



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“CURTICION DE PIELES DE CUY CON LA UTILIZACION DE TRES NIVELES  
DE CURTIENTE MINERAL SULFATO DE CROMO “**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**EDGAR VICENTE BALLA PAGUAY**

**Riobamba – Ecuador**

**2010**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Byron Leoncio Díaz Monrroy.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berrones.

**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 06 de Diciembre del 2010

### **AGRADECIMIENTO.**

A Dios por darme salud y permitir dar este paso tan importante en mi vida profesional, a mis maestros por impartir sus conocimientos durante mi etapa estudiantil.

Un profundo y eterno agradecimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA.

A los señores miembros del tribuna! de tesis, Ing. Luis Hidalgo, Director de tesis y al Ing. Hermenegildo Díaz, Asesor de tesis, a la Corporación "Señor Cuy", al Programa de Especies Menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH, los mismos que con su apoyo incondicional hicieron posible la realización de esta investigación.

**DEDICATORIA.**

A mis queridos padres VICENTE BALLA y AÍDA PAGUAY por su apoyo incondicional y lucha diaria lo cual hizo posible cumplir el sueño anhelado de que su hijo sea un profesional, a mis hermanos, a toda mi familia y amigos, de manera especial a mi esposa MARÍA EUGENIA y a mis dos hijos JENNYFER y BYRON, quienes con su apoyo y comprensión motivaron la culminación de esta etapa estudiantil.

## RESUMEN

En el laboratorio de Curtición de pieles de la FCP de la ESPOCH, se evaluó la Curtición de pieles de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo (6, 7 y 8%), modelado bajo un diseño bifactorial completamente al azar, con 3 tratamientos, 15 repeticiones y en tres ensayos consecutivos. La evaluación de las características físicas registraron diferencias altamente significativas entre medias, reportándose los mejores resultados en el tratamiento T3 (8%), con 64,87 N/cm<sup>2</sup> de flexibilidad, 9,33 mm de resistencia al desgarro y 49,67% de porcentaje de elongación; y

además todos estos superan los mínimos exigidos por las normas IUP para pieles ligeras, al igual que con el 8% de sulfato se registran las mejores calificaciones sensoriales de blandura y finura de flor, con 4,58 y 4,56 puntos, sobre 5 de referencia de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), respectivamente. El mayor beneficio costo de la investigación que fue del 24%, se registró con el empleo del 8% de sulfato,(T3), y que superan las utilidades que nos generan otro tipo de actividades industriales, y sobre todo podemos proporcionar al mercado de una materia prima de última tecnología, por lo que se recomienda curtir pieles de cuy con 8% de sulfato para dar un mayor valor agregado en la producción de esta especie; además, podríamos utilizar un subproducto que no tendría valor si el mismo fuera exportado a los mercados internacionales.

**ABSTRACT.**

In the leather tanning laboratory of the FCP ESPOCH the guinea pig leather tanning was evaluated with three levels of mineral chromium sulfate tanning (6, 7 and 8%), bivariate modeling under a completely randomized design, with 3 treatments, 15 repetitions and three consecutive tests. The evaluation of the physical characteristics showed highly significant differences between averages, reporting the highest results in the treatment T3 (8%), with 64,87 N/cm<sup>2</sup> of flexibility, 9,33 mm of tear resistance and 49,67% percent of elongation; and also all these exceed the minimum standards required by the IUP for light skin, as well as with 8% sulfate were recorded the highest scores of softness and delicacy of flower, with 4,58 and 4,56 points of 5 as references according to the proposed scale of Hidalgo, L. (2010), respectively. The highest benefit cost of the research was 24%, was recorded with the use of 8% of sulfate (T3), and it was higher than the Utilities that other type of industrial activities have had. And above all we can provide the market a raw material last embedded technology, for this reason it's recommended to tan guinea pig skin with 8% of sulfate to give a higher value added at the production of this specie; also could be used a by - product that wouldn't have a valué if it wouldn't be exported to the international markets.

**LISTA DE CUADROS**

<b>Nº</b>		<b>Pág.</b>
1.	<b>ESCALA ZOOLOGICA DEL CUY.</b>	4
2.	<b>VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE CUY.</b>	4
3.	<b>REQUERIMIENTO NUTRITIVO DE CUYES</b>	6
4.	<b>CONSUMO DE FORRAJE POR LA EDAD EN CUYES.</b>	7
5.	<b>SUMINISTRO DE BALANCEADO SEGÚN EDAD.</b>	8
6.	<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.</b>	23
7.	<b>ESQUEMA DEL EXPERIMENTO</b>	27
8.	<b>ESQUEMA DEL ADEVA</b>	28
9.	<b>FORMULA PARA EL LAVADO Y REMOJO DE PIELES.</b>	30
10.	<b>FORMULA PARA EL PRE CURTIDO DE PIELES</b>	31
11.	<b>FORMULA DEL CURTIDO TOTAL DE PIELES.</b>	33
12.	<b>FORMULA DEL NEUTRALIZADO Y RECURTIDO.</b>	34
13.	<b>FORMULA DEL ENGRASE.</b>	35
14.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.</b>	40
15.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE MINERAL SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.</b>	50
16.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERRACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS.</b>	54
17.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.</b>	59

<b>18. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.</b>	<b>70</b>
<b>19. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.</b>	<b>73</b>
<b>20. ANALISIS DE CORRELACION ENTRE VARIABLES</b>	<b>78</b>
<b>21 COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	<b>81</b>



**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Nº</b>		<b>Pág.</b>
1.	<b>Comportamiento de la flexibilidad de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).</b>	41
2.	<b>Línea de regresión de la flexibilidad de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).</b>	43
3.	<b>Comportamiento de la resistencia al desgarró de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).</b>	44
4.	<b>Línea de regresión de la resistencia al desgarró de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo).</b>	46
5.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).</b>	47
6.	<b>Línea de regresión del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo).</b>	49
7.	<b>Comportamiento de la flexibilidad y del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.</b>	52
8.	<b>Comportamiento de la flexibilidad de las pieles de cuy por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.</b>	55
9.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles de cuy por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.</b>	57
10.	<b>Comportamiento de la blandura de las pieles de cuy curtida con</b>	60

**diferentes niveles de sulfato de cromo.**

- 11. Línea de regresión de la blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo). 62**
- 12. Comportamiento de la finura de pelo de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo. 63**
- 13. Línea de regresión de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo). 65**
- 15. Línea de regresión de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo). 68**
- 16. Comportamiento de la blandura y finura de pelo de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo, por efecto de los ensayos. 71**
- 17. Comportamiento de la blandura de las pieles de cuy por efecto de los diferentes niveles de sulfato de cromo, y los ensayos. 74**
- 18. Comportamiento de la finura de flor de las pieles de cuy por efecto de los diferentes niveles de sulfato de cromo, y los ensayos. 76**

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Flexibilidad del cuero del cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
2. Desgarro del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
3. Elongación del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
4. Blandura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
5. Finura de flor del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
6. Llenura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
7. Kruskall – Wallis de Blandura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
8. Kruskall – Wallis de Finura de flor del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
9. Kruskall – Wallis de Llenura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISION DE LITERATURA</u></b>	<b>3</b>
<b>A. ANTECEDENTES DEL CU4</b>	<b>3</b>
<b>B. DESCRIPCIÓN ZOOLOGICA DEL CUY</b>	<b>4</b>
<b>C. VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE CUY</b>	<b>4</b>
<b>D. SISTEMAS DE CRÍA</b>	<b>5</b>
1. <u>Crianza familiar</u>	5
2. <u>Cría familiar y comercial</u>	5
3. <u>Cría comercial</u>	5
<b>E. NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS CUYES</b>	<b>6</b>
<b>F. ALIMENTACION DE CUYES</b>	<b>6</b>
1. <u>Alimentación en base a forraje</u>	7
2. <u>Alimentación mixta</u>	8
3. <u>Alimentación en base a balanceados</u>	8
<b>G. CLASIFICACIÓN DE LOS CUYES</b>	<b>9</b>
1. <u>Por su origen</u>	9
2. <u>Según su conformación</u>	9
3. <u>Según el pelaje</u>	10
<b>H. SANIDAD</b>	<b>11</b>
1. <u>Rutina diaria</u>	11
2. <u>Rutina mensual</u>	11
3. <u>Rutina anual</u>	11

	13
I. SACRIFICIO DE CUYES	12
1. <u>Forma de sacrificio</u>	12
J. CONSERVACIÓN DE LAS PIELES	13
K. CURTICIÓN DE PIELES	13
1. <u>Generalidades</u>	13
a. Curtición natural	14
b. Curtición con sales químicas derivadas del cromo	15
L. LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN CADA ETAPA DE CURTICION	16
1. <u>Etapa de ribera</u>	17
2. <u>Etapa de piquelado</u>	18
3. <u>Etapa de curtido</u>	19
4. <u>Procesos mecánicos de post-curtición</u>	19
5. <u>Procesos húmedos de post-curtición</u>	20
6. <u>Secado y terminación</u>	20
M. EL CURTIDO AL CROMO	20
1. <u>Cromo</u>	22
III <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	23
3. LOCALIZACIÓN Y DURACION DE LA INVESTIGACIÓN	23
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	23
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	23
1. <u>Materiales de campo para la extracción de la piel</u>	24
2. <u>Materiales del laboratorio para la curtición de la piel</u>	24
3. <u>Equipos</u>	24
4. <u>Productos químicos utilizados en la curtición</u>	25
5. <u>Instalaciones</u>	25
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
1. <u>Esquema del experimento</u>	27
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	27

	14
1. <u>Mediciones sensoriales</u>	27
2. <u>Mediciones físicas</u>	27
F. ANALISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	28
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	29
1. <u>Desuello</u>	29
2. <u>Lavado y remojo</u>	30
3. <u>Pre curtido</u>	31
4. <u>Descarnado</u>	32
5. <u>Curtido total</u>	32
6. <u>Neutralizado y recurtido</u>	33
7. <u>Engrasado y secado</u>	34
8. <u>Humectado</u>	35
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	36
1 <u>Finura de flor</u>	36
2. <u>Blandura</u>	36
3. <u>Llenura</u>	36
4. <u>Medición del porcentaje de elongación</u>	37
5. <u>Medición de la flexibilidad</u>	38
IV <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	39
A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.	39
1. <u>Flexibilidad</u>	39
2. <u>Resistencia al desgarro</u>	42
3. <u>Porcentaje de elongación</u>	45
B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE MINERAL SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS	48
C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS	53

<b>PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERRACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS</b>		
<b>D.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO</b>	<b>58</b>
1.	<b><u>Blandura</u></b>	<b>58</b>
2.	<b><u>Finura de flor</u></b>	<b>61</b>
3.	<b><u>Llenura</u></b>	<b>64</b>
<b>E.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS</b>	<b>69</b>
<b>F.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS</b>	<b>72</b>
<b>G.</b>	<b>ANÁLISIS DE CORRELACION ENTRE VARIABLES</b>	<b>77</b>
<b>H.</b>	<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>80</b>
<b>V.</b>	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>82</b>
<b>VI</b>	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	<b>83</b>
<b>VII</b>	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	<b>84</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## **I. INTRODUCCIÓN**

La crianza del cuy es importante por cuanto representa un gran potencial de desarrollo para aquellas familias que disponen de poco espacio para criar otras especies mayores (vacunos, ovinos, caprinos, etc.), facilitándose su crianza por su fácil adaptación y manejo. Además, de sus bajos costos de producción y rápido retorno económico a diferencia de otras especies. El cuy (*Cavia porcellus*) es una de las especies nativas, es muy prolífico, rápido crecimiento, no es exigente en la alimentación, su carne es una de las mejores en el mercado se caracteriza por presentar buenas características nutritivas, como 19.1% de proteína y 7.41% de grasa, es el sostén alimenticio y económico de las familias en el sector rural.

La explotación de cuyes en el Ecuador cada vez más va adquiriendo mayor importancia no solo a nivel rural si no también a nivel urbano, debido a las diversas cualidades de esta especie, así como también su fácil adaptación a diferentes pisos altitudinales y el gran valor nutritivo de la carne hacen de este animalito único en el mundo. Una de las alternativas adicionales para la crianza de los cuyes es utilizar la piel confines artesanales ya que no solo su carne puede ser aprovechada también podemos aprovechar su piel la cual mediante un proceso de curtiembre podemos utilizarla en la elaboración de diferentes productos los cuales pueden ser altamente rentables y mejorar los ingresos económicos de los criadores de esta especie.

Las pieles de los animales domésticos y silvestres (mamíferos, aves, reptiles y peces) se pueden conservar por tiempo prolongado y mejorar sus características físicas con la curtiembre, cuando cambia su composición química. El tratamiento se puede llevar a cabo con procedimientos simples e insumos al alcance de pobladores rurales o urbano marginales, con lo cual se obtendrán cueros de diferentes calidades, apropiados para la industria del vestido, calzado y artesanía. La presente investigación es de vital importancia para nuestra serranía ya que la mayoría de habitantes se dedican a criar esta especie para su sustento familiar y muchas veces pocas alternativas de comercialización por lo cual no pueden vender su producto en un buen valor, por ello otra alternativa es procesar la piel



del cuy de esta manera crear otra alternativa de comercialización que mejore el valor económico de los cuyes.

El objetivo de este trabajo investigativo es presentar de manera no exhaustiva, una revisión de la literatura científica sobre el cuy, extrayendo los aspectos y resultados más importantes del conocimiento sobre su crianza para contribuir de este modo a la formación de conceptos funcionales de amplia utilización. La piel de cuyes de descarte desmerece la calidad de la carne por la dureza que tiene la piel de los animales adultos, pues en la mayoría de los criaderos de nuestro país los cuyes que ya han cumplido su etapa reproductiva, son descartados hacia el mercado a bajos costos para el consumo, estos animales pierden su valor ya que por su edad no son muy apetecidos por lo que es muy importante buscar nuevas alternativas para los animales adultos. Es de fundamental importancia lograr lotes de pieles uniformes, tal como le interesan al peletero y al comprador exportador. Para esto se trabaja únicamente con animales de pura raza y todos descendientes de una misma línea de sangre, con una alta selección genética, producir una piel mediocre tiene exactamente el mismo costo que producir una piel de calidad "Top". Todo depende en gran parte de la genética inicial. La selección apunta hacia animales grandes y bien conformados de pelo denso y sedoso, con brillo y flexibilidad de piel, con una pureza de color característica. Por estas y más razones se plantearon los siguientes objetivos:

- Curtir pieles de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.
- Determinar el nivel más propicio de sulfato de cromo (6, 7 y 8%) en la curtación de pieles de cuy.
- Observar el comportamiento sensorial y físico de las pieles cuando son sometidas al proceso de curtido mediante el uso de sulfato de cromo.
- Determinar los costos de producción y por ende la rentabilidad de la curtación de pieles de cuy mediante el indicador beneficio/costo.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. ANTECEDENTES DEL CUY

Altamirano, A. (1986), manifiesta que el cuy (*Cavia porcellus*), es una especie originaria de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, se cría fundamentalmente con el objeto de aprovechar su carne. También es conocido con los nombres de cobayo, curí, conejillo de indias y en países de habla inglesa como Guinea pig.

Para <http://www.elcuy.com>.(2010), el nombre “Conejillo de Indias” tiene una explicación de origen histórico; ya que se dice que durante aquella época de la conquista, los marineros mercantes y muy especialmente los corsarios ingleses que navegaban por estas costas, le dieron ese nombre, creyendo que todavía se encontraban en las Indias Orientales y no en América. Al encontrar este pequeño roedor parecido al “conejo”, le llamaron “conejillo de indias”. Hace por lo menos 3000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron. En la actualidad el cuy se cría en las zonas rurales y suburbanas de estos países.

Arévalo, F. (2002), indica que el cuy es una especie originaria de los Andes, su explotación data de tiempos muy remotos, puesto que se afirma haber encontrado cuyeras construidas hace más de 10000 AC. Su explotación se aplicaba a gran escala ya que constituía el alimento de los indígenas aun en la era pre-incásica. Actualmente la crianza de cuyes se realiza de forma rudimentaria sin criterios técnicos, por consiguiente los resultados son bajos rendimientos reproductivos y productivos. Por lo que se está poniendo mucho énfasis en mejorar a los cuyes, principalmente para la obtención de carne como fuente de alimento para la población, estas razas mejoradas son las que mejores ventajas ofrecen respecto a la producción, reproducción, convertibilidad y calidad de su carne.

## B. DESCRIPCIÓN ZOOLOGICA DEL CUY

Para <http://www.zoologicacuy.com>.(2010), la escala zoológica del cuy se la describe en el cuadro 1, que ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación:

Cuadro 1. ESCALA ZOOLOGICA DEL CUY.

REINO	ANIMAL
Subreino	Metazooario
Tipò	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Subclase	Placentarios
Orden	Roedores
Familia	Cavidae
Genero	Cavia
Especie	Porcellus. Cutleri.

Fuente: <http://www.zoologicacuy.com>.(2010).

## C. VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE CUY

Agramot, F. (1989), manifiesta que el valor nutritivo de la carne de cuy se la detalla a continuación en el cuadro 2.

Cuadro 2. VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE CUY.

Especie animal	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Minerales%
Cuy	70.6	20.3	7.8	0.8
Ave	70.2	18.3	9.3	1.0
Vacuno	58.0	17.5	21.8	1.0
Ovino	50.6	16.4	31.1	1.0
Porcino	46.8	14.5	37.3	0.7

Fuente: Agramot, F. (1989).

## **D. SISTEMAS DE CRÍA**

### **1. Crianza familiar**

Chauca, L. (1997), Indica que la cría de cuyes a nivel familiar da seguridad alimentaria y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores. Es el sistema más difundido, y se distingue por desarrollarse en el seno de la familia. Eventualmente otros miembros de la familia contribuyen a esta labor cuando comparten la vivienda. La cría familiar se caracteriza por el escaso manejo de que son objeto los animales, que se reúnen en un solo grupo sin diferenciación de clase, sexo o edad, razón por la cual se generan poblaciones con un alto grado de consanguinidad y una elevada mortalidad de lactantes, debido principalmente al aplastamiento por animales adultos.

### **2. Cría familiar y comercial**

Agramot, F. (1989), indica el sistema de cría familiar-comercial genera empleo y permite disminuir la migración de lo pobladores del área rural. En este sistema se mantiene una población no mayor de 500 cuyes. Se ponen en práctica mejores técnicas de cría, lo cual se traduce en la composición del lote. La alimentación es normalmente a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados; en algunos casos se suplementa con alimentos equilibrados. El control sanitario es más estricto. La cría se realiza en lugares en instalaciones adecuadas, las pozas de cría que se construyen con materiales de la propia zona. Los cuyes se agrupan en lotes por edad, sexo y clase, razón por la cual exige mayor mano de obra para el manejo y el mantenimiento de las pasturas.

### **3. Cría comercial**

Chauca, L. (1997), indica que este sistema está poco desarrollado, más circunscrita a valles cercanos a áreas urbanas donde existe demanda de carne de cuyes, la cría comercial es la actividad principal de una empresa agropecuaria

que emplea una tecnología apropiada. Se utilizan animales de líneas selectas, precoces, prolíficas y eficientes convertidores de alimento. El desarrollo de la cría comercial contribuirá a suministrar carne de cuy a las zonas urbanas, donde por el momento es escasa. En el Ecuador y Perú, se viene desarrollando con éxito este sistema de producción con orientación a la exportación.

## E. NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS CUYES

Altamirano, A. (1986), indica que los requerimientos nutricionales del cuy son diferentes de acuerdo a cada etapa de producción y se detallan en el cuadro 3.

Cuadro 3. REQUERIMIENTO NUTRITIVO DE CUYES

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED <sup>1</sup>	(Kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Altamirano, A. (1986)

## F. ALIMENTACION DE CUYES

Caicedo, C. (1992), manifiesta que para lograr un cuy sano y de buen peso se necesita de una buena alimentación que puede conseguirse de manera barata y fácil. En general el cuy se puede alimentar con las sobras de las comidas. Pero es fundamental completarle la dieta con algún forraje o pasto verde que le den al cuy

las proteínas, vitaminas y agua, necesarias para su desarrollo. En lo posible, hay que proporcionarle un complemento de granos (cereales) para que tenga mayor energía y un rápido crecimiento. Hay que tener cuidado con algunas plantas que pueden ser nocivas para el cuy (perejil, cicuta, cola de caballo, diente de león, yerba mala, mora, culantrillo, mostaza, etc.).

