel se siente agradable y muy natural al tacto de la piel.

Resultados que son confirmados con lo expresado por Palomino, R. (2002), quien señala que el tacto de las pieles curtidas al vegetal es siempre duro, no es elástico puede ser blando a base de poco extracto, mucho engrase y una precurtición con aldehído glutárico. En general las pieles curtidas al vegetal tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro que los extractos vegetales llenan mucho a las pieles. Únicamente si se ha producido una curtición muerta.

Lo que coincide con lo expresado por Hidalgo, L (2004), quien menciona que los extractos vegetales contienen taninos pirogálicos que son los principales compuestos químicos encargados de la transformación de la piel sin curtir en piel imputrescible curtida, y de este factor depende cuanto cambien la composición normal de la piel por el grado de curtición que esta sufra, si se emplea mayores niveles del extracto vegetal se tiene mayor concentración de esta sustancia en el seno de la reacción lo cual ocasiona que más moléculas de colágeno formen enlaces peptídicos que cambian totalmente las condiciones naturales de la piel, lo

cual afecta también a las características sensoriales ya que todo esto se podrá reportar con los órganos de los sentidos, en el caso del tacto mientras más se cambie la composición natural de la piel, se obtendrá un tacto más rígido y no tan agradable ya que se podrá sentir las moléculas enlazadas que no tienen una correcta distribución espacial, esto cambia la naturalidad del cuero lo que ocasiona que en pieles de animales menores tenga un fuerte impacto ya que al ser menor tamaño de la piel se puede sentir mejor las imperfecciones.

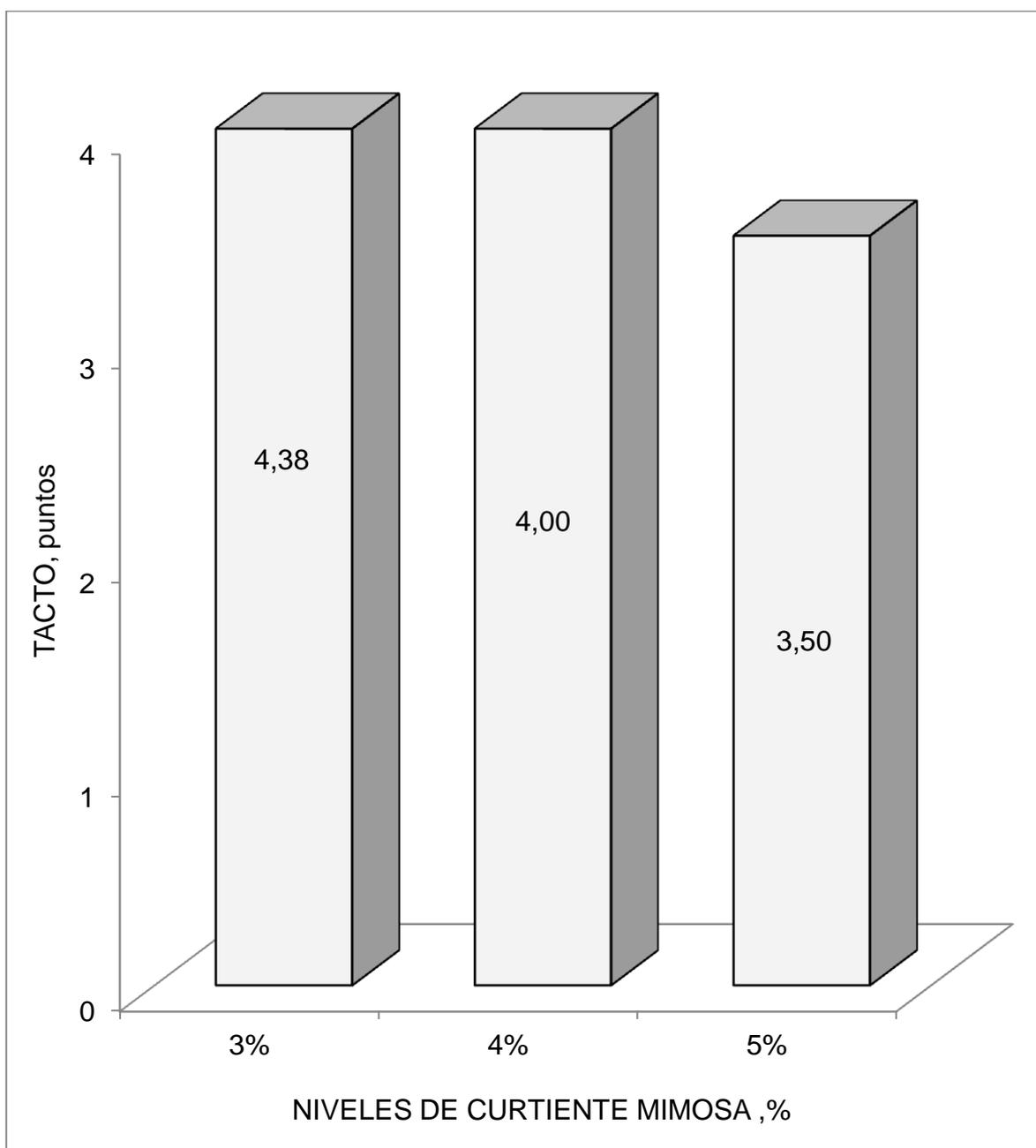


Gráfico 20. Comportamiento del tacto de las pieles de cuy curtidoras con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango

El análisis de regresión del tacto que se ilustra en el gráfico 21, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 5,71 puntos, el tacto decrece en 0,44 puntos por cada unidad de cambio en el porcentaje de agente curtiente mimosa utilizado en la fórmula del curtido, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 64,19%, mientras tanto que el 33,81% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver con los procesos de curtición propiamente dicha que afectara si no se logra controlar todos los aspectos ligados a ella, la ecuación de regresión lineal utilizada fue:

$$\text{Tacto} = + 5,71 - 0,44 (\%M).$$

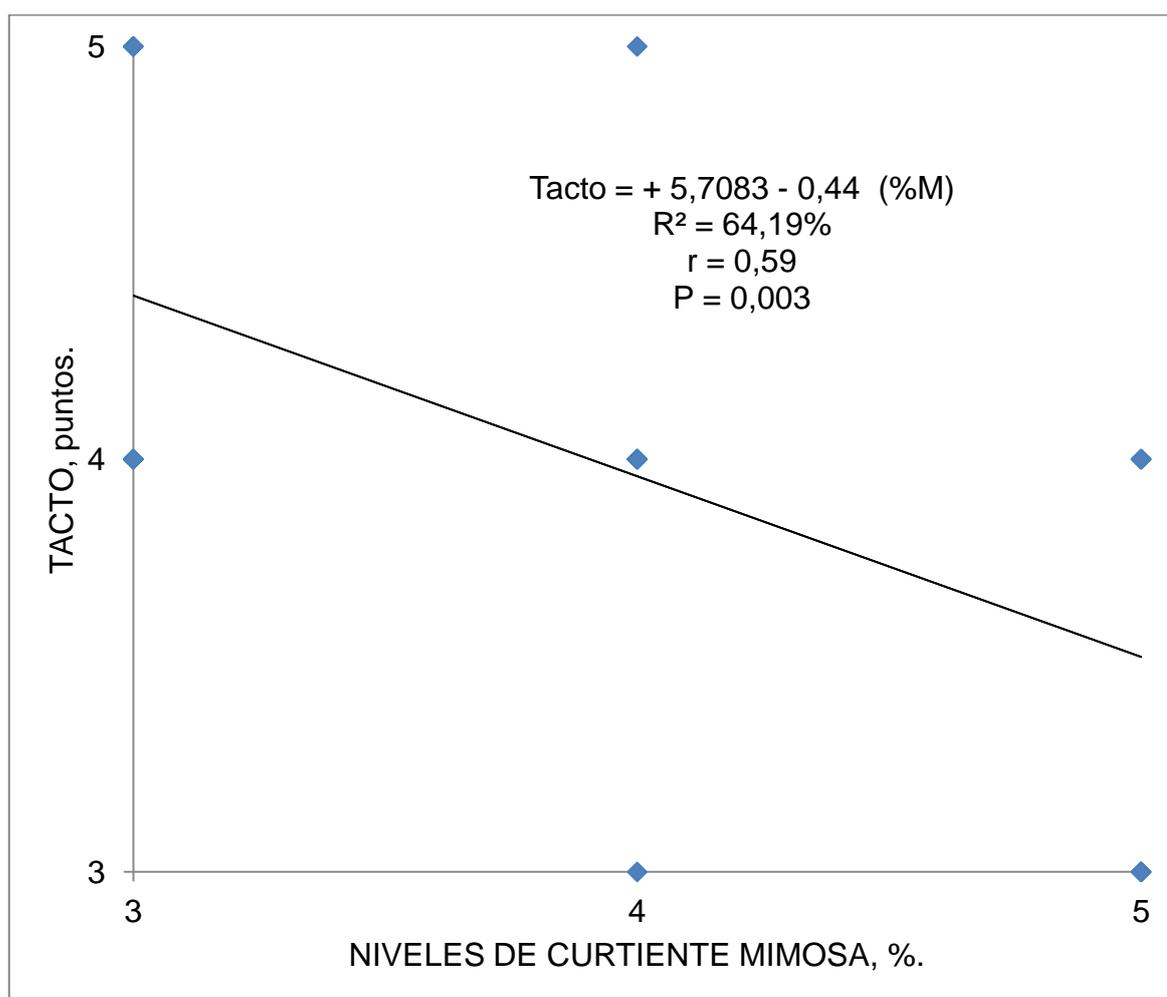


Gráfico 21. Regresión del tacto en la curtición de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

### 3. Finura de flor

Los valores medios reportados por la variable sensorial finura de flor de las pieles de cuy reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de extracto vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango, reportándose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles de cuy con el 3% de mimosa (T1), con 4,25 puntos y calificación muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2004), a continuación se reportaron las respuestas alcanzadas en el lote de cueros curtidos con 4% de mimosa (T2), ya que las medias fueron de 3,75 puntos y calificación muy buena, en tanto que las respuestas más bajas de finura de flor fueron registradas al curtir las pieles de cuy con el 5% de mimosa (T3), con 3,50 puntos como se ilustra en el (gráfico 22).

De acuerdo a los reportes mencionados se afirma que para alcanzar mayores calificaciones de finura de flor para pieles destinadas a la peletería se deberá curtir con menores niveles de extracto vegetal mimosa, estos datos concuerdan con lo que menciona Vanvlimern, P. (2006), quien indica que 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. 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.

El factor determinante en cuanto a la variable sensorial, finura de flor, que es medida por el especialista que evalúa la piel es, cuan grueso esta el cuero y esto debido a la penetración y los enlaces formados por el agente curtiente, como es sabido los extractos vegetales que son ricos en taninos pirogálicos son de composición orgánica y con esto son muy solubles en la piel; por lo que, alcanzan favorables respuestas al grado de curtición que se ha dado en las pieles, la finura de flor es importante cuando se quiera la obtención de pieles para peletería, ya que cuando una piel es fina no se necesita mayores técnicas

manuales para poder confeccionar las prendas de vestir, también se busca que el agente curtiente no sea muy astringente y a que el objetivo de la presente es lograr mantener el pelo en las pieles obviando los procesos de pelambre, pero con esto se obtendrá pieles muy gruesas por lo cual se debe buscar el curtiente ideal para lograr los mejores resultados a y obtener un cuero con buenas prestaciones tanto sensoriales como físicas.

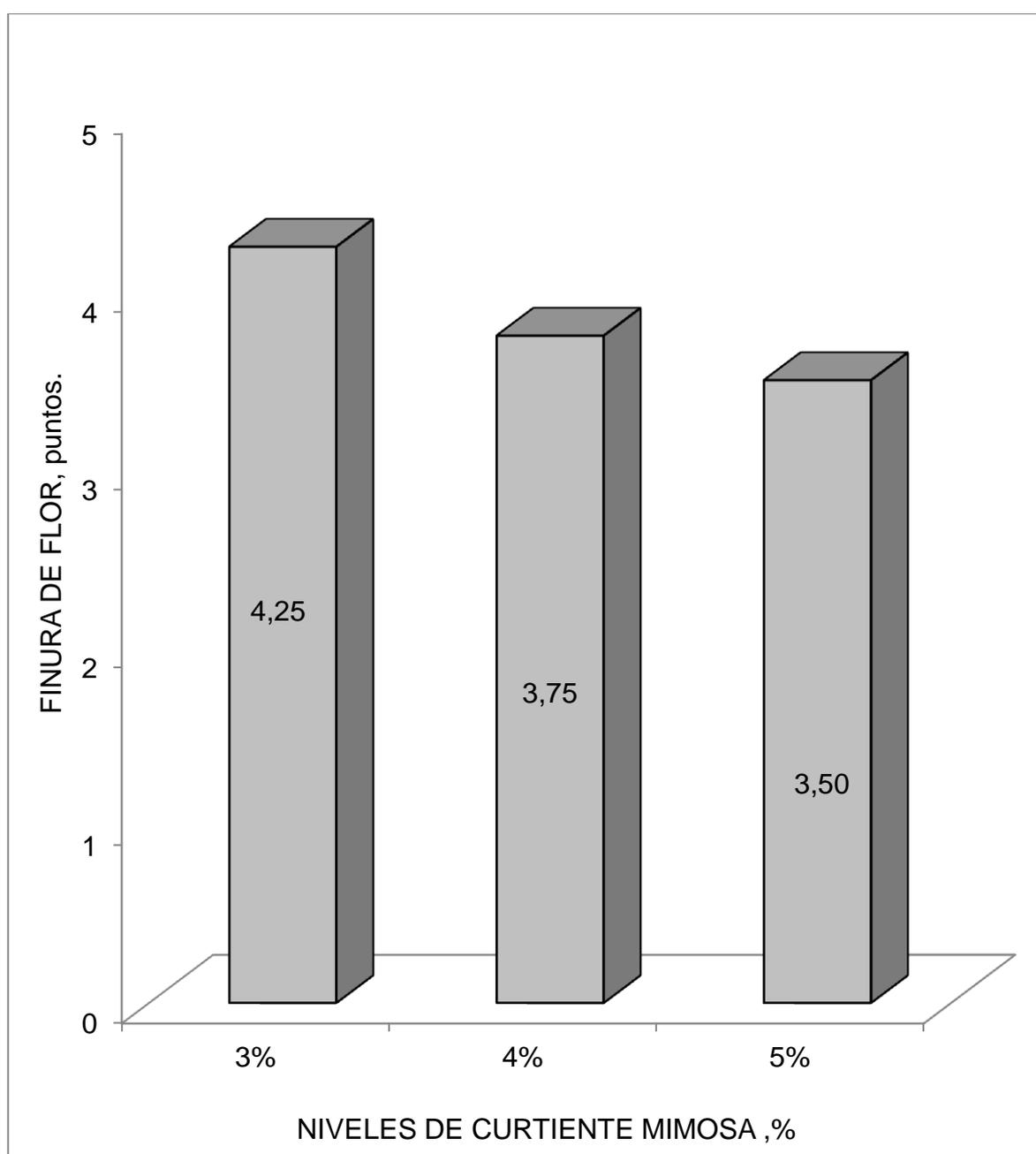


Gráfico 22. Finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

El análisis de regresión de la finura de flor que se ilustra en el gráfico 23, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 5,23 puntos, la finura de flor decrece en 0,375 puntos por cada unidad de cambio en el porcentaje de agente curtiente mimosa utilizado en la curtición de las pieles de cuy que serán utilizadas para la confección de artículos de peletería media, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 64,11%, mientras presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la calidad de la materia prima y aparte tanto que el 25,89% restante depende de otros factores no considerados en la investigación como puede ser la conservación de la piel fresca ya que una vez que es retirada del animal deberá procurar elegir inmediatamente como conservarla ya que es un producto muy putrescible y una vez que inicia el proceso de descomposición es difícil recuperarla, la ecuación de regresión lineal es:

$$\text{Finura de flor} = + 5,3 - 0,375(\%M).$$

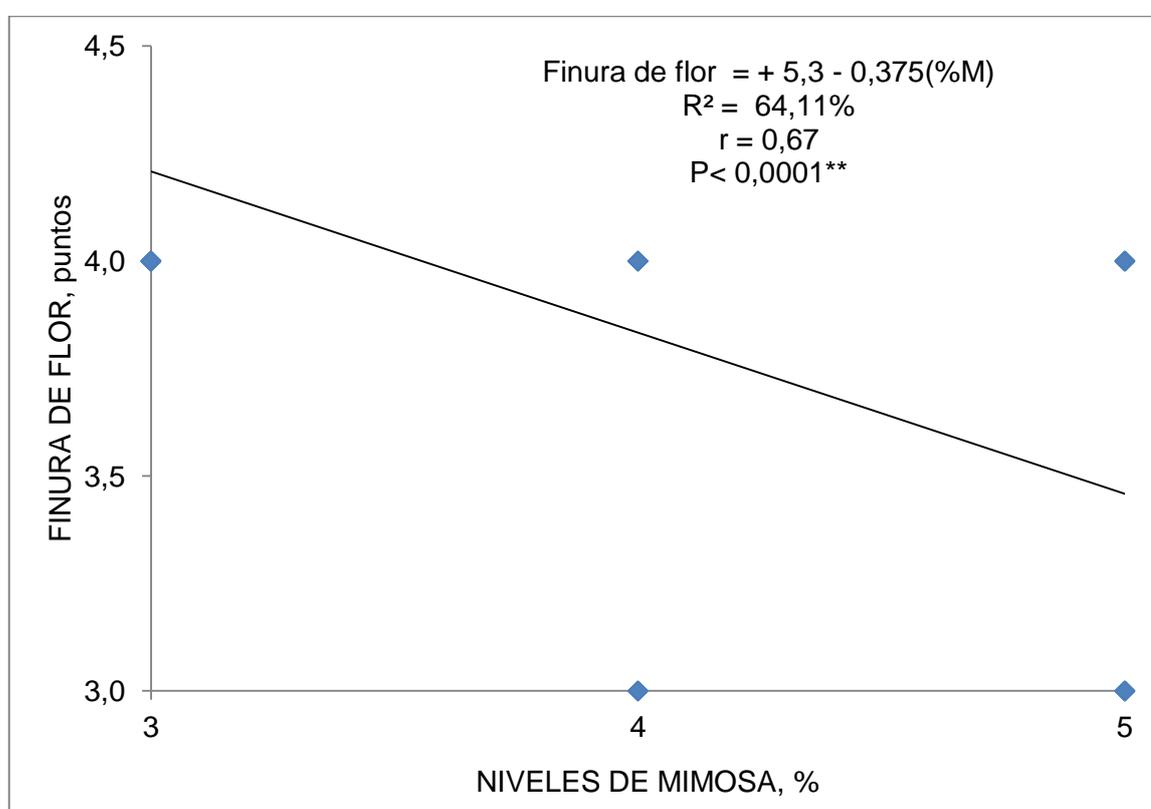


Gráfico 23. Regresión de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

#### 4. Llenura

En la evaluación estadística de la variable sensorial llenura de las pieles de cuy se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01^{**}$ ), por efecto de la curtición con diferentes niveles de extracto vegetal mimosa en combinación con 6% de guarango, estableciéndose , las mejores respuestas cuando se curtió las pieles de cuy con el 5% de extracto vegetal mimosa (T3), ya que reportó calificaciones de 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), y que descendieron al curtir las pieles de cuy con el 4% de mimosa hasta alcanzar valores de 3,75 puntos, y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas cuando se curtió las pieles de cuy con el 3% de mimosa (T1), con 3,25 puntos y calificación buena, como se ilustra en el (gráfico 24).

Es decir que mayores niveles de extracto vegetal mimosa se obtienen mejores respuestas de llenura de las pieles de cuy, y que es un indicativo de que el agente curtiente esta combinándose de manera óptima con las fibras de colágeno y está generando una buena transformación de las pieles crudas en pieles curtidas, lo cual hace una tecnología optima para la curtición de pieles dedicadas a la confección de prendas muy delicadas como son de peletería media, y también como no es un curtiente agresivo con las pieles logró reportar cualidades sensoriales elevadas, para lograr tener mayor aceptación del consumidor generando mayores ganancias.

Las respuestas de llenura reportadas en la presente investigación son corroboradas con las apreciaciones de Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por rodear las fibras, de 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 al curtir al

vegetal que al cromo pero sin exagerar la diferencia. En relación a la superficie de la piel la curtición con extractos vegetales, al llenar más entre fibras, tiene tendencia a ubicarse más verticales en relación a la superficie de la piel, tanto más cuanto más astringente sea el curtiente empleado, 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 casos 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. Uno de los problemas que se debe controlar en la curtición son los factores como temperatura, pH y efecto mecánico el cual afecta directamente a la solubilidad de los taninos pirogálicos, ya que si se controla bien las condiciones experimentales las fibras de colágeno se encontraran predispuestas a lograrse enlazarse con el curtiente vegetal, al formar los enlaces peptidicos el cuero alcanza una calificación de llenura elevada.

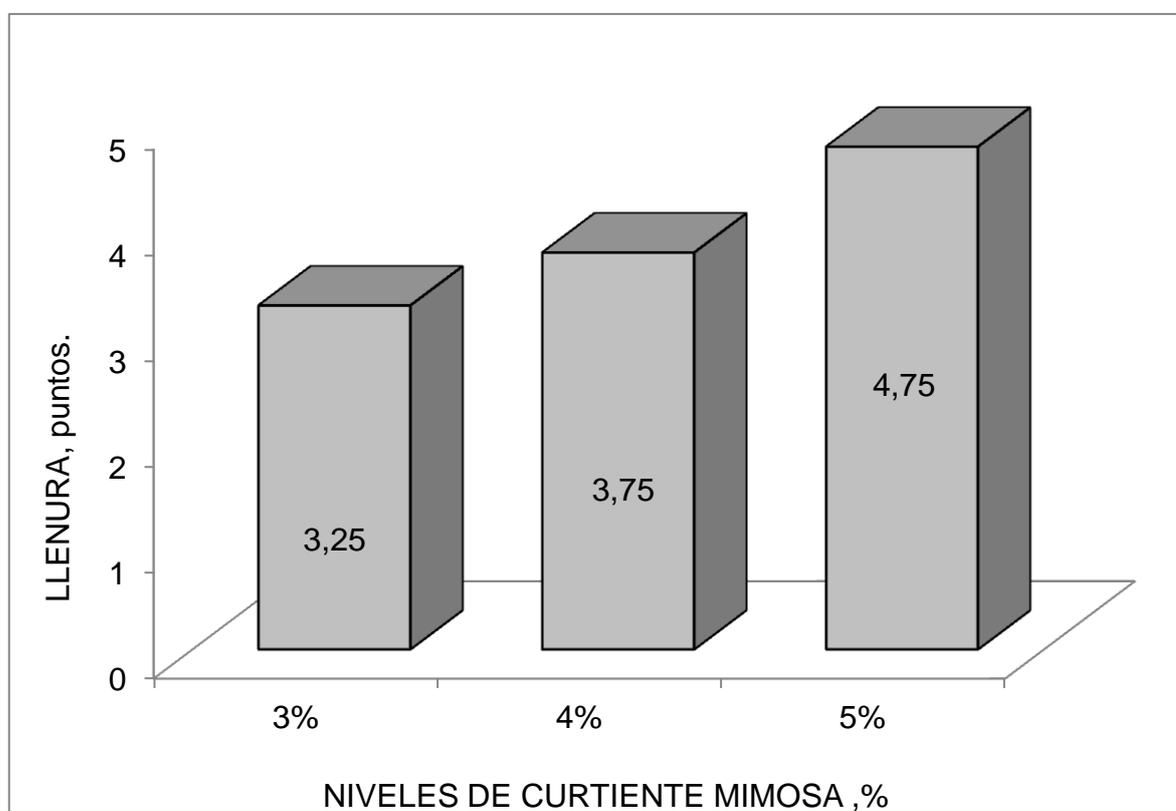


Gráfico 24. Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango.