### 1. Alimentación en base a forraje

Aliaga, R. (1994), indica que este sistema consiste en el empleo de forraje como única fuente de alimentos, por lo que existe dependencia a la disponibilidad de forraje, el cual está altamente influenciado por la estacionalidad en la producción de forrajes, en este caso, el forraje es la fuente principal de nutrientes y asegura la ingestión adecuada de vitamina C. El cuy consume en forraje verde 30% de su peso vivo. Consume prácticamente cualquier tipo de forraje. Alfalfa, Vicia, Maíz forrajero, Avena, Cebada, Rey grass, Pasto elefante, Rastrojos de cosecha (hojas de habas, repollo, paja de avena, paja de cebada, chala de maíz, etc.). Desperdicios de cocina: cáscaras de hortalizas y verduras, En el cuadro 4, se describe el consumo de forraje verde por edad en cuyes.

Cuadro 4. CONSUMO DE FORRAJE POR LA EDAD EN CUYES.

ETAPA	Consumo gr.
Crías	45-90
Destete hasta 1 mes de edad	90-180
1 mes hasta 3 meses	250-350
Adultos	350-450

Fuente: Aliaga, R. (1994).

## 2. Alimentación mixta

Chávez, F. (2000), indica que se denomina alimentación mixta al suministro de forraje más concentrado. La producción cuyícola en nuestro medio está basada en la utilización de alimentos voluminosos (forrajes) y la poca utilización de concentrados. Por tanto, el forraje asegura la ingestión adecuada de fibra y vitamina C y ayuda cubrir en parte los requerimientos de algunos nutrientes y el alimento concentrado completa una buena alimentación para satisfacer los requerimientos de proteína, energía, minerales, y vitaminas. Con esta alimentación se logra un rendimiento óptimo de los animales. En la práctica la dotación de concentrado puede constituir un 40% de toda la alimentación.

## 3. Alimentación en base a balanceados

Arévalo, F. (2002), indica que el alimento balanceado es un alimento completo que cubre todos los requerimientos. Este sistema permite el aprovechamiento de los insumos con alto contenido de materia seca, siendo necesario el uso de vitamina C en el agua o alimento (ya que no es sintetizada por el cuy), se debe tomar en cuenta que la vitamina C es inestable, se descompone, por lo cual se recomienda evitar su degradación, utilizando vitamina C protegida y estable. Sin embargo no puede utilizarse este sistema en forma permanente, sino más bien complementarse periódicamente con forraje, el suministro de balanceado según la edad del cuy se describe en el cuadro 5.

Cuadro 5. SUMINISTRO DE BALANCEADO SEGÚN EDAD.

SEMANA	CANTIDAD
Primera a cuarta semana	11-13 gr/animal/día
Cuarta a décima semana	25 gr/animal/día
Décima tercera a más	30-50 gr/animal/día

Fuente: Aliaga, R. (1994).

## **G. CLASIFICACIÓN DE LOS CUYES**

### **1. Por su origen**

Chávez, F. (2000), sostiene que la clasificación de los cuyes está basada en su origen y características las cuales son:

- Perú: Son seleccionadas por su precocidad y prolificidad, pueden alcanzar su peso de comercialización a las nueve semanas, con un índice de conversión alimenticia de 3.81 en óptimas condiciones. Tienen en promedio 2.8 crías por parto. Son de pelaje corto y lacio (tipo 1), de color alazán (tonalidad roja) puro o combinado con blanco.
- Andina: Son de color blanco y seleccionadas por su prolificidad, obtienen un mayor número de crías por unidad de tiempo (3.9 crías por parto).
- El cuy criollo mejorado: En los países andinos, abundan los cuyes nativos y/o criollos que son animales pequeños y rústicos con bajos niveles productivos, pero que cruzados con líneas mejoradas producen cuyes con mayores índices de prolificidad y precocidad.

### **2. Según su conformación**

Chauca, L. (1997), expone que los cuyes según su conformación se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo A: Corresponde a cuyes mejorados, de conformación física semejante a un paralelepípedo, con gran desarrollo muscular, tienen buena conversión alimenticia y de temperamento tranquilo por lo que es considerado un clásico productor de carne.



- Tipo B.- Corresponden a los cuyes de forma angulosa, escaso desarrollo muscular y muy nerviosos. Son de temperamento alterado por lo que se hace difícil su manejo.

### 3. Según el pelaje

Altamirano, A. (1986), manifiesta que 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. De un total de 40 cuyes adultos con un peso vivo promedio de 1 294 g , se ha determinado que el 16.41% de su peso lo conforma la piel. En relación a otras especies este valor porcentual es alto, por lo que debe mejorarse la técnica del desuello para que la piel no arrastre grasa ni carne. Se ha probado la opción de preparar pergaminos, cueros y peletería es escasa, sin embargo 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. La clasificación del cuy de acuerdo al tipo de pelaje es:

- Tipo 1: Es de pelo corto, lacio y pegado a lo largo del cuerpo. Considerado el mejor productor de carne.
- Tipo 2: Es de pelo corto, lacio pero arrosetado a lo largo del cuerpo y que por tal motivo muestran un pelaje irregular.
- Tipo 3: Es de pelo largo y lacio. Es poco difundido como productor de carne pero muy solicitado por la belleza que muestra su pelaje y es usado como mascota.
- Tipo 4: Es de pelo ensortijado al nacimiento, pero se torna lacio-erizado en la madurez. Además es un animal poco frecuente y se caracteriza por el sabor agradable de su carne.

## H. SANIDAD

Caicedo, C. (1992), manifiesta el manejo de cuyes debe incluir un programa sanitario para evitar que el rendimiento disminuya debido a enfermedades y mortandad, conserve el piso limpio y seco, suministre una alimentación balanceada, no haga cambios bruscos en la dieta alimenticia, evite dar hierbas húmedas, soleadas y contaminadas con parásitos.

### 1. Rutina diaria

Atehortua, S. y Caycedo, A. (1997), reportan que la rutina diaria que deben seguir los criadores de cuyes se resumen en

- Limpieza de suelos y pasillos.
- Lavado de comederos y bebederos.
- Desinfección de pozas, limpieza de residuos.

### 2. Rutina mensual

Aliaga, R. (1994), expone que la rutina mensual que deben seguir los criadores de cuyes se resumen en

- Desinfección de paredes, suelos y techo.
- Retiro de la cama de las pozas, con un raspaje y barrido de residuos.
- Caleado de las pozas y preparación de una cama con viruta, paja cascarilla de arroz con una altura máxima de 2 cm.

### 3. Rutina anual

Atehortua, S. y Caycedo, A. (1997), manifiestan que la rutina anual que deben seguir los criadores de cuyes se resumen en:

- Desinfección a fondo de todo el galpón, para evitar la proliferación y amidación de algún tipo de varias que no solamente pueden enfermar al animal sin que desmejoran la calidad de la piel como es el caso de ectoparásitos como piojos, chinches, etc, estas labores comprenden el quemado, limpieza y caleado.
- Aplicación de insecticidas y reparación de paredes, techos, y demás instalaciones que conforman el galpón.

## **I. SACRIFICIO DE CUYES**

Según <http://www.fao.org>.(2009), el sacrificio del este tipo de animales significa la matanza y preparación para consumo y se cumple mediante las siguientes etapas:

- Antes del sacrificio se les proporcionará una dieta que contenga algunas hierbas aromáticas, como el tomillo, que transfieren un sabor muy agradable a la carne.
- Los animales deben permanecer 12 horas sin alimento antes del sacrificio, pero se les debe dar agua normalmente, el lugar en el que se hace la matanza será limpio e higiénico. Elección de un animal de 5 ó 6 meses de edad para lograr mayor rendimiento.

### **1. Forma de sacrificio**

Para <http://www.fao.page.org>.(2009), el desnucamiento del animal constituye la forma técnica de sacrificio. Este método, aunque es dificultoso y requiere mayor práctica, es el más eficiente. Consiste en matarlo agarrando, con una mano, las patas traseras y poniendo los dedos de la otra mano alrededor del cuello del animal; se hace un movimiento que acerque un poco las manos y luego se da un estirón fuerte separando las manos, sin soltar al animal, para que la columna vertebral se separe del cráneo.

## **J. CONSERVACIÓN DE LAS PIELES**

<http://www.cueronet.com>.(2009), indica que para conseguir que la piel se conserve durante unos meses y eliminar todo riesgo de avería, es conveniente, y poco menos que necesario, en primer término, quitar de la piel las partículas de carne o grasa que hayan podido quedar adheridas al cuero. Con tal fin, tan pronto como esté tersa, se impregnará la piel de un polvo secante y absorbente que al propio tiempo sea un antipútrido energético. Una vez efectuada la recolección de las pieles, éstas pasan a la sección de conservación, allí se extiende sobre una plataforma con el lado carne hacia arriba para efectuar el recortado, actualmente existe la tendencia de descamar las pieles en verde.

<http://www.cueronet.com.exoticas.com>.(2009), indica que se puede emplear al efecto polvo de carbón vegetal, pimienta, talco o aserrín muy fino de madera. Para que la piel pueda impregnarse como se desea de esa sustancia preservadora, se procede poniendo en el fondo de una caja una capa de ese polvo, sobre el que se coloca la piel de manera que la parte del pelo sea la que esté en contacto con el antipútrido. Después se extiende otra capa sobre la o las pieles -según la capacidad de la caja-, y así sucesivamente hasta que el recipiente está lleno y todas las pieles en contacto con el polvo. Cuando ya el secado por este procedimiento es completo, se saca las pieles de la caja y con un cuchillo de filo embotado se procede a desprender del cuero las piltrafillas que quedaron en él y que el secado ha empezado a desprender. Esta simple operación procura mejor aspecto a la piel. Y se completa ese adecentamiento con la mano ligeramente untada de aceite o vaselina.

## **K. CURTICIÓN DE PIELES**

### **1. Generalidades**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cuero>.(2009), expone que 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.

[\(2009\)](http://www.monografias.com), 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:

#### **a. Curtición natural**

[\(2009\)](http://www.monografias.com.html), reporta que para la curtición natural se utilizan sustancias químicas extraídas de cortezas de ciertos árboles (robles, mimosa, quebracho, gambir, entre otras), que son ricas en taninos. Esta curtición “lenta” o “de pozo”. Hoy día se emplea en la curtición de suelas pero no en la piel. La suela de cuero de curtición lenta conserva la fibra natural, no quemada, y esto le confiere extraordinaria resistencia al desgaste repelencia del agua y transpirabilidad.

## **b. Curtición con sales químicas derivadas del cromo**

[\(2009\)](http://www.monografias.com.net), indica que este procedimiento ha desplazado al sistema de curtición lenta en la piel. En la suela, sin embargo, por las sollicitaciones a que se encuentra sometida, es muy ventajosa la curtición lenta. La suela de curtición química es más clara y se desgasta más rápidamente. En contacto con el agua la absorbe y se hincha. Los procesos básicos de la curtición de la piel de cuy, que suponen un período aproximado de un mes, son los que a continuación se describen:

- Pelambre. Los cueros se echan al bombo en pelo para proceder a su depilación. Esta depilación es tratada con cal y sulfuro.
- Descarnar. Se efectúa por efecto mecánico, la finalidad que se persigue es desprender de la piel todos los sebos y grasas (carnaza).
- Desencalado. Eliminar la cal de la piel, a base de cloruro y sulfato amónico.
- Rendido y piquel . Tratamiento de encimas pancreáticas para ablandar la piel, en el piquel se trata de acidificar la piel, a base de ácidos sulfúrico y fórmico.
- Curtición. A base de sulfato de cromo para transformar la piel en una sustancia inorgánica imputrefactible y resistente a la ebullición.
- Dividir. Se efectúa por efecto mecánico; es donde se produce la separación de la piel propiamente dicha y el serraje. la finalidad que se persigue es darle a la piel el grueso solicitado.
- Escurrir. Se efectúa por efecto mecánico, para eliminar de la piel las sustancias líquidas y que permanezca únicamente con humedad.
- Clasificar y rebajado: se clasifica según gruesos y calidades, y el rebajado se realiza en base al grueso que resulta después de dividir nunca es el deseado al cien por ciento. Según zonas de la piel, el tejido es mas o menos elástico y, por tanto, se repasan éstas zonas para que la piel que al grueso correcto.

- Recurticion y neutralizacion: Administración de productos para relleno de la piel. La neutralización se realiza de los ácidos que quedan en la piel (interior).
- Tintura y engrase: La tintura sirve para dar a la piel el color solicitado por el cliente y el engrase sirve para obtener tacto blando, mediante aceites sintéticos.
- Secado: En pasting (en marcos de cristal). en vacío (sometiendo la piel al vacío). Al aire (efecto natural, colgadas al aire libre).
- Pinzado: Efecto mecánico para quitar elasticidad a la piel, para que al montar el zapato no produzca bolsas.
- Ablandado: Después del secado las pieles quedan acartonadas. con el ablandado conseguiremos de ellas un tacto agradable y blando.
- Pigmentar: Mediante este efecto mecánico conseguiremos aplicarle a la piel la laca y el colorido de acabado.
- Prensar, recortar y clasificar: Prensar es dar brillo (satinar), recortar es quitar puntas o zonas defectuosas, daños del animal, etc, y clasificar según calidad sobre el artículo realizado.

#### **L. LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN CADA ETAPA DE CURTICION**

[\(http://www.biologia.edu.ar.\(2008\)\)](http://www.biologia.edu.ar), mmanifiesta que luego de ser sacrificados los animales, sus cueros son tratados con sal por el lado carne, con lo que se evita la putrefacción y se logra una razonable conservación, es decir, una conservación adecuada para los procesos y usos posteriores a que será sometido el cuero. Una vez que los cueros son trasladados a la curtiembre, son almacenados en el saladero hasta que llega el momento de procesarlos de acuerdo a las siguientes etapas:

## 1. Etapa de ribera

[http://www.biologia.edu.tesis.\(2008\)](http://www.biologia.edu.tesis.(2008)), manifiesta que en esta etapa 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 tenso activos 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.

## **2. Etapa de piquelado**

La Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador. (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.

### **3. Etapa de curtido**

<http://www.forcilloprocesodecurtido.htm>.(2008), manifiesta que el proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Los curtidos minerales emplean diferentes tipos de sales de cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) en varias proporciones. Los curtidos vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de taninos. Los procesos de desencalado, desengrase y purga eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma. El consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera y su efluente tiene pH neutro. Los dos últimos procesos de esta etapa consumen el menor volumen de agua; el Piquelado en un medio salino y ácido prepara la piel para el curtido con agentes vegetales o minerales. Al final de esta etapa se tiene el conocido “wet blue”, que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado.

### **4. Procesos mecánicos de post-curtición**

Adzet J. (1995), indica que en la continuación del curtido, se efectúan ciertas operaciones mecánicas que propenden a dar un espesor específico y homogéneo al cuero. Estas operaciones son:

- Desaguado mecánico: Para eliminar el exceso de humedad del “wet blue”, además permite entregarle una adecuada mecanización al cuero para los procesos siguientes. El volumen de este efluente no es importante pero tiene un potencial contaminante debido al contenido de cromo y bajo pH.
- Dividido o partido: Del cuero para separar el lado flor del lado carne de la piel.
- Raspado: Para dar espesor definido y homogéneo al cuero. Produce un aserrín que contiene  $\text{Cr}^{+3}$  en aquellos cueros que han tenido un curtido mineral.

- Recortes: Proceso por el cual se elimina las partes del cuero que no van a tener una utilización posterior. Genera restos de cuero terminado, los que aportan retazos de cuero con contenido de  $\text{Cr}^{+3}$  cuando el curtido ha sido al cromo, a éstos restos se los denomina “virutas de cromo”.

## **5. Procesos húmedos de post-curtición**

Bacardit, A. (2004), manifiesta que esto consiste en un reprocesamiento del colágeno ya estabilizado, tendiente a modificar sus propiedades para adecuarlas a artículos determinados. Este objetivo se logra agregando otros curtientes en combinación o no con cromo. En este grupo de procesos se involucra el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero. Procesos que utilizan sales minerales diferentes al cromo y curtientes sintéticos como los sintanos. Para el teñido se emplean tintes con base de anilina. Estos baños presentan temperatura elevada y color.

## **6. Secado y terminación**

<http://www.biologia.edu.ar.htm>.(2008), indica que los cueros, una vez recurtidos, son desaguados y retenidos para eliminar el exceso de humedad, además son estirados y preparados para luego secarlos. El proceso final incluye el tratamiento mecánico del lado flor y el descarne, seguido de la aplicación de las capas de terminación. La terminación consiste en anilinas o pigmentos dispersos en un binder, típicamente caseína o polímeros acrílicos o poliuretánicos, los que son aplicados por felpa, pistola o rodillo. Lacas nitrocelulósicas o uretánicas pueden ser aplicadas con solventes orgánicos como capas de superficie. Los sistemas de terminación basados en el no uso de solventes, están siendo desarrollados.

## **M. EL CURTIDO AL CROMO**

Bacardit, A. (2004), indica que se lo utiliza hace más de un siglo. A diferencia del procedimiento tradicional, que se basa en la utilización de vegetales como

cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño, evita que los cueros, con el paso del tiempo, se resequen. Las pieles, son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interaccionan con las fibras del colágeno para obtener un cuero estable y durable. Como se dijo, el curtido, consiste en transformar el colágeno de la piel en cuero por la reacción química de los curtientes sintéticos. Las sales de  $\text{Cr}^{+3}$  son desde hace más de un siglo uno de los más importantes. Hoy en día mundialmente el 80% de todos los cueros se curten de esta manera. El proceso de curtido al cromo es considerado el más versátil, ya que permite recurtir las pieles, por sistema vegetal. Una vez que la piel ha sido depilada, es introducida en una máquina llamada divisora. En ella, la acción del cromo, convierte a la piel en cuero, un material estable, impidiendo su degradación. Después de la curtición al cromo, el cuero se escurre, rebaja y divide mecánicamente para obtener el "wet blue", un producto cuyo nombre se debe al color azul verde del sulfato de cromo. Los cueros sin cromo, por su color claro, se llaman "wet white".

<http://www.biologia.edu.ar.htm>.(2008), indica que el cromo que no es absorbido por el cuero, se recicla para su reutilización. Una vez secos, los cueros se someten a diversos procesos de ablandamiento quedando listos para su terminación o acabado final. Allí, se les aplican diversos productos que en combinación con procesos mecánicos, hacen que el cuero sea más durable y resistente. Una de las tareas más complejas es lograr que todas las partidas de un mismo color minimicen sus diferencias, conservando un mismo patrón. A soplete o a rodillo, después de cada mano de pintura, los cueros se pasan por túneles de secado a temperaturas adecuadas.

<http://www.curtidoalcromo.htm>.(2008), señala que el proceso de acabado consiste en recubrir la superficie del grano de la piel con un producto especial y cepillarlo después con un cilindro de cerdas. En los cueros finos esta superficie se pule o lija para corregir imperfecciones de la piel. El auge del curtido al cromo se debe a que el proceso tradicional puede causar que el cuero se seque en muy poco tiempo.

## 1. Cromo

La Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador. (2004), sostiene que el cromo es un metal pesado que se acumula en el suelo. Los seres humanos y los animales están expuestos al cromo vía inhalación (en el aire o en el humo de tabaco), a través de la piel (exposición ocupacional) o por ingestión (generalmente de productos agrícolas o en el agua). La toxicidad sistemática del cromo se debe especialmente a los derivados hexavalentes que, contrariamente a los trivalentes, pueden penetrar en el organismo por cualquier vía con mucha mayor facilidad.

<http://www.tesisforcillocurtidoalcromo.htm>.(2008), señala que el cromo es un elemento químico de transición cuyo número atómico es el 24, ya que su peso molecular es de 51,996. Es un metal escaso en la corteza terrestre y se encuentra generalmente en forma de óxido. De color blanco plateado, brillante, duro y quebradizo, es muy resistente a la corrosión, por lo que se emplea como protector de otros metales. Sus sales, de variados colores, se usan como mordientes. El símbolo con el que se lo identifica es Cr. El cromo se utiliza como catalizador en la síntesis del amoníaco, en la fabricación de aceros al cromo y aceros inoxidable, en aleaciones con cromo y en el cromado galvánico. Los complejos orgánicos encuentran aplicación como colorantes de relevado en la fotografía color; los compuestos inorgánicos del cromo se utilizan como pigmentos para pinturas. Las sales de  $\text{Cr}^{+6}$  se utilizan ampliamente para la preservación de la madera y para el curtido de cueros.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACION DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se realizó en el laboratorio de curtición de pieles, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en el cantón Riobamba Panamericana sur Km 1 ½, a una altitud de 2.754 m. s. n. m. y con una longitud este de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02". El tiempo de duración de la investigación fue de 120 días, en el cuadro 6, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2008
Temperatura (°C)	13.45
Precipitación relativa (mm/año)	42.8
Humedad relativa (%)	61.4
Viento / velocidad (m/s)	2.35
Heliofania (horas sol)	1317.6

Fuente: Estación Meteorológicas de la FRN de la ESPOCH. (2008).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En la presente investigación se utilizaron 135 pieles de cuy, el tamaño de la unidad experimental es uno, utilizando 3 tratamientos con 15 repeticiones y en 3 réplicas.

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

Los materiales equipos e instalaciones que se utilizaron para la presente investigación fueron los siguientes:

## **1. Materiales de campo para la extracción de la piel**

- Tijeras quirúrgicas.
- Cuchillos de dos tamaños.
- Tina mediana.
- Mandil.
- Guantes.
- Mesa.
- Cordel con sujetadores.
- Botas.
- Bisturí.

## **2. Materiales del laboratorio para la curtición de la piel**

- Estiletes o cuchillos.
- Tinas.
- Baldes.
- Tijeras.
- Tableros de estacado.
- Clavos.

## **3. Equipos**

- Máquina ablandadora.
- Máquina para medición de la elongación.
- Máquina para flexometría.
- Probeta.
- Abrazaderas.
- Calefón.
- Compresor.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.

#### **4. Productos químicos utilizados en la curtición**

- Tenso activo deja
- Sachet de cloro
- NaCl (sal)
- Ca(OH)<sub>2</sub> (Cal)
- Na<sub>2</sub>S (sulfuro de sodio)
- NaHSO<sub>3</sub> (Sulfito de sodio)
- NaCOOH (Formiato de sodio)
- Rindente
- HCOOH (ácido fórmico)
- Diesel
- Cromo
- NaHCO<sub>3</sub> (Bacificante)
- Recurtido fenólico
- Recurtiente neutral
- Dispersante
- Quebracho
- Anilina
- Grasa sulfitada
- Grasa vegetal
- Grasa cationica
- Mimosa
- Rellenante faldas

#### **5. Instalaciones**

- Bombos de remojo y pelambre.
- Bombos de curtición.
- Molineta
- Saranda.



#### D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para efecto de realizar la investigación propuesta se trabajaron con 3 tratamientos, 15 repeticiones y en 3 réplicas o ensayos los cuales fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar, con un arreglo combinatorio bifactorial en donde los factores a tomarse en cuenta fueron:

Factor A = tratamientos o niveles de sulfato de cromo.

Factor B = fueron los ensayos o las réplicas

Para lo cual se aplico el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + B_{ij} + (T_{ij} * B_{ij}) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Efecto de la media por observación

$T_{ij}$  = Efecto de los tratamientos ( factor A)

$B_{ij}$  = Efecto de las réplicas. (Factor B)

$T_{ij} * B_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el factor A\*B

$\epsilon_j$  = Efecto del error experimental

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizo la prueba de Kruskal – Wallis, cuya fórmula fue la siguiente:

$$H = \left[ \frac{15}{nT(nT + 1)} + \frac{\sum RT 1^2}{nRT 1} + \frac{\sum RT 2^2}{nRT 2} + \frac{\sum RT 3^2}{nRT 3} - 3 \frac{(nT + 1)}{nRT 2} \right]$$

## 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento para la presente investigación se describe a continuación, en el cuadro 7:

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	Factor A	TUE	Nº Rep.	Factor B	pieles / tratamiento
6% sulfato de cromo	T1	3	1	5	3	45
7% sulfato de cromo	T2	3	1	5	3	45
8 % sulfato de cromo	T3	3	1	5	3	45
Total pieles de cuy						135

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Mediciones sensoriales

- Blandura ( Puntos).
- Finura de flor ( Puntos).
- Llenura ( Puntos).

### 2. Mediciones físicas

- Flexibilidad (%).

- Resistencia al desgarro continuado ( $\text{N/cm}^2$ ).
- Porcentaje de elongación a la ruptura (%).

## F. ANALISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

A continuación se describen los análisis estadísticos a los que fueron sometidas las variables:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo a Tukey ( $P < .05$ ) para las variables que presenten significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables sensoriales.
- Análisis de Regresión y correlación.
- Análisis de Beneficio /Costo.

En el cuadro 8, se describe el esquema del análisis de Varianza que se ha empleado en la investigación:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	134
Factor A	2
Factor B	2
Interacción AxB	4
Error	126

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el trabajo experimental se utilizaron 45 pieles de cuy con una longitud aproximada de 20 centímetros, para cada una de las réplicas con un total de 135 pieles y se efectuó el siguiente procedimiento:

### 1. Desuello

- Con una tijera de metal se cortó en las articulaciones de los miembros anteriores y posteriores, luego se procedió a realizar un corte de 1½ centímetros en la parte inferior del mentón, por el cual se introdujo un radio acanalado con punta roma que se dirigió hasta salir al ano, el que nos sirvió para no lastimar la piel ni vísceras y realizar un corte recto.
- Ayudándonos de un estilete se cortó a lo largo del canal del radio en sentido vertical, luego se colocó al animal boca arriba sobre una mesa y se seccionó en línea recta en forma vertical la parte inferior de los brazos de la misma manera que lo hicimos para los miembros superiores.
- Luego se procedió desde la parte ventral a ir desprendiendo con la yema de los dedos la piel del animal, empezando por la parte abdominal hasta llegar a la columna vertebral y luego se realizó lo mismo por el lado anterior esto sirvió para retirar la parte posterior y después retirar la parte superior de la misma manera.
- Finalmente se recolectó las pieles y se realizó el secado por aireación en el cual se colocaron las pieles en ganchos o bastidores al medio ambiente, con buena aireación y bajo la sombra, en cuartos libres de moscas, lejos de los rayos directos del sol para evitar el agrietamiento de la piel no es recomendable colocar papel o tela sobre la piel con el fin de acelerar su secado, debido a que se puede manchar al contacto con estos materiales.

## 2. Lavado y remojo

En el lavado y enjuagado de la piel, se asumía como objetivo eliminar los restos de estiércol y material que se adhirió a la piel, para lo cual, se realizó un lavado en una solución jabonosa con detergente, tallándola por ambos lados y utilizando un recipiente de plástico o material inoxidable como el bombo de madera que gira a una velocidad de 4 rpm para evitar al máximo la presencia de óxidos, utilizando la siguiente receta detallada en el cuadro 9.

Cuadro 9. FORMULA PARA EL LAVADO Y REMOJO DE PIELES.

PROCESO	OPERACION	PRODUCTO	%	Tº	TIEMPO
Pesar la piel					
Lavado	BAÑO	Agua	200	Ambiente	30MIN
Remojo		Tenso activo deja	1		
		1 sachet de cloro	1		
Botar baño					
	BAÑO	Agua	200	Ambiente	3 Horas
		Tenso activo deja	0,5		
		NaCl (sal)	2		
Botar baño					

Fuente: Hidalgo, L. (2004).

Posteriormente, se enjuagaron con agua limpia, se escurrieron, sin torcer y presionar la piel de arriba hacia abajo, dejándose escurrir en una reja de plástico, se colocó una sobre otra.

### 3. Pre curtido

Se realizó el pre curtido o picle que es el primer paso para el curtimiento o pre curtido, el cual favoreció el desencalado y el curtido, constó de un baño que tenía por objeto la disolución de la gelatina que hay entre la dermis y la epidermis, así como el de abrir los poros, utilizando la siguiente fórmula la misma que se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10. FORMULA PARA EL PRE CURTIDO DE PIELES.

Pelambre /Embadurnado	BAÑO	Agua	5	Ambiente	12Hora
		Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	3		
		Na <sub>2</sub> S (sulfuro de Na)	2,5		
		Yeso	1		
Sacar pelo					
Pelambre Bombo	BAÑO	Agua	100	Ambiente	10 MIN
		Na <sub>2</sub> S (sulfuro de Na)	0,4		10 MIN
		Na <sub>2</sub> S (sulfuro de Na)	0,4		10 MIN
		Agua	50		
		NaCl (sal)	0,5		10 MIN
		Na <sub>2</sub> S (sulfuro de Na)	0,5		30 MIN
		Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		30 MIN
		Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		3 Hora
		Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		20Hora
		Girar 5 min/descanso 1 hora Reposo en bombo por 18 horas botar baño			
	BAÑO	Agua	200	Ambiente	20 MIN
		botar baño			
	BAÑO	Agua	100	Ambiente	30 MIN
		Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		
		botar baño			
	Descarnado				
Desencalado		Agua	200	25°	30 MIN
		Agua	200	25°	60 MIN
	BAÑO	Agua	100	25°	60 MIN
		NaHSO <sub>3</sub> (Sulfito de Na)	1		
		NaCOOH(Formiato de Na)	1		60 MIN
		Agua	200	25°	20 MIN
		Agua	100	35°	40 MIN
		Rindente	0,5		
	botar baño				
RENDIDO Y PURGADO	BAÑO	Agua	200	Ambiente	20 MIN
		botar baño			
	BAÑO	Agua	100	Ambiente	10 MIN

NaCl (sal)	5	
HCOOH1:10(ac formico)	1,4	20 MIN
1 parte (Diluido )		
2 parte		20 MIN
3 parte		60 MIN
HCOOH1:10(ac formico)	0,4	20 MIN
1 parte (Diluido )		
2 parte		20 MIN
3 parte		20 MIN
botar baño		

---

Fuente: Hidalgo L. (2010).

Enseguida, se sacaron las pieles y se revisaron por el lado de la carnaza y si presentan un color blanquecino, se podrá decir que la piel ha quedado completamente pre curtido. Se prosiguió a sacarlas del pickle y se las coloco a escurrir comprimiéndolas unas con otras (sin arrugarlas), con el fin de que se vayan secando poco a poco y se pueda trabajar el descarnado.

#### 4. Descarnado

Luego se realizó el descarnado para lo cual enseguida, se descarnó el tejido que contiene la piel por la cara interna (carnaza), lo cual consistió en desprender y separar los tejidos adheridos a la piel, la carne y la grasa con una espátula o cuchillo descarnador o si fue factible, con la yema de los dedos colocando la piel sobre una mesa o caballete.

#### 5. Curtido total

Luego se realizó el curtido total, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula la cual la detallamos en el cuadro 11.

Cuadro 11. FORMULA DEL CURTIDO TOTAL DE PIELES.

DESENGRASE	BAÑO	Agua	100	35	60 MIN	
		Tenso activo deja	2			
		Diesel	4			
		botar baño				
		Agua	100	35	30 MIN	
		Tenso activo deja	2			
		botar baño				
Piquelado	BAÑO	Agua	100	Ambiente	20 MIN	
		NaCl (sal)	6			
		HCOOH1:10 (ac formico)	1,4			
		1 parte (Diluido )				
		2 parte				20 MIN
		3 parte				60 MIN
		HCOOH1:10 (ac formico)	0,4		20 MIN	
		1 parte (Diluido )				
		2 parte				20 MIN
		3 parte				60 MIN
Curtido		Sulfato de Cromo	6,7,8		60 MIN	
		NaHCO <sub>3</sub> (Bicarbonato)	1		60 MIN	
		1 parte (Diluido )				
		2 parte				60 MIN
		3 parte				5HORA
		Agua	100	70	30 MIN	
		botar baño				

**CUERO WETBLUE**

Perchar y Raspar Calibre 1 mm

Fuente: Hidalgo L. (2010).

**6. Neutralizado y recurtido**

Una vez transformada la piel en cuero es necesario eliminar el ácido utilizado, con el neutralizado, como también enriquecer la estructura fibrilar con el proceso de recurtido; para estos procesos se realizo la siguiente formulación, expuesta en el cuadro 12.



Cuadro 12. FORMULA DEL NEUTRALIZADO Y RECURTIDO.

Perchar y Raspar Calibre 1 mm					
Rehumectación	BAÑO	Agua	300	ambiente	40 MIN
		Humectante (deja)	0,3		
		HCOOH (acido fórmico)	0,3		
		botar baño			
		Reposo 3 horas			
Ecurrido	BAÑO	Agua	100	ambiente	30 MIN
		Humectante (deja)	0,3		
		HCOOH (acido fórmico)	0,3		
		botar baño			
	BAÑO	Agua	100	ambiente	40 MIN
		Cromo	4		
		Recurtido fenólico	4		
		botar baño			
	BAÑO	Agua	200	ambiente	20 MIN
		botar baño			
	BAÑO	Agua	100	ambiente	60 MIN
		NaCOOH (Formiato de Na)	1		
		Recurtiente neutral	3		
		botar baño			
	BAÑO	Agua	200	ambiente	20 MIN
		botar baño			
Recurtido	BAÑO	Agua	100	50	20 MIN
		Dispersante	1		
		Quebracho	4		40 MIN
		Rellenante de faldas	4		
		Mimosa	2		
		botar baño			

Fuente: Hidalgo L. (2010).

## 7. Engrasado y secado

- Se realizó el engrasado cuyo propósito fue darle una lubricación a las fibras de colágeno, ya que estas se contraen durante el secado. Se efectuó en la piel en húmedo, no en mojado y consistió en la aplicación de una capa fina de mezcla de aceite soluble en agua común, en un bombo estrecho pero alto y que gire a una velocidad de 16 rpm. Realizando la formulación del cuadro 13:

Cuadro 13. FORMULA DEL ENGRASE.

Tintura	BAÑO	Agua	100	60	40 MIN
		Anilina	3		
		Cromo	1		
		HCOOH (acido fórmico)	1		20 MIN
		botar baño			
Engrase	BAÑO	Agua	100	60	60 MIN
		Grasa sulfitada	14		
		Grasa vegetal	6		
		Grasa cationica	0,5		
		HCOOH (acido fórmico)	1		30 MIN
		Cromo	1		20 MIN
		botar baño			
	BAÑO	Agua	200	ambiente	20 MIN
botar baño					
Apilado Flor con flor (tapar con fundas negras)					
Secado, Aserrinado, Estirado y estacado.					

Fuente: Hidalgo L. (2010).

- Posteriormente se realizo el secado que consistió en el oreado de las pieles ya engrasadas este proceso duró entre 24 y 48 horas, para después proceder a humectarlas.

## 8. Humectado

- Después se realizo el humectado con una brocha por un lado del cuero, con una capa de agua corriente de la llave, evitando encharcamientos, para posteriormente doblarla por la mitad a lo largo colocándose apiladas en paquetes superpuestos en bolsas de plástico, durante un mínimo de 6 a 12 horas, para después proceder al aflojado.
- Después se realizó el aflojado o restirado que fue cuando la piel estaba casi seca, pero que aún conservaba algo de humedad, empezando por suavizarlas con las manos, estirándola en todas direcciones teniendo cuidado de no romperla, por lo que se recomienda no estirla de las orillas, sino desde el centro hacia fuera a lo largo del lomo del animal y frotando la parte de la carne sobre el borde del banco hacia atrás y hacia delante como si se estuviera sacando lustre al calzado con un trapo, con el fin de devolverle la

elasticidad a la piel, aplicando movimientos longitudinales y transversales, apoyándose en la piel de descarné. Durante este proceso, el color de la piel cambiará de ligeramente del azul al blanco, utilizando aserrín. Luego para estirarlo y estacarlo durante 12 horas.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Finura de flor**

La finura de flor es la distribución uniforme de las fibras de colágeno en toda superficie del cuero. Una piel de muy buena finura de flor se utiliza especialmente para confección de artículos muy delicados como son un abrigo, una mantilla y en general prendas que necesiten de una alta sutilidad, fue evaluado deslizando un cuero por las yemas de los dedos y se valoró la delicadeza que presenta el conjunto de fibras superficiales al tocar; como también, al contacto visual, para de esta forma calificar la finura de la flor al tacto y a la vista con una escala de 1 a 5 y que corresponden a 1 mala finura, 2 regular finura, 3 buena finura, 4 muy buena finura y 5 excelente finura de flor.

### **2. Blandura**

La blandura es una condición de suavidad y caída que hacen del cuero de un material manejable y de gran calidad al ser aplicado el curtiente mineral, se lo califico al igual que la variable anteriormente citada con la diferencia que en este caso se realizo; además, de movimientos de deslizamiento también movimientos ondulantes que sirvieron para determinar la caída del cuero y no solo se califico la flor si no todo el tejido interfibrilar.

### **3. Llenura**

La llenura del cuero es una característica sensorial que tiene que ver con el enriquecimiento del entretejido fibrilar y que es evaluada por el sentido del tacto y

que permitió determinar si está lleno o existen espacios vacíos entre las fibras, que hacen que el material presente una estructura fofa, que es un indicativo de un material bastante suave o cuando está demasiado lleno reporta una estructura acartonada.

#### **4. Medición del porcentaje de elongación**

Para realizar la medición del porcentaje de elongación el instrumento estaba provisto de un medidor de aguja de máxima lectura para minimizar errores de esta clase y esto fue utilizado para las lecturas de carga. Aún así, la pausa para las lecturas fue lo más breve como sea posible. Procediendo de la siguiente manera:

- Sujetar la probeta acondicionada en el instrumento con su lado carne adyacente a la esfera y su flor en posición plana.
- Incrementar la elongación a una velocidad de aproximadamente un quinto de milímetro por segundo y observar la superficie de la flor por si ocurre el rompimiento de la misma. Cuando la ruptura de la flor ocurrió se anotó la carga y la elongación y se continuo aplicando la carga lentamente.
- Si el disco se rompió antes de que la carga máxima del instrumento sea alcanzada, se anotó la carga de elongación al estallamiento. El reporte de cualquier prueba debio indicar la carga y elongación a la ruptura de flor, y los valores correspondientes al estallamiento, si el disco del cuero se rompe antes de que la carga máxima sea alcanzada.
- Si son realizadas varias pruebas, se reporto los resultados de cada una y no solamente su promedio. Si se sabía que la muestra es flor entera, se indico en el reporte. Si hay una pausa durante la elongación de una probeta, ocurre un relajamiento de la tensión y las lecturas de carga tienden a caer. Es por esta razón que la carga y la elongación a la ruptura y estallamiento de flor debe ser medido con el mismo retraso.

## 5. Medición de la flexibilidad

Para la realización de la prueba de la resistencia a la flexibilidad de los cueros se realizó el siguiente procedimiento:

- Se midió el ancho de cada probeta, lo más cercana a décimas de milímetro en tres posiciones de la flor y en tres posiciones sobre el lado carne; en cada grupo de tres, hacer una medición en el punto medio E del talle de la probeta y las otras dos en posiciones aproximadamente a la mitad entre E y las líneas AB y CD, y se debió tomar el promedio de las seis determinaciones como el ancho de la probeta.
- Luego se midió el espesor de cada probeta, hacer tres mediciones a puntos igualmente espaciados entre AB y CD. Tomar el valor promedio de las tres mediciones como el espesor de la probeta. Calcular el área de la sección transversal de cada probeta multiplicando el ancho por el espesor.
- Colocar las mordazas del tensómetro a 50 mm de distancia, sujetar la probeta en las mordazas hasta que las orillas de las mordazas estén situadas a lo largo de las líneas AB y CD. Se puso en marcha el tensómetro hasta que la probeta se rompa y tomar la carga más alta alcanzada como la ruptura.
- Calcular la resistencia a la tensión dividiendo la carga a la ruptura entre el área de la sección transversal de la probeta. Expresar los resultados en Kgf/cm<sup>2</sup>. La fórmula para calcular la resistencia a la tensión es la siguiente:

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

Donde:

RT = Resistencia a la tensión (Kgf/cm<sup>2</sup>)

C = Carga a la ruptura (Kgf)

A = Ancho de la probeta (cm.)

E = Espesor de la probeta (cm.)

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.**

#### **1. Flexibilidad**

En el análisis de los valores medios de flexibilidad de las pieles de cuy se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.071$ ), por efecto de los niveles de curtiente mineral, con una media general de  $57.03 \text{ N/cm}^2$  y un coeficiente de variación de 3.30 que indica una alta homogeneidad en la dispersión de los resultados experimentales. Registrándose las mayores respuestas en las pieles curtidas con el 8% de sulfato de cromo (T3), con  $63.44 \text{ N/cm}^2$ , en segunda instancia se ubicaron las pieles curtidas con el 7% de sulfato de cromo (T2), con  $57 \text{ N/cm}^2$  y finalmente la flexibilidad más baja de la investigación fue la reportada en las pieles curtidas con el 6% de sulfato de cromo (T1), con un promedio final de  $50.64 \text{ N/cm}^2$ , como se reporta en el cuadro 14 y de ilustra en el gráfico 1.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores a los reportados por la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP21 (2002), que infiere para flexibilidad un límite mínimo permitido de  $50 \text{ N/cm}^2$ , antes de producirse el primer daño en la superficie de la piel, posiblemente estos resultados puedan deberse a las aseveraciones de Bacardit, A. (2004), quien indica que la estabilidad del colágeno (piel), está dada por la formación de enlaces transversales, en los que participa la sal de cromo que es el agente curtiente mineral dando lugar a una reticulación de la estructura fibrilar, que provoca una disminución de la capacidad de hinchamiento del colágeno; además, de un aumento de la temperatura de contracción (TC) que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno. Durante este último proceso tiene lugar una rotura de la estructura molecular ordenada; es decir, una rotura principalmente de los puentes de hidrógeno dispuestos entre grupos

Cuadro 14. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.