El análisis de regresión de la llenura que se ilustra en el gráfico 25, determinó que los datos se encuentran dispersos hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa  $P < (0,00003^{**})$ , donde se desprende que partiendo de un intercepto de 4,75 puntos, la llenura inicialmente aumenta en 0,75 puntos por cada unidad de aumento en el porcentaje de agente curtiente mimosa utilizado en la formula de curtición, con un coeficiente de determinación  $R^2$  del 65,04%, mientras tanto que el 34,96%, restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver muchas veces con la calidad de la materia prima y aparte con la calidad y productos empleados en el proceso anteriores y posteriores la curtición, la ecuación de regresión lineal empleada fue:

$$\text{Llenura} = + 0,92 + 0,75(\%M).$$

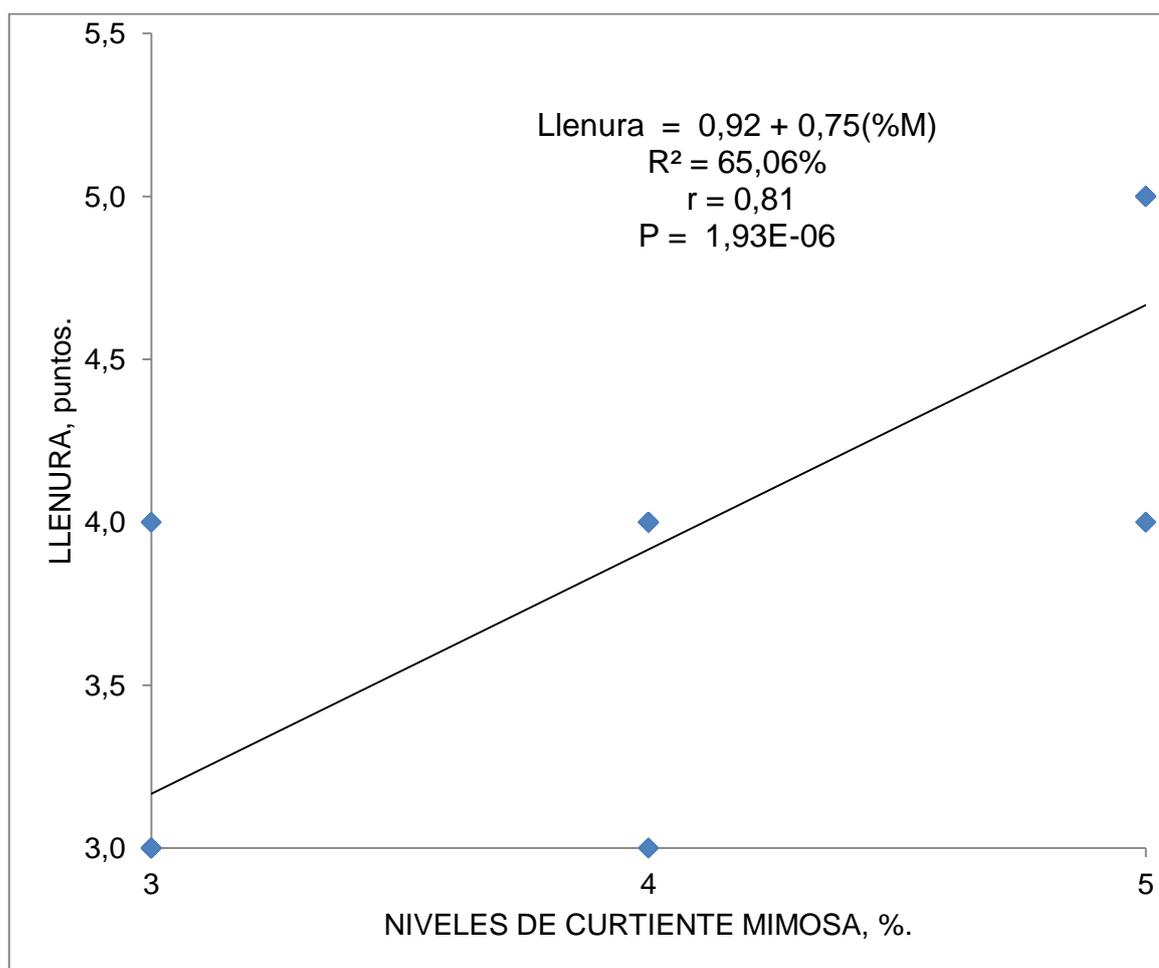


Gráfico 25. Regresión de la llenura de las pieles de cuy curtidas con la combinación de dos curtientes vegetales (mimosa y guarango).

#### **D. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO**

Para evaluar la correlación que se registra entre los diferentes niveles de mimosa y las variables físicas y sensoriales de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mimosa en combinación con 6% de guarango se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se describe a continuación en el (cuadro 16).

- La correlación que se registra entre la variable física resistencia a la tensión y los diferentes niveles de curtiente mimosa en combinación del 6% de guarango identifica una correlación positiva alta ( $r = 0,93$ ); es decir que a medida que se incrementan los niveles de mimosa la resistencia a la tensión también se incrementa en forma altamente significativa.
- Al evaluar la variable porcentaje de elongación se determinó que existe una correlación positiva alta ( $r = 0,89$ ), por efecto de los diferentes niveles de curtiente mimosa adicionado a la fórmula de curtido de las pieles de cuy destinadas a la confección de peletería media, es decir que por cada unidad de incremento en el nivel de mimosa el porcentaje de elongación también se eleva en forma altamente significativa, ( $P < 0,001$ ).
- La correlación que se aprecia entre la resistencia física de lastimetría de las pieles de cuy y los diferentes niveles de curtiente mimosa es positiva con un coeficiente correlaciona de  $r = 0,70$ , es decir que a medida que se eleva el porcentaje de curtiente mimosa en el curtido de las pieles de cuy la lastimetría también se incrementa en forma altamente significativa, ( $P < 0,01$ ).
- Al correlacional la calificación de blandura de las pieles de cuy y los diferentes niveles de curtiente mimosa se identifica una relación negativa alta ya que el coeficiente correlacional fue de  $r = - 0,80$ , es decir que con el incremento del nivel de curtiente mimosa, la calificación de llenura de las pieles de cuy destinadas a la confección de peletería media.

Cuadro 16. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.

VARIABLES	Niveles de mimosa	Resistencia						
		a la Tensión	Porcentaje de Elongación	Lastometría	Blandura	tacto	Finura flor	Llenura
Niveles de mimosa	1							
Resistencia a la Tensión	0,93	1						
Porcentaje de Elongación	0,89	0,92	1					
Lastometría	0,70	0,68	0,54	1				
Blandura	-0,80	-0,73	-0,70	-0,53	1			
Tacto	-0,58	-0,62	-0,59	-0,32	0,54	1		
Finura flor	-0,49	-0,45	-0,41	-0,22	0,52	0,53	1	
Llenura	0,81	0,74	0,76	0,48	-0,50	-0,55	-0,21	1

- El análisis de correlación que se registra entre la variable sensorial tacto y los diferentes niveles de curtiente vegetal mimosa en combinación con el 6% de guarango se aprecia una correlación negativa alta ( $r = - 0,58$ ), es decir que con el incremento de curtiente mimosa existirá una disminución en la calificación del tacto de las pieles de cuy destinadas a la confección de peletería media.
- La correlación que se registra entre el nivel de curtiente vegetal mimosa y la calificación de finura de flor registró una correlación negativa alta ( $r = - 0,49$ ), es decir que a medida que se incrementan los niveles de curtiente mimosa decrece la calificación de finura de flor de las pieles de cuy, destinadas a la confección de peletería media.
- Finalmente la correlación que se aprecia entre los diferentes niveles de curtiente mimosa y la calificación de llenura de las pieles de cuy, registra un coeficiente correlacional de  $r = 0,81$  es decir una correlación positiva alta, lo que determina que a medida que se incrementan los niveles de curtiente mimosa la calificación de llenura de las pieles de cuy también se elevan en forma altamente significativa, ( $P < 0,01$ ).

#### **E. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO**

Al realizar la evaluación económica de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con 6% de guarango, que se reporta en el cuadro 17, se determinó los egresos totales para el tratamiento T1 de 104,5 dólares, para el tratamiento T2 de 106 dólares y para el tratamiento T3 de 108,8 dólares y que fueron producto de la compra de pieles de cuy, productos químicos para los procesos de ribera, curtido y acabado así como también gastos de alquiler de maquinaria, de la misma manera se estableció 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

Cuadro 17. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE GUARANGO.

CONCEPTO	NIVELES DE CURTIENTE MIMOSA, + 6% de guarango.		
	%		
	3%	4%	5%
	T1	T2	T3
Compra de pieles de cuy	16	16	16
Costo por piel de cuy	2	2	2
Valor de pieles de cuy	32	32	32
Productos para los procesos de ribera	15	15	15
Productos para el curtido	12,5	14	16,8
Productos para acabado	15	15	15
Alquiler de Maquinaria	10	10	10
Confección de artículos	20	20	20
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>104,5</b>	<b>106</b>	<b>108,8</b>
<b>INGRESOS</b>			
Total de cuero producido	18	18	18
Costo cuero producido por piel	0,80	0,80	0,80
Cuero utilizado en confección	5	8	9
Excedente de cuero	13	10	7
Venta de pieles sobrantes	60	67	65
Venta de artículos confeccionados	60,00	65,00	75,00
Total de ingresos	120,00	132,00	140,00
<b>Beneficio costo</b>	<b>1,15</b>	<b>1,25</b>	<b>1,29</b>

alcanzaron un costo aproximado de 15 dólares por piel los resultados fueron de 120,00 dólares, 132,00 dólares y de 140,00 dólares al utilizar 3 4 y 5% de curtiente mimosa en combinación con 6% de guarango en su orden. 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 5% de curtiente mimosa (T3), es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 29% la misma que desciende a 1,25 al curtir las pieles de cuy con 4% de mimosa mientras tanto que la rentabilidad más baja fue determinada en las pieles curtidas con el 3% de curtiente mimosa (B/C 1,15), es decir una ganancia de 15 centavos por dólar invertido.

Realizando el análisis económico se afirma que la producción de pieles de cuy resulta totalmente rentable ya que se tiene utilidades que van del 15 al 29% y que son superiores a las generadas por otras actividades comerciales con la diferencia de que el tiempo de recuperación del capital es relativamente corto, además al ser un producto innovador como es la peletería media resulta atractivo pues en la matriz productiva de nuestro país se fomenta este tipo de actividades que generan réditos económicos altos con una inversión inicial muy baja.

Otra de las ventajas de incursionar en este campo es el aspecto ambiental ya que al curtir con curtientes vegetales se cuida el ambiente del efecto nocivo del cromo que provoca gastos extras al tratar de minimizar el impacto que genera su transformación de cromo trivalente a hexavalente muy temido por sus efectos altamente cancerígenos.

## V. CONCLUSIONES

- La combinación más adecuada para curtir pieles de cuy es 5% de mimosa más 6% de guarango (T3), dos curtientes vegetales con taninos complementarios; la mimosa tanino condensado que se ubica entre las fibras del colágeno, y el guarango tanino hidrolizable que se enlaza con los grupos peptídicos del colágeno formando una sola fibra, condiciones que mejoran las características físicas y sensoriales del cuero.
- En la evaluación de las resistencias físicas de los cueros de cuy se determinó que al curtir con mayores niveles de mimosa (5%), en combinación con 6% de guarango se obtuvo la mayor resistencia a la tensión (1128,03 N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (51,71 %), y sobre todo mayor valor de lastometría (10,60 mm); superando las exigencias normativas de calidad del cuero para peletería.
- En la evaluación de las características sensoriales, se identificó la mejor blandura (4,75 puntos), tacto (4,38 puntos) y finura de flor (4,25 puntos), al utilizar menores niveles de curtiente mimosa (3%), mientras tanto que la mejor calificación de llenura es proporcionada por las pieles del tratamiento T3 (5%), en todos los casos la ponderación fue de excelente.
- La relación beneficio costo fue mayor en el caso de las pieles curtidas con 5% de mimosa en combinación con 6% de guarango (T3), ya que el valor nominal fue de 1,29; es decir, que por cada dólar invertido se espera una ganancia del 29%, que económicamente es rentable sobre todo en la condición del país que requiere emergentemente la creación de emprendimientos innovadores y atractivos como es la piel de cuy; que no altera el equilibrio ecológico al no ser de pieles de animales silvestres que están en peligro de extinción y al ser curtidas con curtientes vegetales que no son nocivos al ambiente.