CARACTERÍSTICAS	NIVELES DE SULFATO DE CROMO			$\bar{x}$	CV	Sx	Prob.	Sign.
	6%	7%	8%					
FLEXIBILIDAD, (N/cm <sup>2</sup> )	50,64 c	57,00 b	63,44 a	57,03	3,30	0,63	0,071	**
RESISTENCIA AL DESGARRO, (mm).	7,90 c	8,76 b	9,27 a	8,64	2,92	0,08	0,001	**
PORCENTAJE DE ELONGACION, (%).	36,09 c	41,22 b	48,40 a	41,90	4,87	0,68	0,001	**

Fuente: Balla, E. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

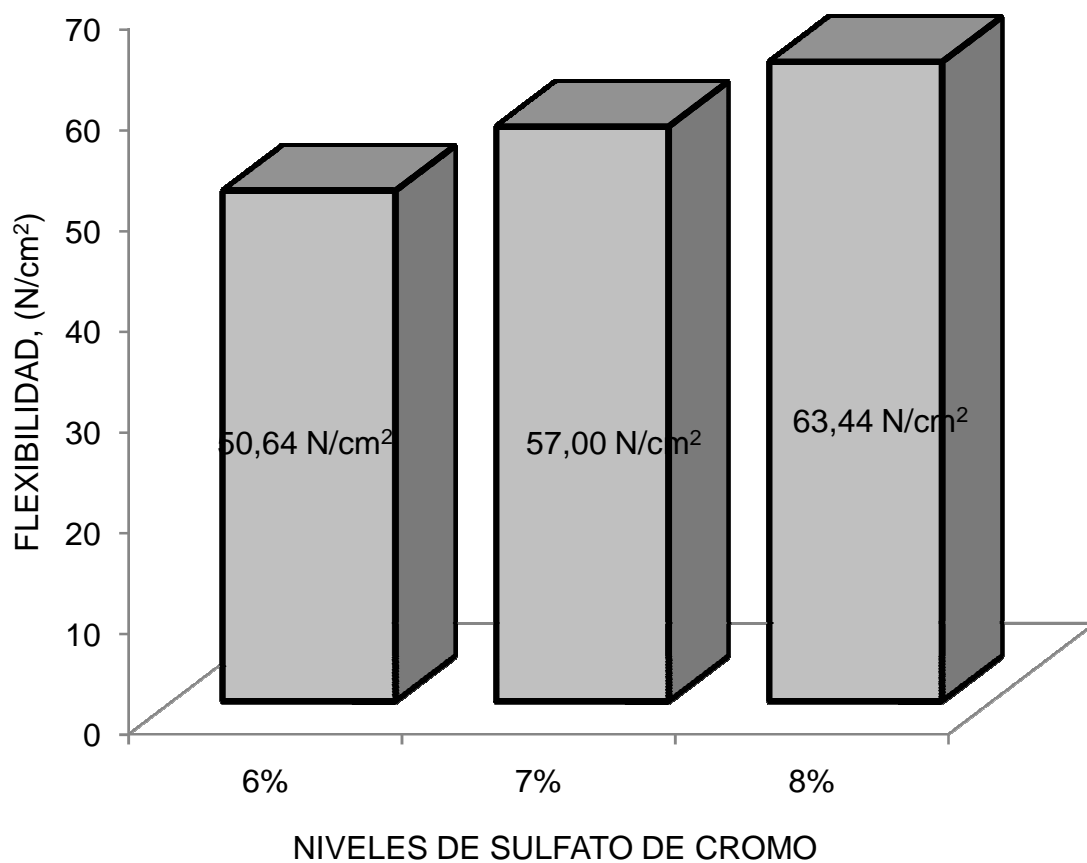


Gráfico 1. Comportamiento de la flexibilidad de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiembre mineral (sulfato de cromo).



peptídicos de las 3 cadenas que forman la molécula de colágeno, lo que hace que a mayores niveles de curtiente mineral la presencia de esta rotura necesite una mayor aplicación de fuerza para provocar un aumento de la flexibilidad.

Mediante el análisis de regresión se determinó una tendencia lineal altamente significativa ( $P < 0.01$ ), con una ecuación para flexibilidad =  $9.8 + 6.7x^1$ , que nos indica que partiendo de un intercepto de 9.8 la flexibilidad se incrementa en 6.7 unidades por cada unidad de cambio del nivel de curtiente mineral que se liga al enlace proteínico a medida que se adicione a la formulación del curtido del cuero de cuy, como se ilustra en el gráfico 2. El coeficiente de determinación nos reporta un grado de asociación de estas dos variables de 90.71% en tanto que el 9.29% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser la procedencia y conservación de la materia prima como también la precisión del operador en el pesaje de los diferentes productos químicos empleados en la formulación.

## **2. Resistencia al desgarro**

La resistencia al desgarro de las pieles de cuy por efecto del empleo de diferentes niveles de curtiente mineral presentaron diferencias altamente significativas ( $P > 0.001$ ), entre las medias determinadas, por cuanto los valores medios encontrados fluctuaron entre 7.90, 8.76 y 9.27 mm que corresponden a las pieles curtidas con el 6, 7 y 8% de sal de cromo respectivamente, como se ilustra en el gráfico 3, considerándose que las respuestas obtenidas son superiores en los tres tratamientos con los reportados por la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero en su Norma Técnica IUP21 (2002), que señala que el límite mínimo permitido de resistencia al desgarro para pieles livianas debe ser de 7.5 mm, debiéndose esto posiblemente a lo manifestado por Hidalgo, L. (2004), que indica que el ensayo del desgarro se utiliza para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos, la resistencia al desgarro es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión.

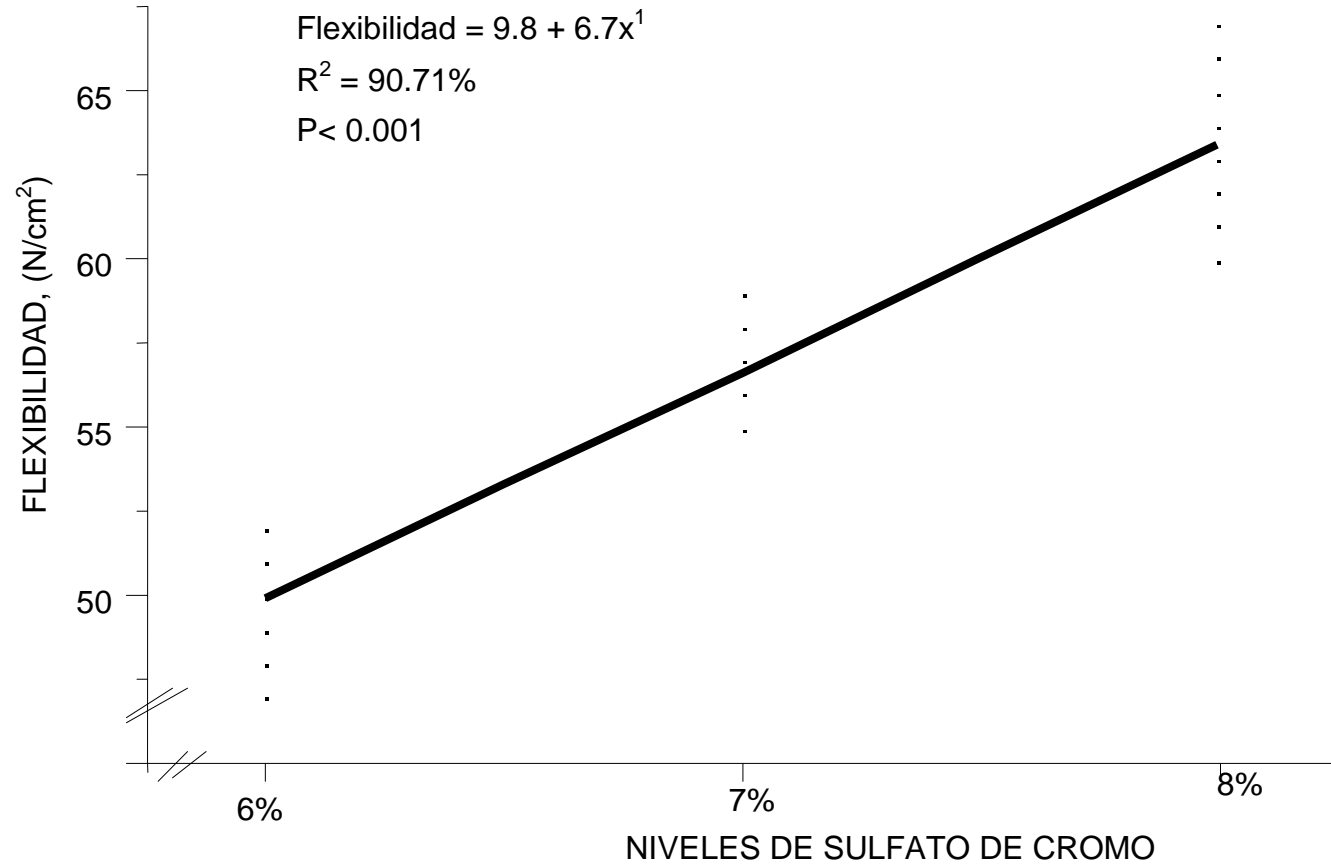


Gráfico 2. Línea de regresión de la flexibilidad de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).

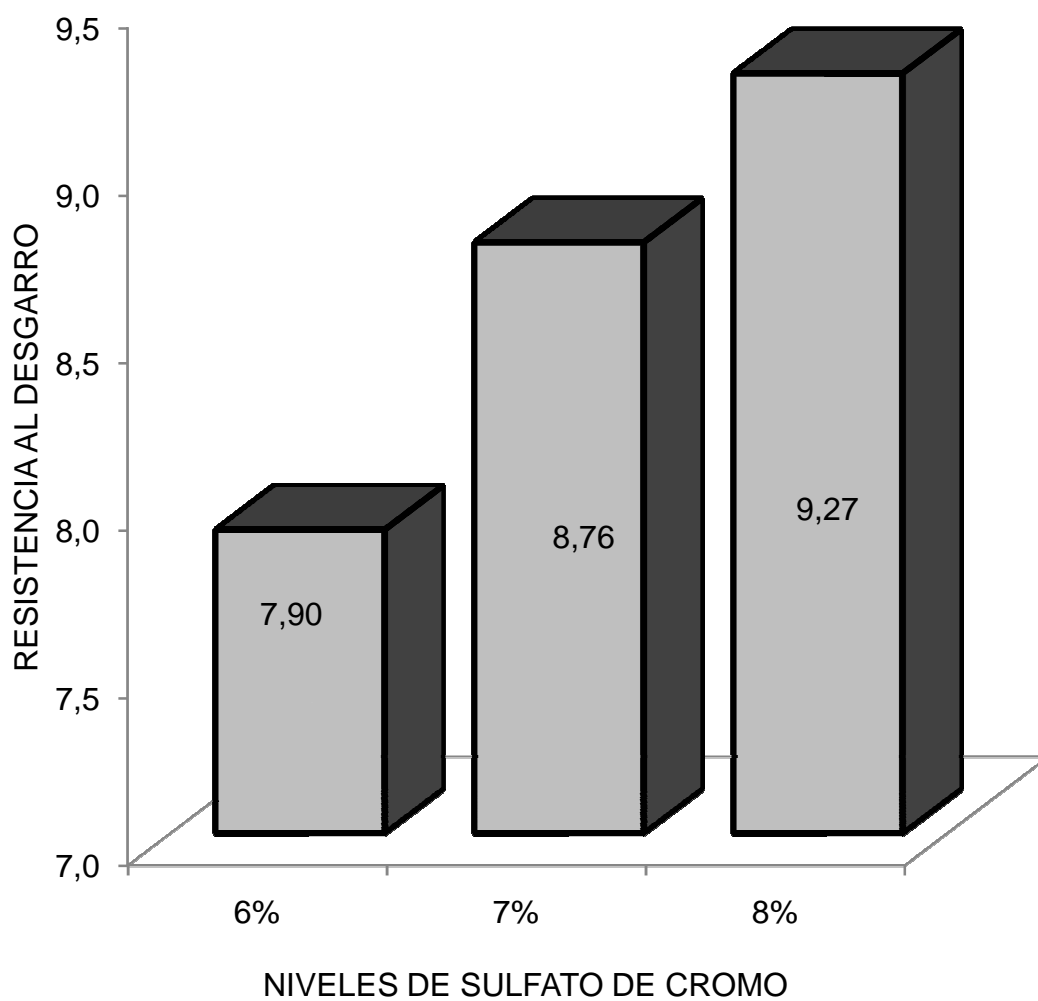


Gráfico 3. Comportamiento de la resistencia al desgarro de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).

Las fuerzas externas aplicadas a la probeta del cuero se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y provoca que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente mineral (sulfato de cromo) influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel y elevando la capacidad del cuero a soportar las fuerzas externas ejercidas sobre ella y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo del desgarro es el más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

En el análisis de regresión se pudo determinar una tendencia lineal positiva altamente significativa, como se ilustra en el gráfico 4, con una ecuación para la resistencia al desgarro de  $3.88 + 0.68x$ , que nos indica que partiendo de un intercepto de 3.88 la resistencia al desgarro se incrementa en 0.68 decimas por cada unidad de cambio del porcentaje de sulfato de cromo, con un coeficiente de determinación de 80.50%, en tanto que el 19.50 restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son la calidad de la materia prima, como también la precisión en la formulación y pesaje de los productos químicos empleados en la formulación de transformación de la piel de cuy en cuero, que es un material imputrescible.

### **3. Porcentaje de elongación**

La utilización de 6, 7 y 8% de sulfato de cromo en la curtición de pieles de cuy permitieron obtener una media general de 41.90% y un coeficiente de variación de 4.87%, que indica confiabilidad en la dispersión de las mediciones experimentales, con diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.001$ ), siendo el mejor el tratamiento el que se utilizó mayores niveles de ligante proteínico (T3), con 48.40%, como se ilustra en el gráfico 5, mientras que al disminuir el porcentaje de este producto el desgarro fue decreciendo de 41.22 a 36.09% en los tratamientos T2 y T1 respectivamente, que al ser cotejados con las

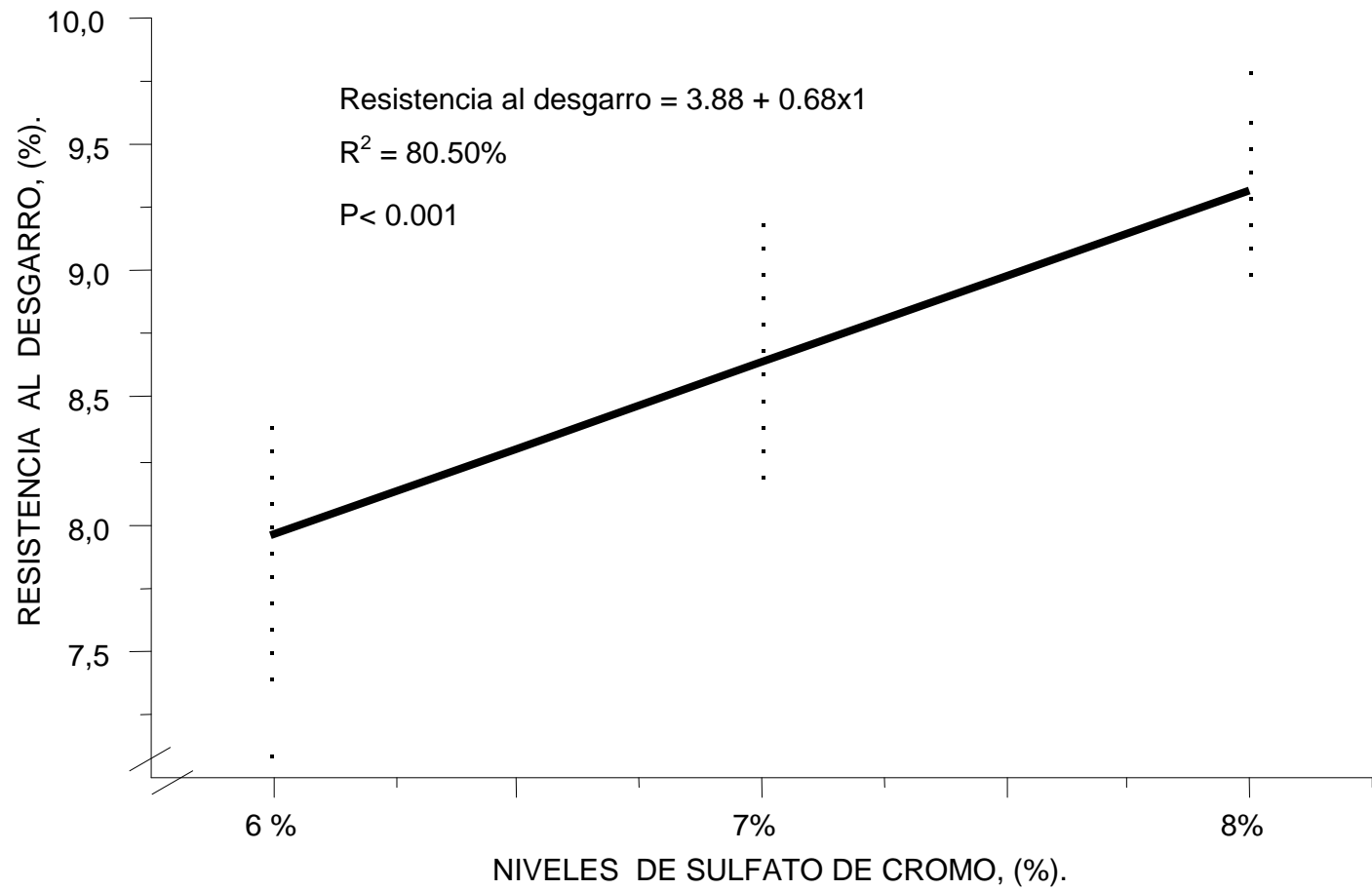


Gráfico 4. Línea de regresión de la resistencia al desgarro de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtierte mineral, (sulfato de cromo).

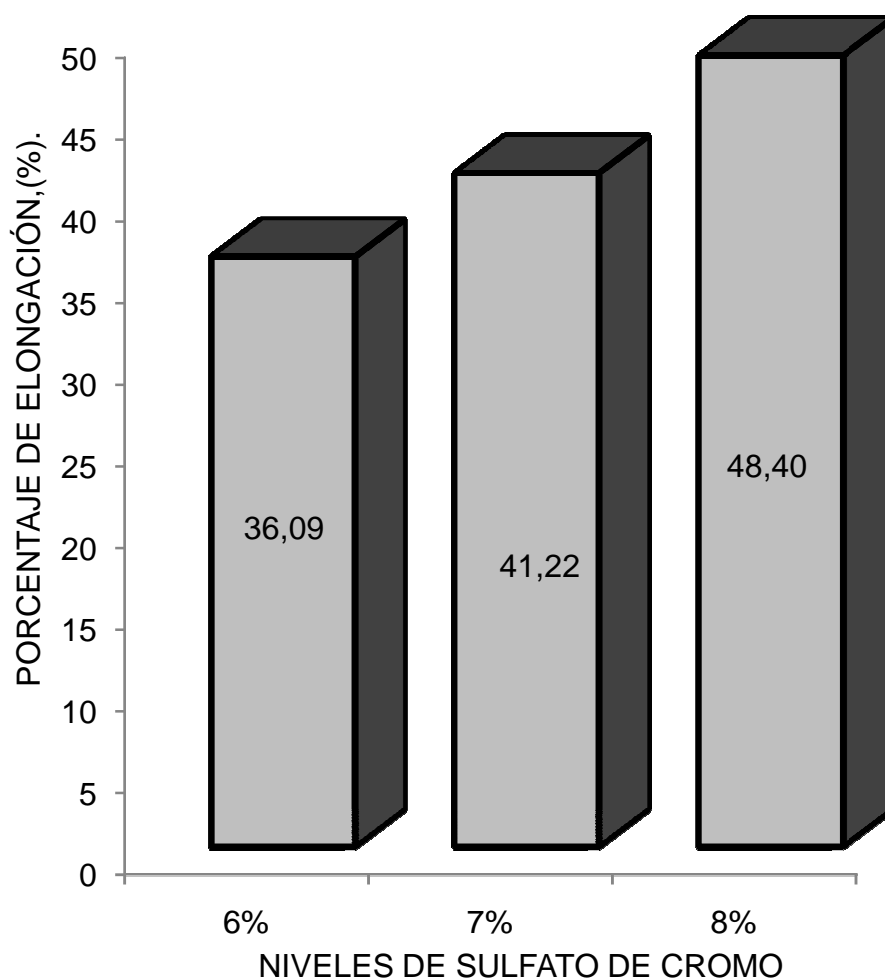


Gráfico 5. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo).

Normas de Calidad del Cuero en su Norma Técnica IUP 6 (2001), que infiere como límite mínimo permitido 35% para pieles livianas, podemos deducir que las supera ampliamente es decir es una piel que puede soportar fácilmente el estiramiento o elongación, para adoptar la forma del objeto que fuera elaborado. Esta tendencia de los resultados antes expuestos tiene su fundamento teórico en lo expresado por Lultcs, W. (1993), que manifiesta que la curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero, que está dada por una estabilización de la proteína, que se afianza al utilizar el sulfato de cromo, las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las encimas segregadas por los microorganismos, y aunque esa putrescibilidad puede eliminarse por secado, no se consigue llegar a un material utilizable por cuanto las fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil, además de carecer de resistencia hidrotérmica, por lo tanto con el empleo del curtiente mineral cromo se consigue aumentar la elongación de la piel, es decir permitir que el entretejido fibrilar presente una capacidad elástica que se refleja en la deformación fácil de la estructura del colágeno para adquirir la forma del cuerpo al que representa, es decir si esta utilizado para la confeccion de zapatos o de vestimenta.

En el análisis de regresión se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa que se identifica con la ecuación de regresión del porcentaje de elongación de  $1.19 + 6.16 x$ , que infiere que por cada unidad de cambio del nivel de sulfato de cromo aplicado a la formulación del curtido de las pieles de cuy la elongación se eleva en 6.16 unidades, con un coeficiente de determinación entre estas dos variables de 84.72%, que nos indica un grado de asociación alta, como se ilustra en el gráfico 6.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE MINERAL SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS**

Los valores medios obtenidos de la flexibilidad de la piel de cuy no registraron diferencias significativas ( $P < 0.23$ ), entre medias por efecto de los ensayos consecutivo como se reporta en el cuadro 15, únicamente se puede observar una

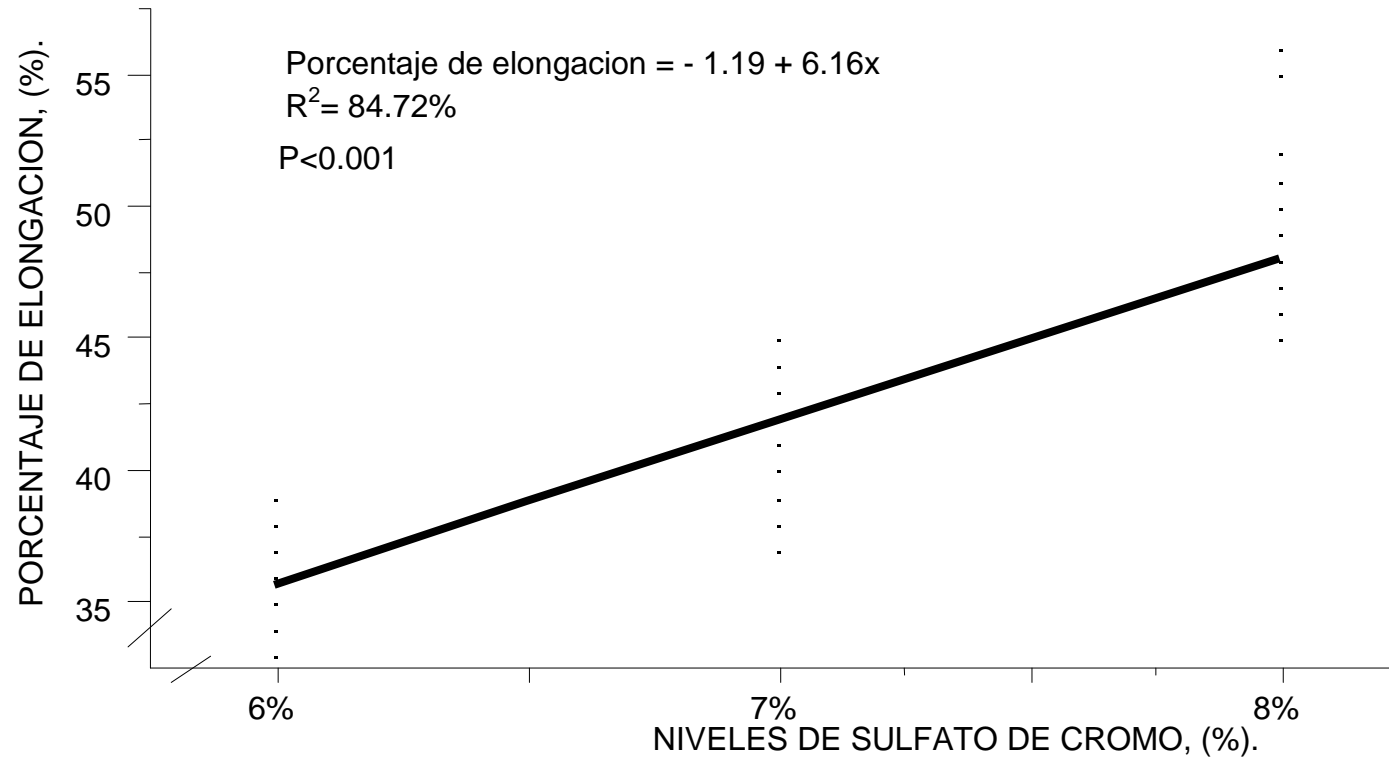


Gráfico 6. Línea de regresión del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo).



Cuadro 15. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE CURTIENTE MINERAL SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	POR EFECTO DE LOS ENSAYOS			$\bar{x}$	Sx	Prob.	Sign.
	E1	E2	E3				
Flexibilidad, (N/cm <sup>2</sup> )	56,78 a	57,07 a	57,24 a	57,03	0,63	0.23	ns
Resistencia al desgarro, (mm)	8,58 a	8,65 a	8,71 a	8,64	0,08	0,52	ns
Porcentaje de elongación, (%).	41,98 a	41,56 a	42,18 a	41,90	0,68	0,33	ns

Fuente: Balla, E: (2010).  
 $\bar{x}$  : Media general.  
 Sx: Desviacion estándar.  
 Prob: probabilidad.  
 Sign: Significancia.

cierta superioridad numérica en las pieles de la tercera replica con una media de  $57.24 \text{ N/cm}^2$  la misma que desciende a  $57.07$  y  $56.78 \text{ N/cm}^2$  en la segunda y primera réplica, como se ilustra en el gráfico 7, lo que nos permite aseverar que a medida que se desarrollaron los ensayos se adquirió precisión en la formulación de la curtición de las pieles de cuy, ya que se registra las mejores respuestas de flexibilidad al efectuar el último ensayo, y además las respuestas de los tres ensayos consecutivos son superiores a los límites reportados por la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero en su Norma Técnica IUP21 (2002), que infiere para la flexibilidad un límite mínimo permitido de  $50 \text{ N/cm}^2$ , antes de producirse el primer daño en la superficie de la piel.

En el análisis de los valores medios reportados de la resistencia al desgarro de la piel de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.52$ ), entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, observándose una cierta superioridad numérica en las pieles del tercer ensayo con medias de  $8.71 \text{ mm}$ , seguida de las pieles del segundo ensayo con medias de  $8.65 \text{ mm}$ , y finalmente los valores más bajos de resistencia al desgarro fueron los reportados en las pieles del primer ensayo con  $8.58 \text{ mm}$ , los mismos que al ser cotejados con los reportes de la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero en su Norma Técnica IUP21 (2002), que señala que el límite mínimo permitido de resistencia al desgarro para pieles livianas debe ser de  $7.5 \text{ mm}$ , podemos determinar que en los 3 ensayos se supera ampliamente con esta exigencia de calidad, lo que puede deberse a que en el desarrollo de la investigación, se observó cuidadosamente las sugerencias del director de tesis y que las diferencias registradas se pueden deber únicamente a la calidad y conservación de la materia prima utilizada en cada uno de los ensayos pero en general como las condiciones fueron similares en la curtición de las pieles de cuy no se registró diferencias estadísticas entre medias.

En el análisis del porcentaje de elongación de la piel de cuy, por efecto de los ensayos no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.33$ ), entre medias, reportándose únicamente una superioridad numérica en las pieles del tercer ensayo con valores de  $42.18\%$ , mientras que los valores más bajos de elongación

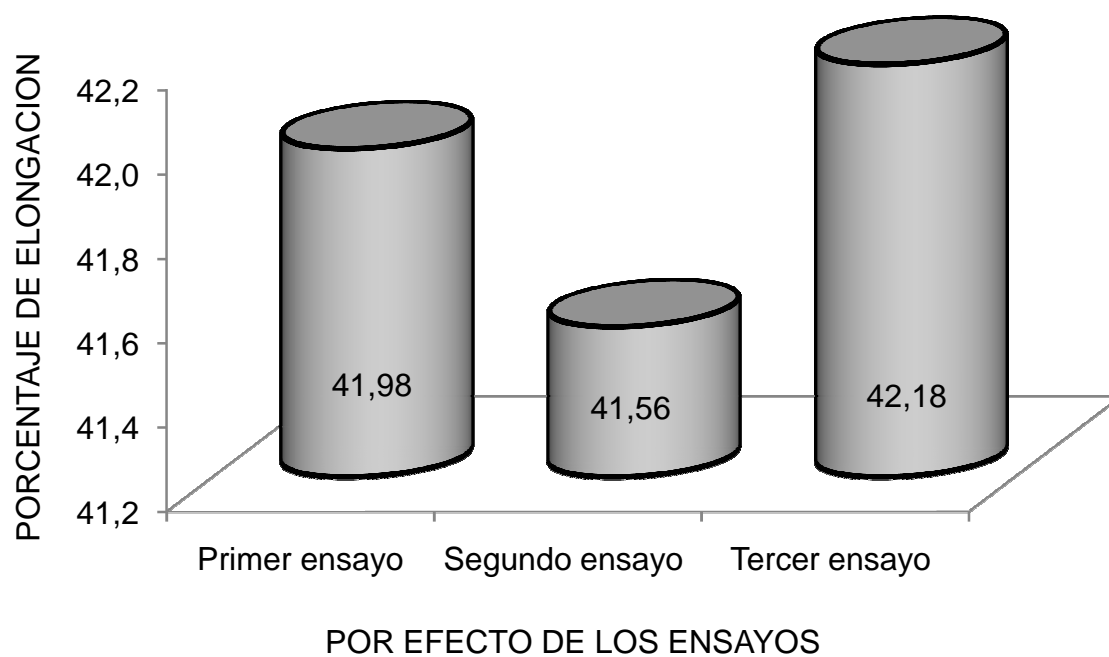
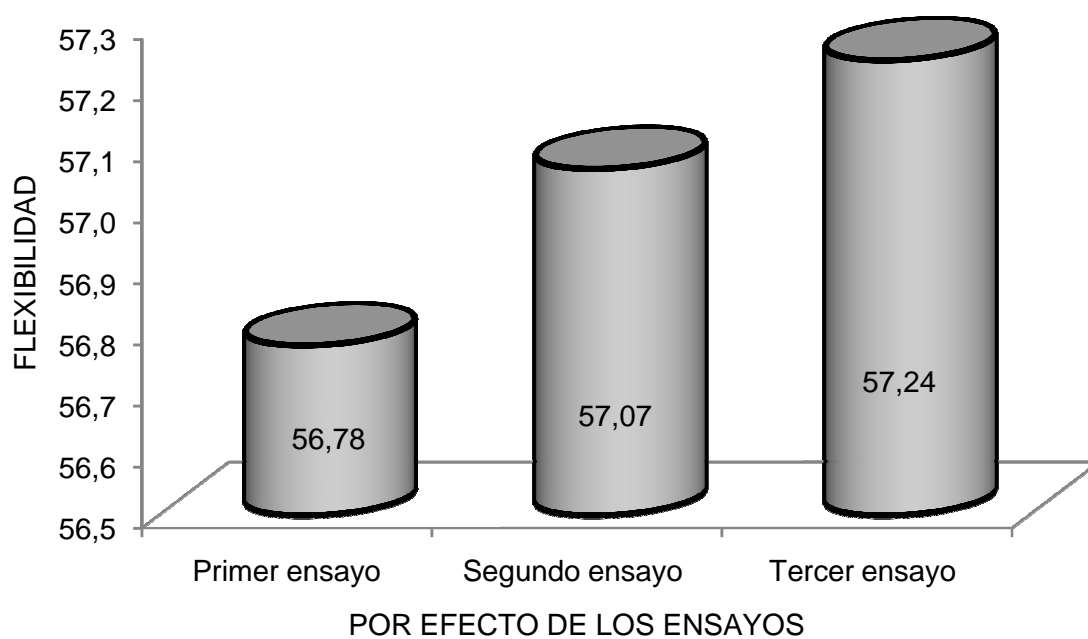


Gráfico 7. Comportamiento de la flexibilidad y del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral (sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

se presentaron en las pieles del segundo ensayo con medias de 41.56%, en tanto que valores intermedios fueron reportados en las pieles del primer ensayo con medias de 41.98%, que al ser comparados con las referencias de calidad de la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero en su Norma Técnica, IUP 6 (2001), que infiere como límite mínimo permitido 35% podemos ver que en los tres ensayos se superan ampliamente estos límites, por lo que se puede considerar de acuerdo a lo manifestado en <http://wwwancuero.com>.(2010), que indica que el cuero producido resiste la tensión aplicada que tiene como consecuencia inmediata la deformación de la probeta, la cual se alarga continuamente en la dirección en que se ejerce la fuerza hasta que se produce la rotura del entretejido fibrilar.

### **C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS**

El análisis de la flexibilidad por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo y los ensayos consecutivos registraron diferencias significativas ( $P < 0.04$ ), entre medias, reportándose las calificaciones más altas de la investigación en las pieles de cuy del tratamiento T3 en el tercer ensayo (T3E3) con  $64.87 \text{ N/cm}^2$  seguida de las pieles del tratamiento T3 en el primero y segundo ensayo (T2E1 y T3E2), con  $62.73 \text{ N/cm}^2$  para cada uno de los casos, mientras que la flexibilidad más bajas fue las reportada por las pieles del tratamiento T1 en el primer ensayo, (T1E1), con medias de  $50.07 \text{ N/cm}^2$ ; como se ilustra en el cuadro 16 y gráfico 8, es decir, cueros con poca flexibilidad y que no son útiles para la confección de vestimenta pues podrían romper fácilmente su estructura fibrilar y causarían molestias al usuario.

De acuerdo al análisis de los reportes antes mencionados podremos aseverar que a mayores niveles de sulfato de cromo y en mayores ensayos como es el caso del tercer ensayo se reportaron los mejores resultados para esta variable física, en tanto que mientras más bajo es el porcentaje de sulfato de cromo empleado en la curtición de las pieles de cuy y al realizar el primer ensayo se reportan los valores

Cuadro 16. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELS DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	INTERACCIÓN ENTRE NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y ENSAYOS									$\bar{x}$	Sx	Prob	Sign
	T1E1	T1E2	T1E3	T2E1	T2E2	T2E3	T3E1	T3E2	T3E3				
Flexibilidad, (N/cm <sup>2</sup> ).	50,07 d	51,60 d	50,27 d	57,53 c	56,87 c	56,60 c	62,73 b	62,73 b	64,87 a	57,03	0,03	0,04	*
Resistencia al desgarro, (mm).	7,93 d	7,85 d	7,93 d	8,57 c	8,86 b	8,86 b	9,23 a	9,23 a	9,33 a	8,64	0,04	0,05	*
Porcentaje de elongación, (%).	36,33 c	35,60 c	36,33 c	41,67 b	41,47 b	40,53 b	47,93 a	47,60 a	49,67 a	41,90	0,30	0,03	*

Fuente: Balla, E. (2010).

$\bar{x}$  : Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

\*: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey (P < 0.05).

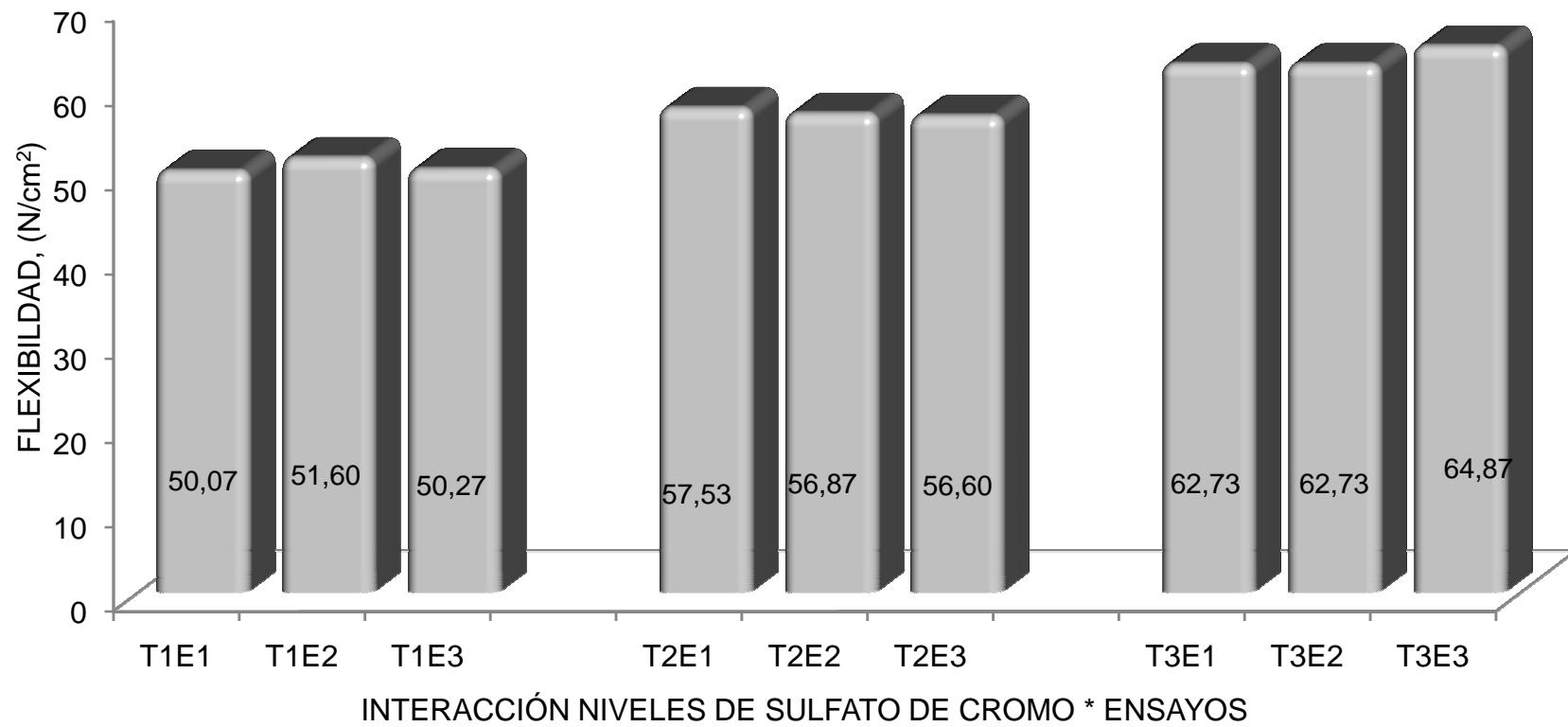


Gráfico 8. Comportamiento de la flexibilidad de las pieles de cuy por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.

más bajos de flexibilidad, y además, valores intermedios de flexibilidad fueron los reportados por las pieles de los tratamientos T2 en el primer ensayo con 57,53 N/cm<sup>2</sup>; 56,87 N/cm<sup>2</sup> en el segundo ensayo y 56.60 N/cm<sup>2</sup> en el tercer ensayo y además al comparar con las exigencias de calidad del cuero podemos ver que en todos los niveles de sulfato de cromo y en los distintos ensayos consecutivos se superan con el límite mínimo permitido que es de 50 N/cm<sup>2</sup>.

La resistencia al desgarrado de las pieles de cuy reportan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo y los ensayos consecutivos, observándose que los mejores resultados fueron evidenciados en pieles del tratamiento T3 en el tercer ensayo con 9.33 mm y que no difieren estadísticamente de las pieles del primero y segundo ensayo con 9.23 mm, seguida de las pieles del tratamiento T2 en el primero, segundo y tercer ensayo con 8.86 y 8.57 mm respectivamente, para por último ubicarse las pieles de cuy del tratamiento T1 en los tres ensayos consecutivos con 7.93 y 7.85 mm respectivamente. Manteniéndose un comportamiento similar que para la variable antes mencionada es decir que a mayores niveles de sulfato de cromo y en los más altos ensayos se registra la mayor resistencia a la abrasión en la piel de cuy Pero a pesar de esto ninguna media se encuentra por debajo de los niveles permitidos por la Norma IUP 21 (2002), que manifiesta que un cuero de buena resistencia a la abrasión, no debe romper su estructura fibrilar antes de los 7.5 mm.