## VI. RECOMENDACIONES

Los resultados expuestos permiten llegar a las siguientes recomendaciones

- Utilizar en la curtición de pieles de cuy mayores niveles de curtiente mimosa (5%), que es combinada con 6% de guarango para obtener pieles muy resistentes a los esfuerzos mecánicos que se realizan en el momento de la confección del artículo.
- Si las necesidades del producto final son de blandura, tacto y flor fina se recomienda curtir con niveles bajos de mimosa (3%), sin embargo al ser los productos ligeramente armados sería conveniente utilizar 5% de guarango que proporciona una llenura con calificación excelente.
- Se recomienda utilizar una combinación de 5% de mimosa con 6% de guarango, ya que estos dos curtientes se complementan perfectamente y es debido a la cantidad de taninos pirogálicos y catequínico que posee cada uno de ellos que al ingresar en la piel producen su transformación en un producto imputrescible, que servirá de materia prima para la confección de artículos de peletería que requieren de una curtición muy suave que no altere el pelo del cuy.
- Al utilizar una curtición amigable con el ambiente como es la combinación de mimosa con guarango, en pieles de cuy se proporciona mayores ganancias a los artesanos ya que su producto alcanza un costo más elevado de venta al público, primeramente por las ventajas ecológicas que se las atribuye y segundo por las cualidades sensoriales que se atribuye a las pieles.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. AGRAMOT, F. 2009. Alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), con grano, harina de quinua y tarwi. 1a ed. Cochabamba, Bolivia. Edit. Universidad Mayor de San Simón. pp. 45 56.
3. ALIAGA, R. 2004. Factores que influyen en el peso al nacimiento y algunas correlaciones halladas aplicables a la selección de cuyes. 2a ed. Huancayo, Perú. Edit. Universidad Nacional del Centro. pp. 1 - 15.
4. ALTAMIRANO, A. 2006. La importancia del cuy: un estudio preliminar. Edit. 1a ed. Lima, Perú. Edit. UNMSM, pp. 8, 15, 26-32.
5. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. Pp 30 – 43.
6. ATEHORTUA, S. 2007. Situación y perspectivas de la producción de cuyes. 2a ed. Nariño, Colombia. Edit. IICA, OEA. pp 45 63.
7. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
8. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2011. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
9. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.

10. HIDALGO, L. 2015. Escala de calificaciones de las pieles de cuy. Riobamba, Ecuador. Laboratorio de Curtiembre de pieles.
11. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1. a ed. Igualada, España. Edit. EUETII. pp. 13 – 24, 56, 72.
12. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
13. <http://www.aqueic.es>. 2013. Borrás, D. Estudio de la piel y sus partes fundamentales.
14. <http://www.bioderma.com>. 2015. Armendariz, A. Las capas que forman la piel y sus funciones.
15. <http://www.ulceras.net/monográficos/laPiel.htm> 2015. Tomasin, A. Estudio de las capas que conforman la piel
16. <http://www.ulceras.net/laPiel.htm>. 2015. Luneti, P. La epidermis, estrato basal y espinoso de la piel.
17. <http://www.cuyovero.com>. 2015. Hermanutz, F. El estrato granuloso y lucido de la piel.
18. <http://www.tecnica.tipospieles.htm>. 2015. Díaz, P. Funciones de la epidermis que conforma la piel.
19. <http://www.biologia.edu.tesis>. 2015. Caleta, O. Estrato papilar, estrato reticular y los componentes celulares de la dermis
20. <http://www.guiacuy.com>. 2015. Bartolini, P. Substancia básica no fibrosa de la dermis.

21. <http://www.monografias.com>. 2015. Bouchard, J. Receptores sensoriales en el cutis y en el subcutis
22. <http://www.samustesta.com>. 2015. Agraz, G. la estructura y funciones de la piel.
23. <http://www.ulceras.net>. 2015. Jiménez, L. las formaciones anexas que forman a la piel.
24. <http://www.mascotamigos.com>. 2015. Gähr, F. Operaciones de ribera para la curtición de pieles de cuy
25. <http://www.biologia.edu.tesis>. 2015. Centro de Investigación y Tecnología del Cuero
26. <http://www.indunor.com>. 2015. Eucerín, E. remojo, blanqueo y acondicionamiento de las pieles de cuy.
27. <http://www.barrameda.com>. 2015. Vandevivere, P. Piquelado, descarnado y desencalado de las pieles de cuy.
28. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Cuero>. 2009. Verstraete, W. Que ES La curtición propiamente dicha.
29. <http://www.wikipedia.es.org>. 2015. Oppermann, W. Características de los curtientes vegetales.
30. <http://www.cueronet.com>. 2015. Rodríguez, P. Factores que influyen en la curtición vegetal.
31. <http://www.cueronet.net>. 2015. Zachara, M. El guarango en la industria del curtido.

32. <http://www.pielecológicacurticionvegetal>. 2015. Saldarriaga, L. Operaciones posteriores a la curtición vegetal.
33. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
34. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
35. LEACH, M 2005. Utilización de Pieles de Conejo. Curso llevado a cabo por el Instituto de desarrollo y recursos de Inglaterra, en colaboración con la Facultad de Zootecnia en la Universidad Autónoma de Chihuahua. 1a ed. Edit. UACH. pp 12 – 25, 25 – 42.
36. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
37. PALOMINO, R. 2002. Crianza y comercialización de cuyes. Lima, Perú. Edit. Ripalme. pp. 14 – 126.
38. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12, 45, 97,98.
39. VANVLMERN, P. 2006. Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales. 5a ed. Toronto, Canadá. Edit. Chemists. pp. 71, 318, 335.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Resistencia a la tensión de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
851,31	898,13	901,16	958,53	843,71	780,38	891,13	889,4
944,38	988,65	1013,81	973,13	948,1	998,96	988,48	1111,8
1113,89	1102,14	1171,11	1148,23	1109,42	1132,11	1128,41	1118,89

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,499	23	12821,07					
Tratamiento	252841,77	2	126420,9	63,1	3,47	5,78	1,3E-9	**
Error	42042,735	21	2002,03					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	876,72	c
4%	995,91	b
5%	1128,03	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	252619,325	252619,325	131,494197	9,46E-11
Residuos	22	42265,1742	1921,14428		
Total	23	294884,499			