Finalmente en el análisis del porcentaje de elongación de la piel de cuy que se ilustra en el gráfico 9, se presentaron diferencias significativas entre medias ( $P < 0,03$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo y los ensayos consecutivos, registrándose las mejores elongaciones en los cueros del tratamiento T3 en el tercer ensayo con medias de 49.67% y que compartieron rangos de significancia con las pieles del tratamiento en mención pero en el primero y segundo ensayo con elongaciones medias de 47.93 y 47.60% respectivamente, las mismas que difieren estadísticamente de las pieles del tratamiento T2 en el primero, segundo y tercer ensayo con medias de 41.67, 41.47 y 40.53% respectivamente, en tanto que los valores más bajos fueron los reportados por el grupo de pieles de cuy curtidas con el 6% de sulfato de cromo

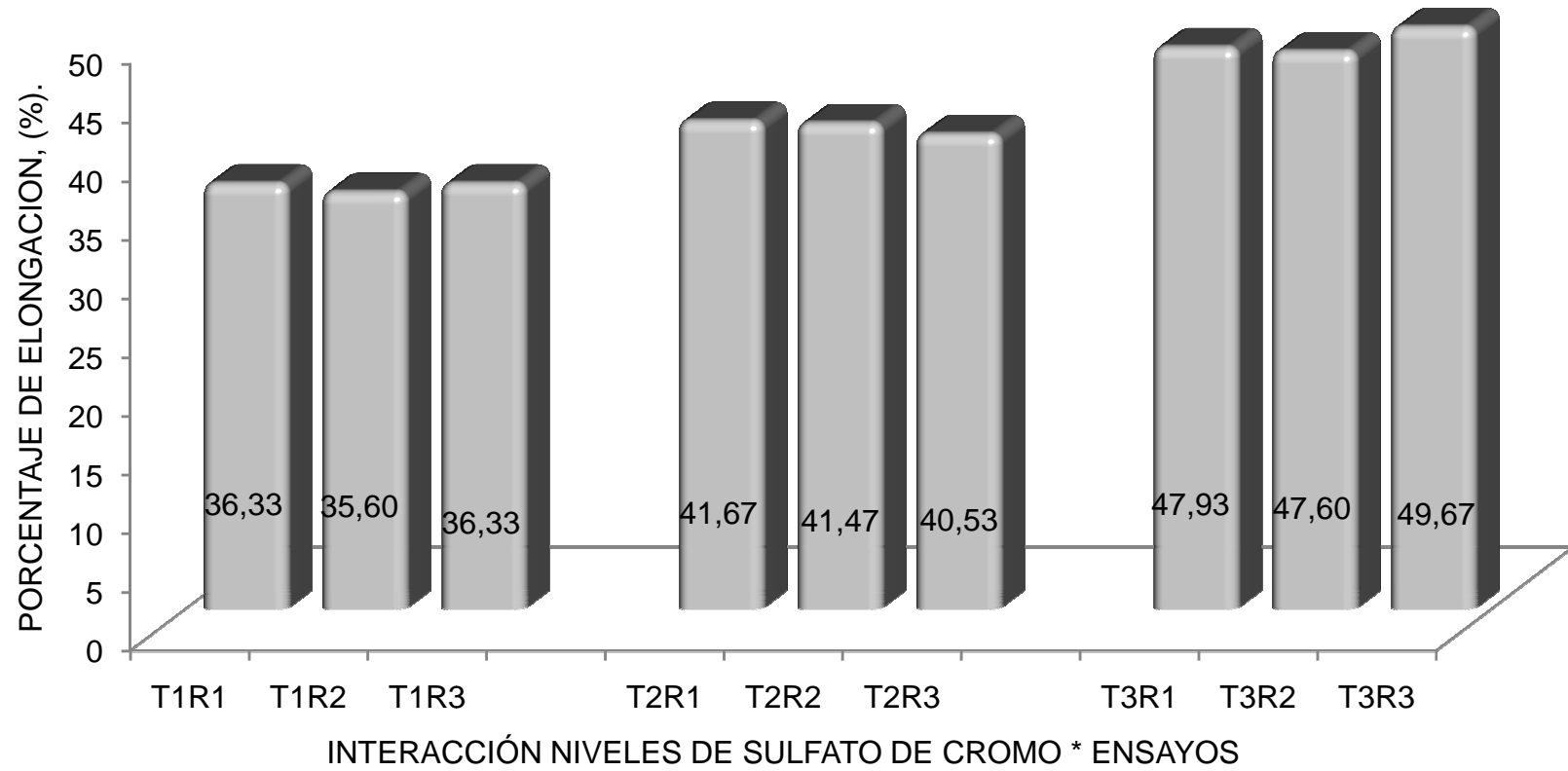


Gráfico 9. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles de cuy por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.



en el segundo ensayo (T1E2), con 35.60%. Los valores observados se encuentran dentro de los rangos exigidos por la Asociación Española de Normalización y Certificación del Cuero en su Norma Técnica, IUP 6 (2001), que infiere como límite mínimo permitido 35% antes de que las fuerzas externas que actúen sobre la superficie del cuero provoquen el rompimiento de las fibras del colágeno, evidenciándose que a medida que se incrementa el nivel de sulfato de cromo la elongación también se incrementa, especialmente en el último ensayo, lo que puede deberse a lo señalado en <http://www.cueronet.htm.com>.(2010), que manifiesta que para el control de fabricación y para la evaluación del comportamiento del cuero en el uso práctico se mide el porcentaje de elongación para demostrar que poseen el suficiente alargamiento estructural (elongación), para los usos a que van a ser destinados.

#### **D. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO**

##### **1. Blandura**

Una de las principales características sensoriales que guía sobre la calidad y su posible facilidad de comercialización; y además, que se la mide a través del toque el cuero para tener la sensación de suavidad y caída es la blandura. En la presente investigación la evaluación de la blandura se estableció por medio de calificaciones sobre 5 puntos de referencia, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2010), en la cual se encontró diferencias altamente significativas según la prueba estadística de Kruskal Wallis ( $P < .001$ ), entre las medias de los tratamientos, como se reporta en el cuadro 17 y grafico 10, correspondió la mejor calificación al tratamiento T3 (8% de sulfato de cromo) con una media de 4,58 puntos y calificación de excelente; mientras que, la calificación más baja fue reportada por los cueros del tratamiento T1 (6% de sulfato de cromo) con un valor medio de 2,76 puntos y calificación de buena, en tanto que el tratamiento T2 (7% de sulfato de cromo) evidenció una puntuación de 3,67 y una condición de muy

Cuadro 17. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELS DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO.

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE SULFATO DE CROMO			$\bar{x}$	CV	Criterio Kruskall Wallis	Prob.	Sign.
	6%	7%	8%					
Blandura, (puntos).	2,76 c	3,87 b	4,58 a	3,73	9,43	67.13	0,001	**
Finura de flor, (puntos).	2,84 c	3,53 b	4,56 a	3,59	9,92	67.08	0,001	**
Llenura, (puntos).	4,53 a	3,38 b	2,40 c	3,84	7,93	89.94	0,001	**

Fuente: Balla, E. (2010).

$\bar{x}$ : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

\*\* : Criterio Kruskall Wallis es mayor a chi cuadrada con 2 g.l. = 29.23.

Prob: Probabilidad.

Sign: Sigificancia.

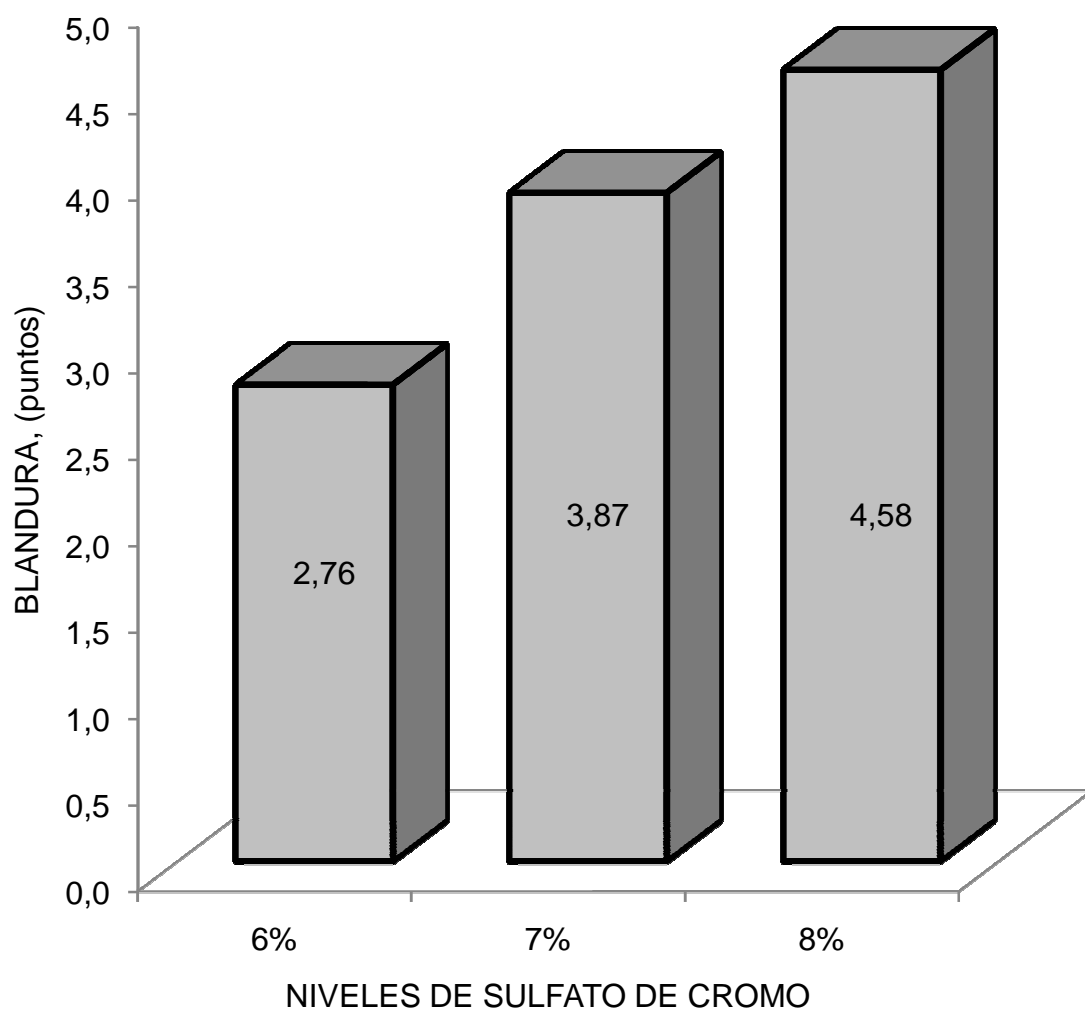


Gráfico 10. Comportamiento de la blandura de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo.

buena, acorde a la anteriormente mencionada escala. Los resultados reportados concuerdan con lo expresado por Morera, J. (2004), quien menciona que la blandura del cuero depende del espacio interfibrilar que se encuentre ocupado por las sales de cromo, ya que desde el punto de vista macroscópico la fijación sí depende del pH. A  $\text{pH} = 1$ , los grupos carboxílicos de las cadenas laterales de colágeno están muy poco ionizados y se fija poco cromo. En cambio, a aproximadamente  $\text{pH} = 3.5$ , el 50% de los grupos están en forma  $-\text{COO}^-$  y se fija más cromo. Al emplear sales de cromo, se logra mayor fijación porque éstas resisten valores más altos de pH, permitiendo que se formen más grupos  $-\text{COO}^-$ ; y consecuentemente más compactación, blandura y caída del cuero, como es el caso del curtido de las pieles de cuy en el cual se trabajó con un pH de 3.2.

En el gráfico 11, podemos verificar una tendencia lineal positiva altamente significativa en la que la ecuación de la regresión de blandura =  $2.64 + 0.91x$  la que define una tendencia a incrementarse la blandura en 0.91 decimas por cada unidad porcentual de aumento en el nivel de sulfato de cromo adicionado a la formulación de curtición de las pieles de cuy, existiendo un grado de asociación entre estas dos variables que está identificado en el porcentaje de determinación de 69.97% y la diferencia de 30.03 % debe acusarse a otros factores no considerados en esta investigación.

## **2. Finura de flor**

Los valores medios obtenidos de las puntuaciones de finura de flor de las pieles de cuy reportaron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis ( $P < 0.001$ ), entre las medias de los tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de sulfato de cromo empleados, en la formulación del curtido, como se ilustra en el gráfico 12, observándose como mejor opción al trabajar con el tratamiento T3 cuyas medias fueron de 4.56 puntos y calificación cercana a excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), seguidas por las pieles de cuy del tratamiento T2, cuyas puntuaciones fueron de 3.53 puntos y calificación de muy buena de acuerdo a la mencionada escala, en tanto que al trabajar con el tratamiento T1 las puntuaciones fueron las más bajas

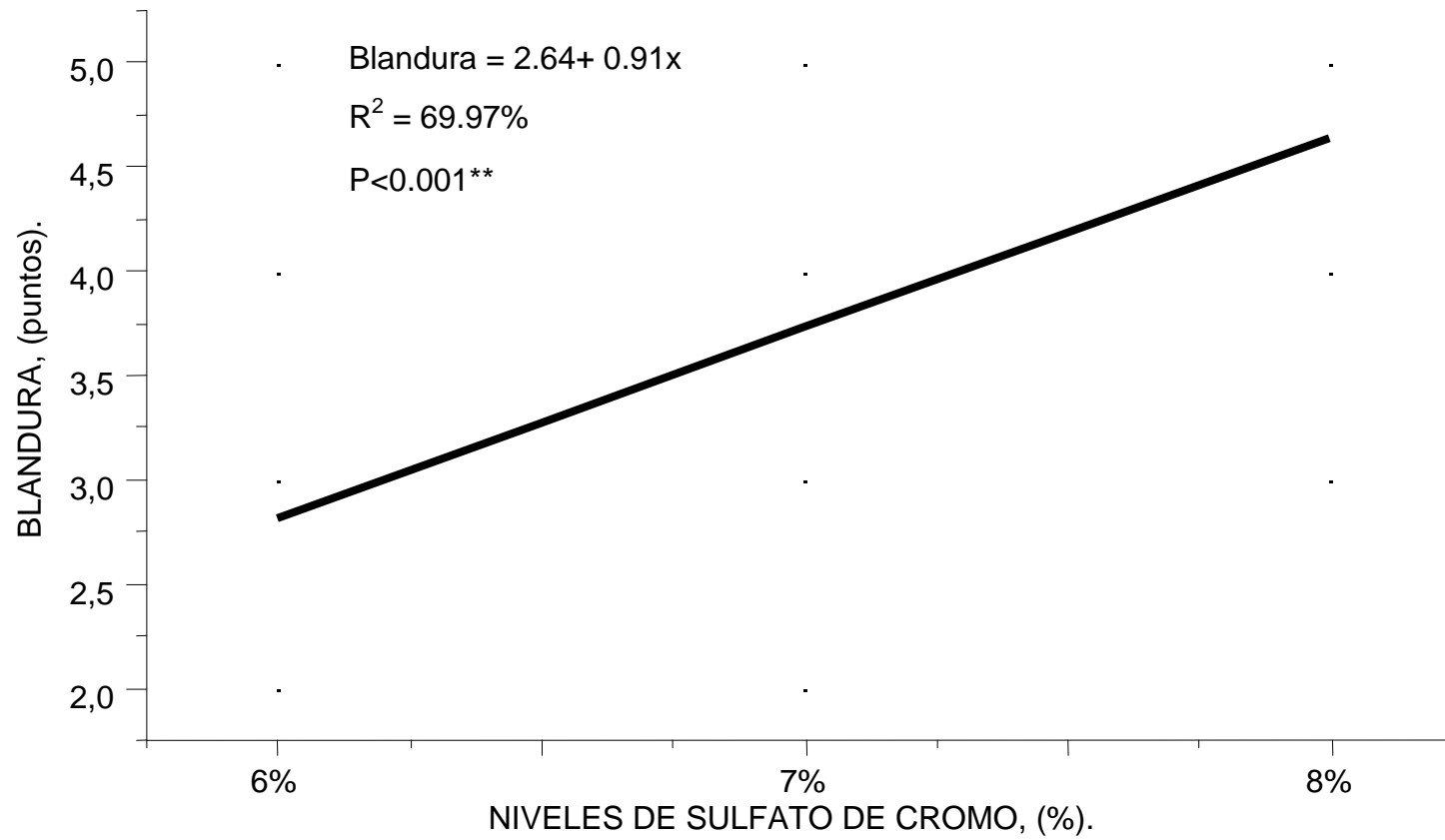


Gráfico 11. Línea de regresión de la blandura de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiembre mineral, (sulfato de cromo).

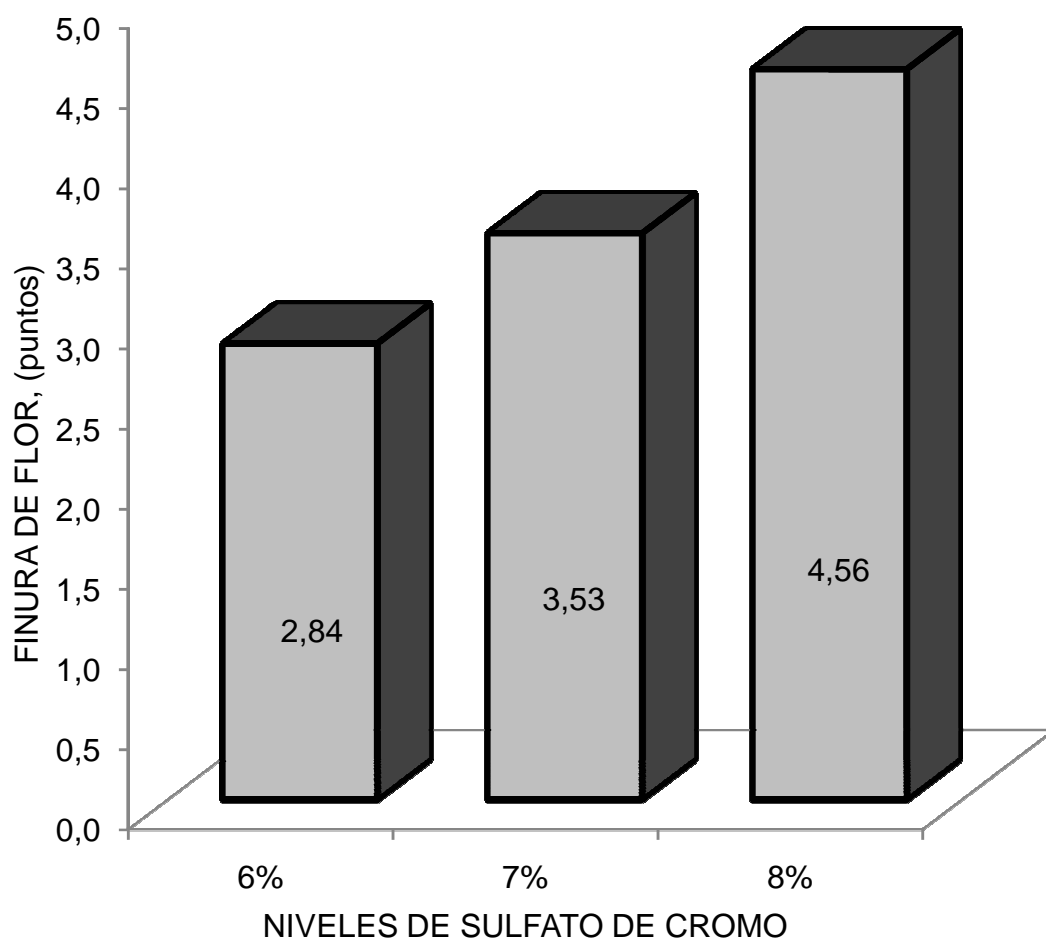


Gráfico 12. Comportamiento de la finura de pelo de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo.

de la investigación ya que descendieron a 2,84 puntos y calificación buena, Estableciéndose que a mayores niveles de sulfato de cromo aplicado a la formulación de curtido de las pieles de cuy, la finura de flor también tiende a elevarse, tanto a la vista como al tacto; lo que puede deberse a lo manifestado en <http://cueronet.net>.(2009), quienes manifiestan que en las operaciones de curtido lo que se pretende es mejorar los atributos sensoriales del cuero durante su fabricación, procesos que pueden ser relativamente simples o muy sofisticados o complejos, ya que la proyección del producto desde una perspectiva sensorial tiene un campo de acción más amplio, lo que hace que su clasificación se eleve en forma significativa y que puede estar ayudado por la aplicación del sulfato de cromo que permite que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente sea mayor y que influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel, interviniendo directamente en la finura de la flor. Prueba de ello es que los curtientes minerales, al combinarse con la piel, desplazan el punto isoeléctrico de ésta hacia valores más altos o más bajos y hacen a la carga superficial de las fibras de la piel más negativa y o más positiva, permitiendo elevar la finura de flor del cuero.

Según el gráfico 13, en el que se ilustra el análisis de regresión se puede manifestar que la finura de flor de las pieles de cuy depende de los niveles de sulfato de cromo utilizado en la curtición en un 68.43% que está indicado por el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), a la vez que está relacionada estadísticamente ( $P < 0.006$ ), a una regresión lineal positiva altamente significativa, cuya ecuación es de finura de flor =  $2.34 + 0.86x$ ; es decir, que por cada 2.34 unidades de incremento del nivel de sulfato de cromo que se incluye en la curtición, la finura de flor tiende a incrementarse en 0.86 decimas.

### **3. Llenura**

Al evaluar la calificación sensorial de llenura de las pieles de cuy se determino la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), como se ilustra en el grafico 14, entre los tratamientos por efecto de los niveles de sulfato de cromo

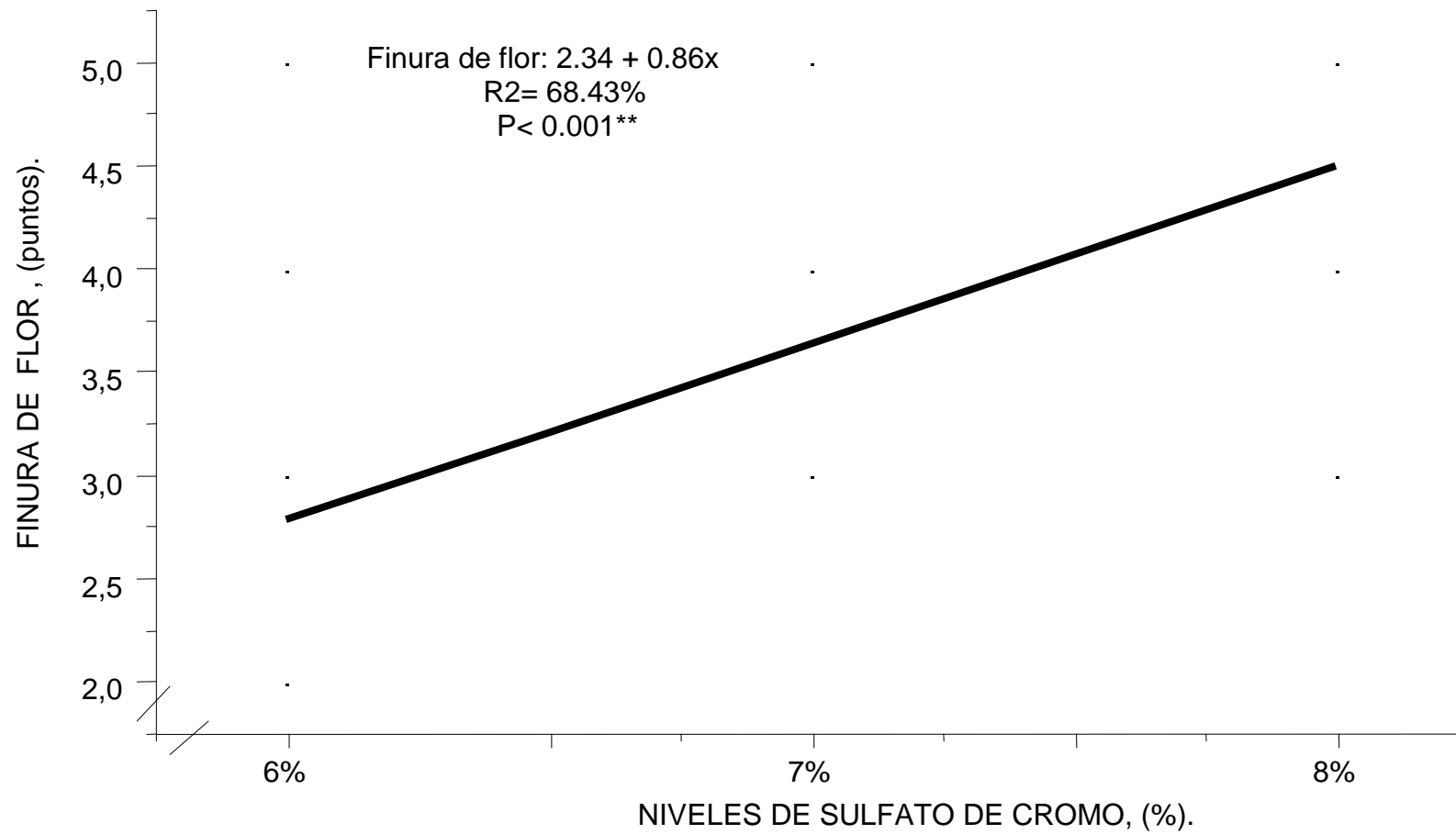


Gráfico 13. Línea de regresión de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente mineral, (sulfato de cromo).



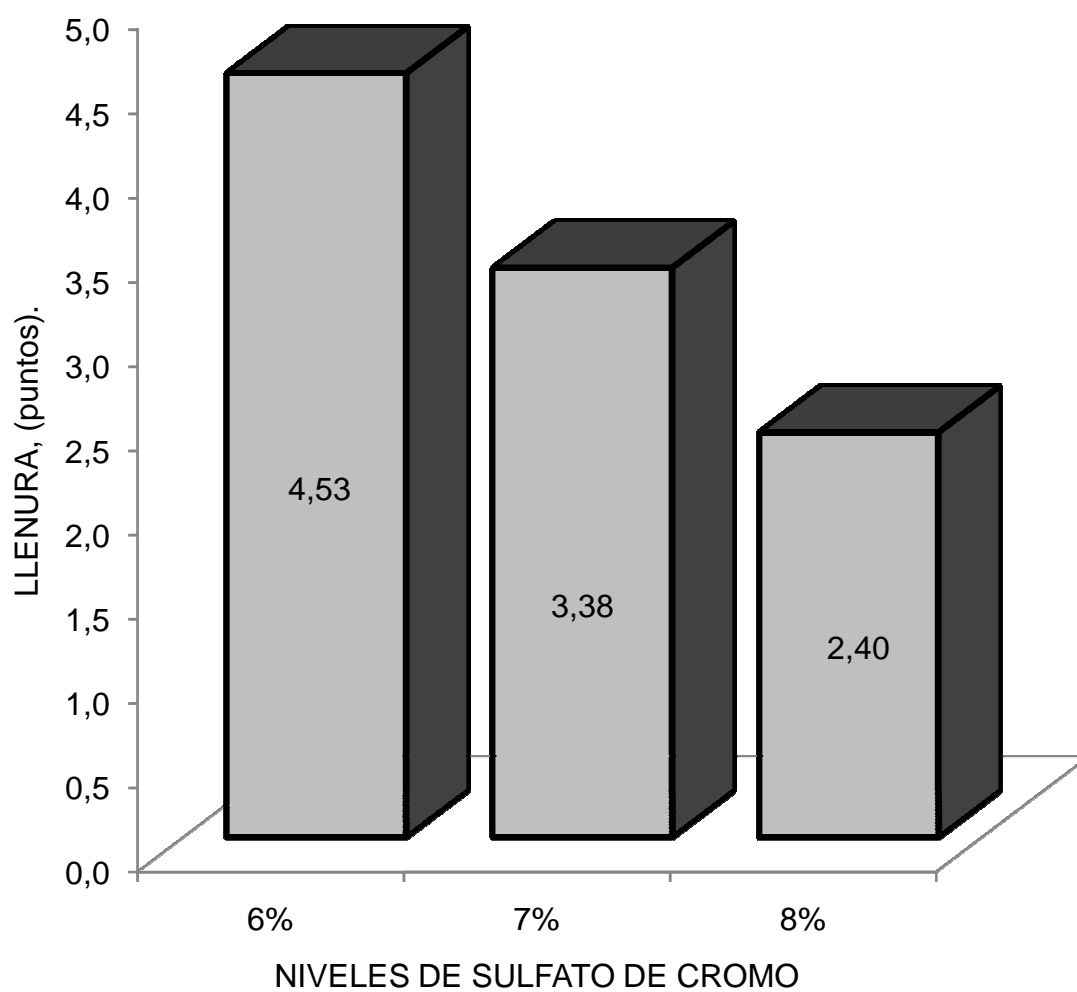


Gráfico 14. Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo.

aplicados a la curtición registrándose un coeficiente de variación de 7.93% y una media general de 3.84 puntos. Presentándose la calificación mayor en las pieles curtidas con los más bajos niveles de curtiente mineral con 4.53 puntos, y calificación excelente según la prueba la escala sensorial planteada por Hidalgo, L. (2010), la misma que desciende a 3.38 y 2.40 puntos cuando se aplico 7 y 8% de sulfato de cromo (T2 y T3%), y calificación de buena y mala respectivamente, difiriendo significativamente entre ellos.

El mejor comportamiento de la llenura en la presente investigación es al utilizar el 6% de sulfato de cromo se debe a lo manifestado por <http://www.cuero.net/curticion.com>.(2010), que indica que todos los diversos materiales naturales permiten percepciones táctiles diferentes y dependiendo de su naturaleza lo harán en diversas categorías: rugosidad, dureza, humedad, peso, llenura, suavidad y características térmicas, existirán materiales que cuentan como una cualidad intrínseca con una temperatura fría (como los metales, el vidrio y las piedras), y otras por el contrario a una temperatura cálida como es el caso de la madera y el cuero, que los hace especialmente, aptos para determinadas aplicaciones como es en el caso del cuero apto para la confección de calzado en los que la llenura, es indispensable para permitir que la prenda confeccionada brinde comodidad al usuario, lo que se consigue con bajos niveles de sulfato de cromo puesto que el grado de basicidad con el que está actuando el curtiente es de 33 grados alemanes, cuya característica principal es la de tener una alta astringencia y combinarse con los grupos carboxílicos del colágeno, para ser es un cuero lleno pero que puede ser fácilmente moldeable tanto en la elaboración como en el uso.

En la ilustración del gráfico 15, podemos verificar una tendencia lineal positiva altamente significativa en la que la ecuación para la llenura es  $=10.90 - 1.067x$ , que define una tendencia a decrecer la llenura a un equivalente de 1.07 puntos por cada unidad porcentual de aumento en el nivel de sulfato de cromo aplicado a la formula de curtido de la piel de cuy. El coeficiente de determinación nos indica un valor porcentual de 65.72%, para el curtiente, en tanto que el 34.28% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como es

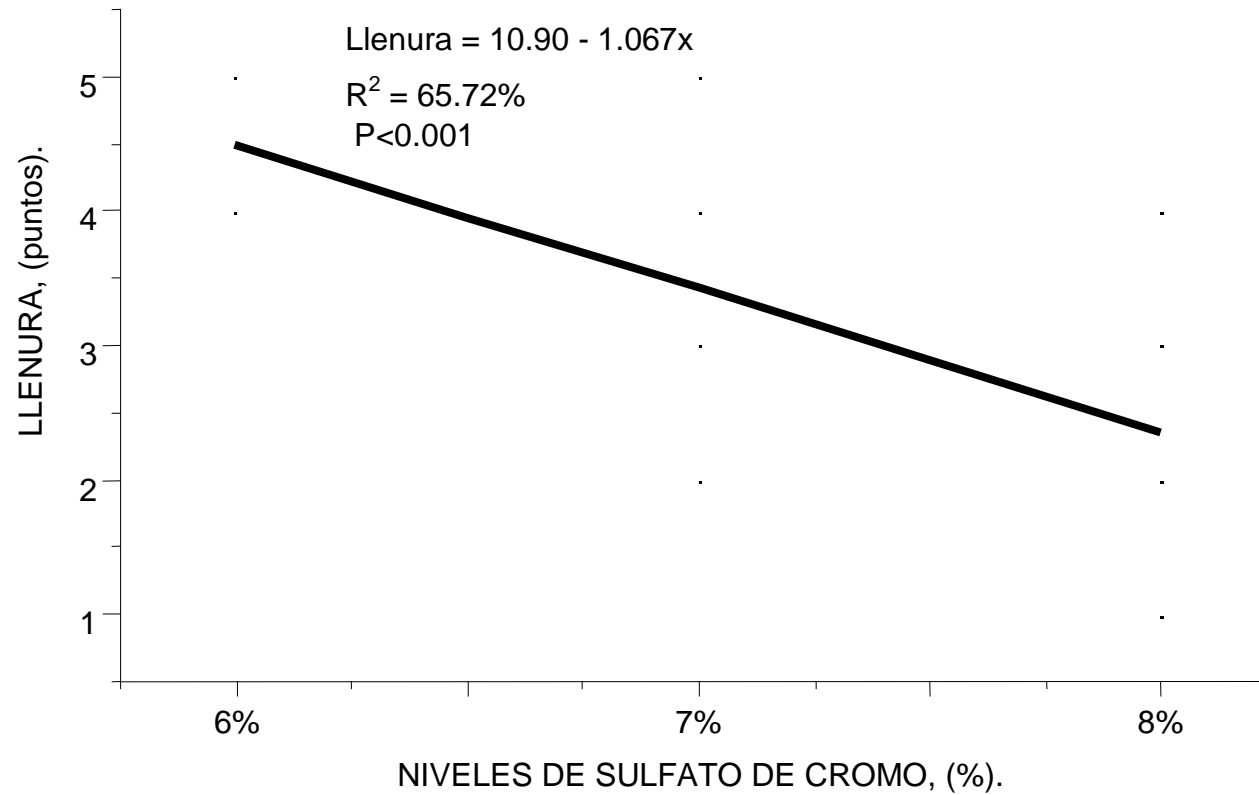


Gráfico 15. Línea de regresión de la llenura de las pieles de cuy curtidadas con diferentes niveles de curtiende mineral, (sulfato de cromo).

sobre todo la riqueza fibrilar de la materia prima, determinada por la edad, sistema de crianza, raza del animal de donde proviene la piel.

#### **E. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS**

En la apreciación sensorial de blandura de la piel de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo no se registro diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.33$ ), por efecto de los ensayos, únicamente se presentó una cierta superioridad numérica en las pieles del segundo ensayo con 3.82 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que no difieren estadísticamente de las pieles del primero y tercer ensayo que reportaron calificaciones de 3.62 y 3.76 puntos y condición muy buena para los dos casos en estudio. Con lo que se puede establecer que en el segundo ensayo se evidenciaron las mejores condiciones de materia prima y productos químicos de la investigación lo que se reflejaron en las calificaciones sensoriales más altas, es decir los cueros con una mayor suavidad y blandura ideales para la confección de artículos o accesorios de vestimenta, que deben moldearse para presentar un alto grado de suavidad que permita dar comodidad al confeccionista en el momento de la elaboración de la prenda como también al usuario.

Al realizar el análisis de la finura de flor de la piel de cuy curtida con diferentes niveles de curtiente mineral no se registro diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.58$ ), observándose singularmente una cierta superioridad para los cueros del segundo ensayo con una apreciación de 3.73 puntos y que corresponden a una calificación de muy buena de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), en tanto que las calificaciones más bajas fueron registradas en el primer ensayo con 3.58 puntos, como se indica en el cuadro 18 y gráfico 16. Los resultados reportados al no presentar diferencias estadísticas nos indican que en cada uno de los ensayos se elaboraron tomando en consideración todas las recomendaciones del director, evitando en lo posible causar el mínimo margen de error. Llegando a concluir que el apareamiento de estas diferencias únicamente

Cuadro 18. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES SENSORIALES	EFECTO DE LOS ENSAYOS			$\bar{x}$	Sx	Prob.	Sign.
	PRIMER ENSAYO	SEGUNDO ENSAYO	TERCER ENSAYO				
Blandura, (puntos).	3,62 a	3,82 a	3,76 a	3,73	0,24	0,33	ns
Finura de flor, (puntos).	3,58 a	3,73 a	3,62 a	3,64	0,24	0,58	ns
Llenura, (puntos).	3,31 a	3,49 a	3,51 a	3,44	0,26	0,24	ns

Fuente: Balla, E. (2010).

$\bar{x}$ : Media general.

Sx: Desviacion estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

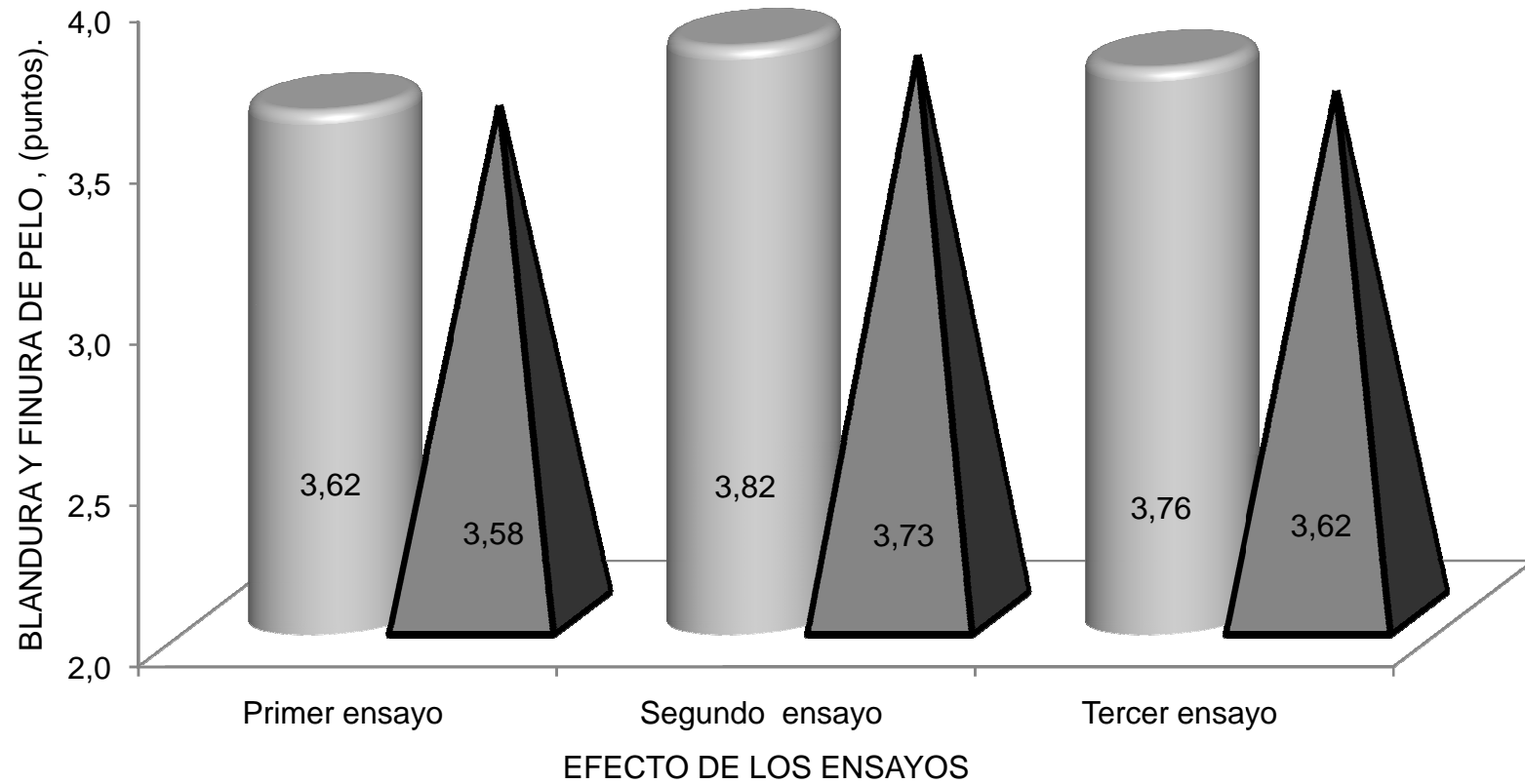


Gráfico 16. Comportamiento de la blandura y finura de pelo de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo, por efecto de los ensayos.

se pudo deber a factores externos que no pueden ser controlados durante el proceso entre los cuales se puede citar como importante la precisión en la aplicación de la formulación del acabado.