Anexo 2. Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
36,4	42,3	41,5	44	40,1	36,8	42,1	41,8
41,9	44	45,3	41,8	41,6	45	47,8	44,9
51	49,1	51,3	49,8	51,3	55,1	53,7	52,4

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,50	23	27,28					
Tratamiento	252841,77	2	257,98	48,61	3,47	5,78	1,3E-8	**
Error	42042,735	21	5,3068					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	40,63	c
4%	44,04	b
5%	51,71	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	491,73	491,73	79,74	9,08E-9
Residuos	22	135,67	6,17		
Total	23	627,40			

Anexo 3. Lastometría de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
9,6	7,5	6,8	9,29	10	6,8	7,64	6,24
10,98	10,32	9,8	9,71	10,52	11,28	9,34	10,88
9,41	10,22	11,18	10,89	9,44	10,99	11,21	11,49

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,50	23	2,43					
Tratamiento	252841,77	2	16,73	15,59	3,47	5,78	7,1E-5	**
Error	42042,735	21	1,0727					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	7,98	b
4%	10,35	b
5%	10,60	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	33,4501	16,725	15,59	7,1E-05
Residuos	22	22,5266	1,0727		
Total	23	55,977			

Anexo 4. Blandura de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5	5	4	5	5	5	4	5
4	4	5	4	4	3	4	4
3	3	4	3	3	4	3	3

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,49	23	0,6087					
Tratamiento	252841,77	2	4,5	18,90	3,47	5,78	2E-5	**
Error	42042,735	21	0,238					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	4,75	a
4%	4,00	b
5%	3,25	c

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9	9	39,6	2,475E-6
Residuos	22	5	0,227		
Total	23	14			

Anexo 5. Tacto de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5	5	4	4	4	5	4	4
4	5	4	4	4	4	3	4
3	3	3	3	4	4	4	4

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,50	23	0,3895					
Tratamiento	252841,77	2	1,5417	5,51	3,47	5,78	1,2E-2	**
Error	42042,74	21	0,28					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	4,38	a
4%	4,00	ab
5%	3,50	b

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3,0625	3,0625	11,42756184	0,003
Residuos	22	5,8958	0,27		
Total	23	8,958			

Anexo 6. Finura de flor de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5	4	4	4	5	4	4	4
4	5	4	3	3	3	4	4
3	3	3	4	4	4	3	4

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,49	23	0,406					
Tratamiento	252841,77	2	1,167	3,50	3,47	5,78	0,049	**
Error	42042,73	21	0,33					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	4,25	a
4%	3,75	ab
5%	3,50	b

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2,33	1,17	3,5	0,049
Residuos	22	7	0,33		
Total	23	9,33			

Anexo 7. Llenura de las pieles de cuy curtidas por efecto de dos curtientes vegetales para confeccionar artículos de peletería media.

A. Análisis de datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3	3	3	3	4	3	3	4
4	4	4	3	4	3	4	4
5	5	5	4	5	5	4	5

B. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	294884,49	23	0,6015					
Tratamiento	252841,77	2	4,67	21,78	3,47	5,78	7,6E-6	**
Error	42042,7	21	0,21					

C. Separación de medias

Nivel	Media	Grupo
3%	3,25	b
4%	3,75	b
5%	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9	9	40,97	1,93E-6
Residuos	22	4,83	0,22		
Total	23	13,83			

Anexo 8. Receta de la Curtición pieles de cuy.

Peso de las pieles 2600Kg.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo	
Remojo		AGUA	200	5.200Lt			
		Sal en grano	20	520gr			
	BAÑO	Ácido fórmico	3	78 gr			
		Tenso activo	0.5	13 gr			
		Bactericida	0.2	7.8 gr	25°C	5 minutos	
		Sulfuro de Sodio	0.5	135.5gr			
	Reposar por 12 horas						
	Rodar por 30 minutos						
	Botar el baño						

PESO DE LAS PIELES 4.160kg

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo
Precurtido		Agua	60	2.496 lt	25	
		Sal	20	499.2 gr		
		Ácido fórmico (diluido 1/10)	6	49.92gr		60 minutos
		Reposar 12 horas				
		Rodar				30 minutos
		Sulfato de aluminio	2	49.92 gr		40 minutos
		Botar el Baño				
		Descarnar				
		Estacar y lijar				
	remojar	agua	60	1500 lt	ambiente	
		detergente	6	90gr		
		Acido	0.1	1.5 gr		60

		fórmico				minutos
		Reposar 12 horas				
	rodar					10 minutos
		Botar el Baño				
Curtido	Baño	Agua	60	2 490 lt	ambiente	
		Sal en grano	20	498 gr		
		Ácido fórmico	4	99.6 gr		60 minutos
		Reposar				12 horas
		Rodar				20 minutos
		mimosa	3 4 5	74.7 gr 99.6 gr 124.5		40 minutos
		tara	6	149.4 gr		5 horas
Botar el Baño						
Reposar 24 horas						
Apilar perchar y lijar						

Anexo 9. Receta del acabado

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo minutos
	Baño	Agua	200	5600 lt	25°C	30 minutos
		Ácido oxálico (directo)	1	28 gr		
		tensoactivo	0.2	5.6 gr		
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	40	1120 lt	80°C	40 minutos
		Cromo	3	84 gr		
		Sulfato de aluminio	1	28 gr		
		Botar el Baño				
	Baño	Agua	100	2800 lt	40°C	
		Bisulfito de sodio	1	28 gr		30 minutos
		Formiato de sodio	2	56 gr	Ambiente	60 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	300	8400	40°C	40 minutos
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	50	1400 lt	40°C	10 minutos
		Dispersante	1	28 gr		
		tara	6	168 gr		
		Rellenante de faldas	2	56 gr		60 minutos
Engrase	Baño	Agua	1500	4200 lt	60°C	
		Ester Fosfórico	12	336 gr		
		Parafina Sulfuclorada	6	168 gr		60 minutos
		Ac. Fórmico	1	40gr		10
		Ac. Fórmico	1	40 gr		10
			Botar el Baño			
	Baño	Agua	200	5600 lt	Ambiente	20

- Sacar poner flor en flor reposar 24 horas.
- Estacar.
- Poner polvo industrial y rodar por 30 minutos.