Los valores medios obtenidos de la llenura de las pieles de cuy curtida con diferentes niveles de sulfato de cromo no registraron diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.24$ ), por efecto de los ensayos consecutivos, únicamente se presentó aleatoriamente los mejores resultados en las pieles del tercer ensayo con medias de 3.51 puntos y condición muy buena, seguida de las pieles del segundo y primer ensayo con medias de 3.49 y 3.31 puntos respectivamente y calificación de buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), con lo que se puede determinar que en el tercer ensayo tanto la calidad de la materia prima como de los productos químicos, en este caso el sulfato de cromo presentaron una ligera superioridad, en relación al resto de componentes de la fórmula de curtición empleada en las pieles de cuy, ya que debemos recordar que las condiciones en las que se desarrolló la investigación fueron las mismas para todas las unidades experimentales, y las condiciones ambientales presentes en el laboratorio de curtición en cada uno de los ensayos no tiene ningún tipo de interferencia en el desarrollo de la curtición.

#### **F. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS**

Las medias registradas para la blandura de la piel de cuy reportaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la interacción entre el Factor A y B, como se reporta en el cuadro 19 y gráfico 17, presentándose la mejor blandura en los cueros curtidos con el 8% de sulfato de cromo en el tercer ensayo (T3E3), con 4.67 puntos calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que no difieren según Tukey de las pieles del tratamiento en mención pero en el primero y segundo ensayo con puntuaciones de 4.53 puntos para los dos casos en estudio, mientras que las valoraciones más

Cuadro 19. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

Variables sensoriales	EFECTO DE LA INTERACCION ENTRE NIVELES DE SULFATO DE CROMO Y LOS ENSAYOS									$\bar{x}$	Sx	Prob	Sign
	T1E1	T1E2	T1E3	T2E1	T2E2	T2E3	T3E1	T3E2	T3E3				
Blandura, (puntos).	2,93 c	2,73 c	2,60 c	3,40 bc	4,20 ab	4,00 ab	4,53 a	4,53 a	4,67 a	3,63	0,11	0,036	**
Finura de flor, (puntos).	2,60 c	3,07 bc	2,87 bc	3,53 b	3,53 b	3,53 b	4,60 a	4,60 a	4,47 a	3,53	0,11	0,67	*
Llenura, (puntos).	4,53 a	4,53 a	4,53 a	2,93 bc	3,53 b	3,67 b	2,47 c	2,40 c	2,33 c	3,57	0,21	0,031	**

Fuente: Balla, E. (2010).

Sx: Desviacion estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

\*\* : Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tuckey (P < 0.01).



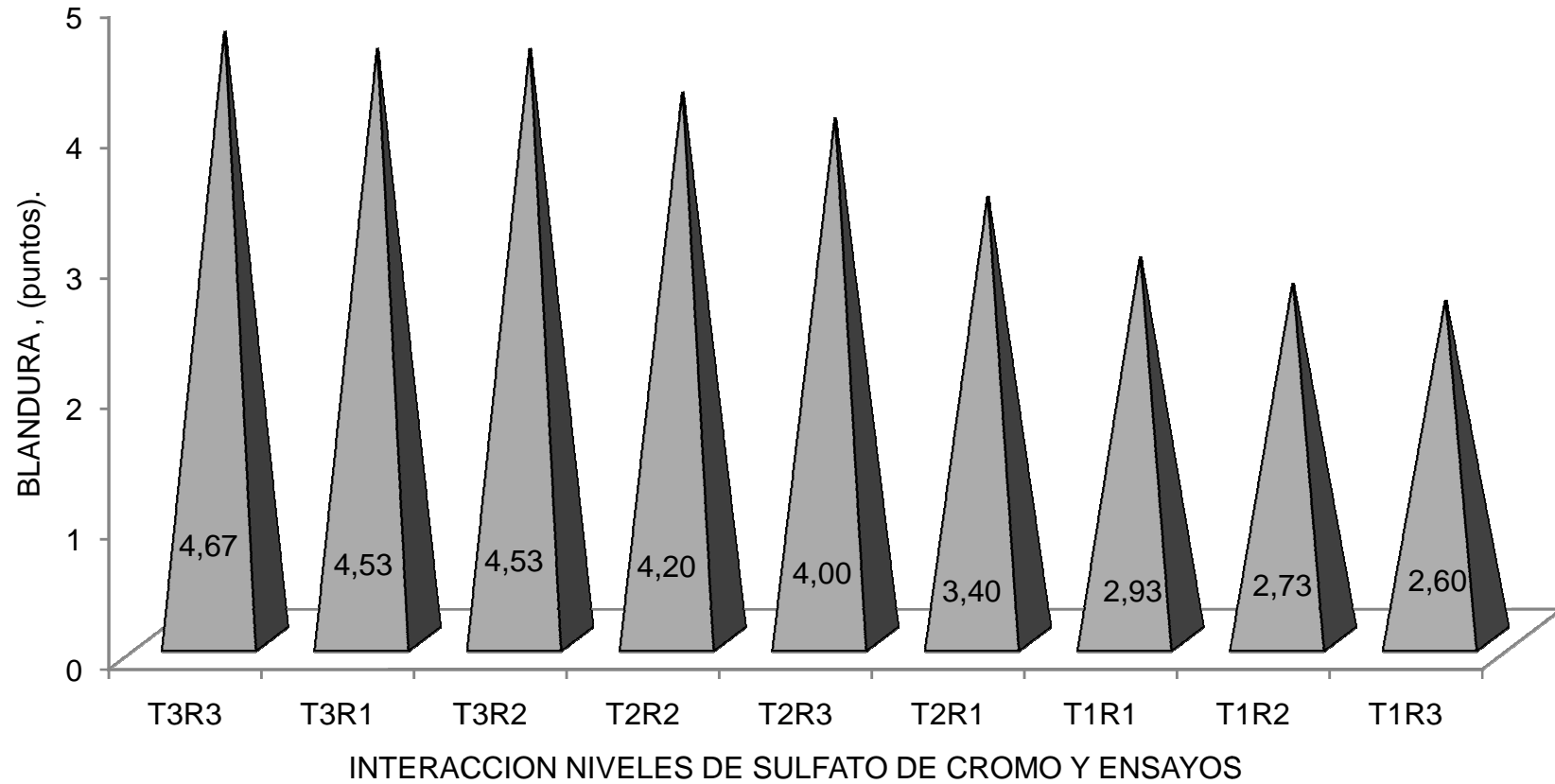


Gráfico 17. Comportamiento de la blandura de las pieles de cuy por efecto de los diferentes niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.

bajas fueron registradas en las pieles curtidas con el 6% de sulfato de cromo en el tercer ensayo con puntuaciones de 2.60 puntos y condición baja según la mencionada escala y que a su vez no difieren estadísticamente de las pieles del mismo tratamiento T1 del primero y segundo ensayo (T1E1 y T1E2), con valores de 2.93 y 2.73 puntos y calificación baja, de acuerdo a la mencionada escala; es decir, cueros con poca caída y armados que al ser utilizados para la confección de vestimenta, provocan molestias. Lo que es corroborado en [\(http://www.calidadsensorial.com\)](http://www.calidadsensorial.com).(2010), que indica que aprendemos y entendemos el mundo a través de nuestros sentidos, y de los procesos sensoriales transformamos la información provista por las sensaciones que vienen de nuestro cuerpo y las que provienen del ambiente, en mensajes con significado, los cuales nos impulsan a conocer la calidad de la materia prima de la cual está elaborado el artículo confeccionado y que la blandura es una de las características de mayor importancia, ya que es una condición de suavidad y caída que hacen de la badana un material manejable.

Los valores medios obtenidos de la finura de flor de las pieles de cuy, que se ilustra en el grafico 18, se registraron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.07$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo y los ensayos consecutivos, reportándose la mayor calificación en las pieles curtidas con el 8% de curtiente mineral en el primero y segundo ensayo (T3E1 y T3E2), con una apreciación de 4.60 puntos y calificación de excelente es decir cueros con una caída ideal para cumplir con las exigencias de cuero para vestimenta en las que tiene que acoplarse al movimiento del usuario sin provocarle incomodidades, seguida de los cueros del curtidos con el 7% de sulfato de cromo en el primero, segundo y tercer ensayo y que compartieron la misma calificación es decir 3,53 puntos y condición muy buena, mientras que las calificaciones más bajas fueron las reportas por los cueros curtidos con el 6% de sulfato de cromo en el tercero y primer ensayo con medias de 2.87 y 2.60 puntos y condición buena de acuerdo a la mencionada escala, es decir cueros con una flor demasiado fina que desmejoran las calificaciones sensoriales del material producido.

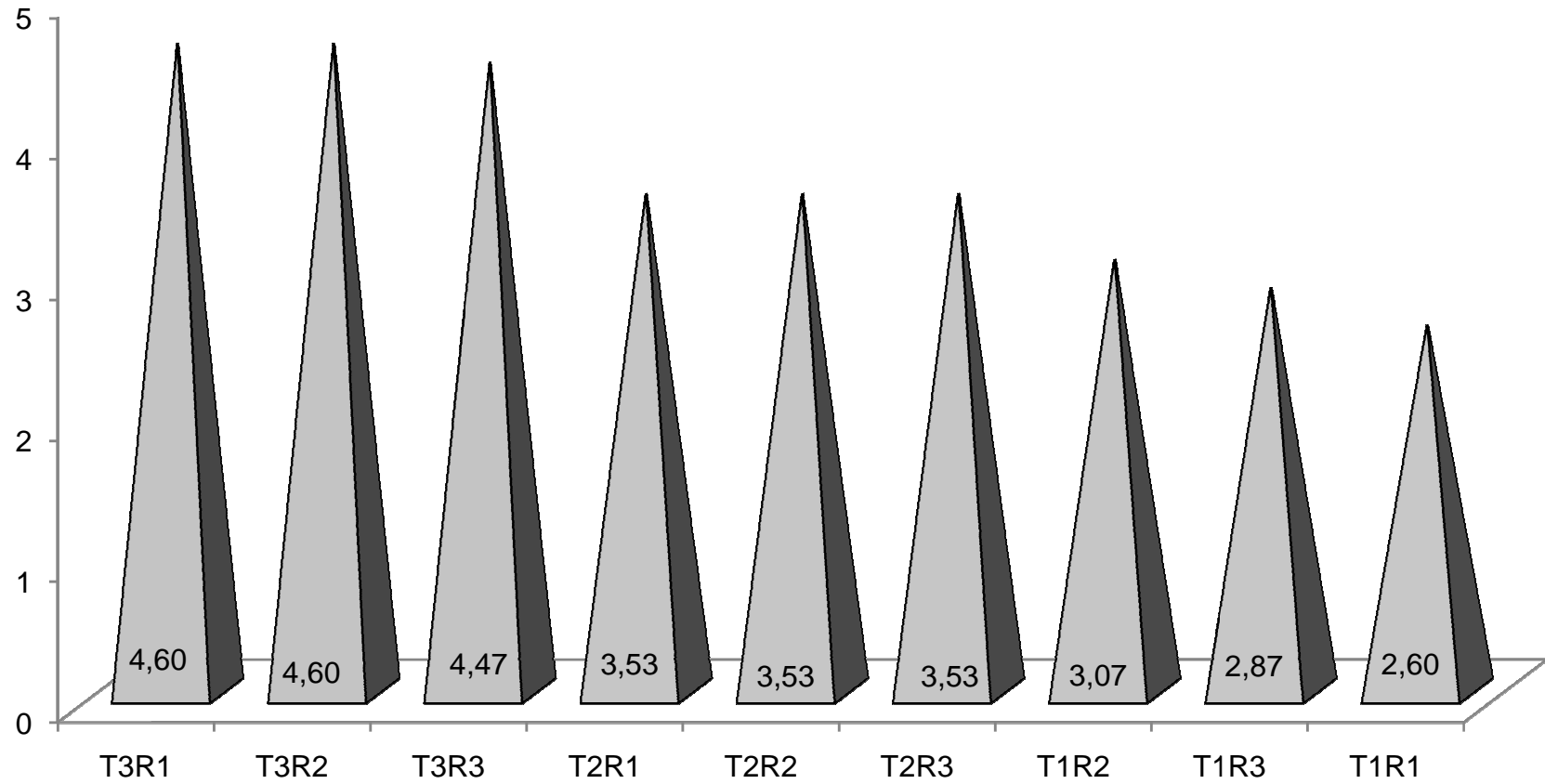


Gráfico 18. Comportamiento de la finura de flor de las pieles de cuy por efecto de los diferentes niveles de sulfato de cromo, y los ensayos.

Lo que nos impulsó a conocer la calidad de la materia prima de la cual está elaborado el artículo confeccionado ya que la finura de flor es una de las características de mayor importancia, con el análisis sensorial se pretende que la persona que confecciona el artículo final y el usuario tengan en cuenta también en la proyección sensorial del producto el aprovechamiento de las características táctiles inherentes a diferentes materiales y que de esta manera prescinda en lo posible durante la proyección y/o elaboración del producto, dependiendo de su naturaleza. En la evaluación de la interacción entre los niveles de sulfato de cromo y los ensayos consecutivos en la curtición de pieles de cuy, para la variable sensorial de llenura se presentó diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.001$ ), registrándose las más altas calificaciones en las pieles del tratamiento T1 en los 3 ensayos consecutivos con una apreciación de 4.53 puntos y calificación cercana a excelente en la escuela propuesta por Hidalgo, L. (2010), mientras que la llenura más baja fue obtenida en las pieles del tratamiento T3 en el tercer ensayo con medias de 2.33 puntos y calificación baja según la mencionada escala, y que comparten rangos de significancia según Tukey con las pieles del tratamiento en mención en el primero y segundo ensayo con medias de 2.47 y 2.40 puntos respectivamente y calificación baja.

Observándose de acuerdo al análisis que a menores niveles de sulfato de cromo (6%) y en ensayos superiores se alcanzan las mejores puntuaciones de llenura lo que puede deberse a que el sulfato de cromo tiene un efecto curtiente que provoca la astringencia entre las fibras del colágeno y por ende la sensación al tacto de vacío que es una característica que va de la mano con la suavidad y que producen una materia prima ideal para objetos muy delicados como accesorios de vestimenta, que tienen contacto con el usuario.

## **G. ANALISIS DE CORRELACION ENTRE VARIABLES**

Para determinar el análisis de correlación que existe entre los niveles de sulfato de cromo y las variables tanto físicas como sensoriales del cuero de cuy, se utilizó la Matriz de Correlación de Pearson que se describe en el cuadro 20.

Cuadro 20. ANALISIS DE CORRELACION ENTRE VARIABLES.

		TRATAMIENTO	FLEXIBILIDAD	DESGARRO	ELONGACION	BLANDURA	FINURA DE FLOR	LLENURA
TRATAMIENTO	Pearson Correlación	1	**	**	**	**	**	-.**
FLEXIBILIDAD	Pearson Correlación	0,920	1	**	**	**	**	-.**
DESGARRO	Pearson Correlación	0,879	0,874	1	**	**	**	-.**
ELONGACION	Pearson Correlación	0,879	0,898	0,847	1	**	.,**	-.**
BLANDURA	Pearson Correlación	0,690	0,663	0,674	0,635	1	*	-,*
FINURA DE FLOR	Pearson Correlación	0,669	0,641	0,609	0,618	0,482	1	-,**
LLENURA	Pearson Correlación	-0,746	-0,757	-0,713	-0,756	-0,522	-0,546	1

Fuente: Balla, E. (2010).

El grado de asociación que existe entre la flexibilidad y el nivel de sulfato de cromo equivale a establecer una correlación positiva altamente significativa ya que el valor de  $r = 0,92$ , que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de sulfato de cromo en la curtición de la piel de cuy, la flexibilidad tiende a elevarse significativamente ( $P < 0.01$ ).

En la interpretación de la correlación que se registra entre el nivel de sulfato de cromo y la resistencia a la abrasión se observó una marcada relación entre las dos variables en estudio ya que el coeficiente de correlación fue de  $r^2 = 0,879$ , deduciendo que a mayor porcentaje de sulfato de cromo habrá una influencia hacia el aumento de la resistencia a la abrasión.

El análisis de la correlación que existe entre el nivel de sulfato de cromo con el porcentaje de elongación registró una relación alta positiva directamente proporcional de dependencia, con un coeficiente de  $0,88^{**}$  identificándose que al haber un mayor porcentaje de sulfato de cromo en la curtición de la piel de cuy, existirá un aumento en el porcentaje de elongación.

Mientras que al relacionar las variable sensorial de blandura con los niveles de sulfato de cromo, se determinó una correlación alta positiva ( $0.69$ ), con una relación directamente proporcional que significa que, al incrementar el nivel de sulfato de cromo en la curtición de la piel de cuy también se incrementa.

Respecto a la finura de flor, se debe enfatizar que se registró una correlación positiva altamente significativa  $r = 0.67$ , que indica que ante el incremento del nivel de sulfato de cromo en la curtición de piel de cuy la finura de flor también asciende con una probabilidad del  $0.01$ .

Finalmente la correlación que existe entre la llenura y el nivel de sulfato de cromo registra una asociación negativa alta ( $r = - 0.75$ ), que indica que a medida que se incrementa el nivel de sulfato de cromo la llenura disminuye ( $P < 0.01$ ).

## H. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para la realización del análisis económico de la curtición de piel de cuy con diferentes niveles de sulfato de cromo, que se indica en el cuadro 21, se consideraron los egresos determinados por los costos de producción en los grupos experimentales y los ingresos obtenidos con la venta de los artículos confeccionados registrándose un egreso total de \$ 61,03 para el tratamiento T1; \$71,25 para el tratamiento T2 y \$ 71,61 para el tratamiento T3. Cabe señalar que el piesaje fue de 47, 48 y 50 pies cuadrados para los tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente, con lo que se pudo determinar un costo del pie cuadrado de 1.10; 1.18 y 1.23, dólares americanos para cada uno de los tratamientos antes mencionados en su orden, que nos permitió determinar el mayor beneficio/costo en el tratamiento T2 con 1.24 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener una ganancia de 24 centavos (24%), seguida de los cueros del tratamiento T1 con un beneficio/ costo de 1.21 o una ganancia del 21% y finalmente la menor rentabilidad fue registrada en los cueros en los que se utilizó el 7% de sulfato de cromo (T2), con un beneficio costo de 1.15.

De acuerdo al análisis económico se debe señalar que estos márgenes de rentabilidad son apreciables si se considera que el tiempo empleado, en los procesos de curtición es relativamente corto, para sacar al mercado un producto de buena calidad y sobre de innovación ya que es el pionero en su área pues la curtición de pieles de cuy es un mercado nuevo, consecuentemente debe reconocerse que la inversión en producir cueros con buenas características físicas y organolépticas como los del presente ensayo permiten una recuperación económica que supera notablemente a la inversión de la banca comercial que en los actuales momentos esta bordeando el 9 y 10% anual considerándose bastante rentable y menos riesgoso el emprender este tipo de actividad industrial.

Cuadro 21. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	NIVELES DE SULFATO DE CROMO		
		6%	7%	8%
Costo de la piel	0,4	18	18	18
Tenso activo deja	314	1,884	2,34	2,34
1 sachet de cloro	60	0,144	0,192	0,192
NaCl (sal)	695	1,0425	1,275	1,275
Ca(OH) <sub>2</sub> (Cal)	380	0,798	1,008	1,008
Na <sub>2</sub> S (sulfuro de Na)	215	1,032	1,3344	1,3344
NaHSO <sub>3</sub> (Sulfito de Na)	50	0,24	0,288	0,288
NaCOOH(Formiato de Na)	90	0,432	0,528	0,528
Rindente	25	0,2925	0,351	0,351
HCOOH1:10(ac formico)	284	1,7892	2,1798	2,1798
Diesel	200	0,36	0,432	0,432
Cromo	540	3,24	4,32	4,68
NaHCO <sub>3</sub> (Bacificante)	50	0,675	0,81	0,81
Recurtido fenólico	160	2,256	2,82	2,82
Recurtiente neutral	120	1,764	2,205	2,205
Dispersante	40	0,564	0,705	0,705
Quebracho	160	1,56	1,95	1,95
Anilina	120	6,3	7,875	7,875
Grasa sulfitada	800	12	15	15
Grasa vegetal	240	3,6	4,5	4,5
Grasa catiónica	20	0,3	0,375	0,375
Mimosa	80	0,6	0,6	0,6
Rellenante faldas	160	2,16	2,16	2,16
<b>Egresos</b>		<b>61,03</b>	<b>71,25</b>	<b>71,61</b>
Pesaje de los cueros		47	48	50
Costo pie cuadrado		1,10	1,18	1,23
Costo comercial pie cuadrado		1,45	1,5	1,55
Venta de excedente de cuero		29	35	37
Venta de artículos		45	47	52
<b>Ingresos</b>		<b>74</b>	<b>82</b>	<b>89</b>
<b>B/C</b>		<b>1,21</b>	<b>1,15</b>	<b>1,24</b>

Fuente: Balla, E. (2010).



## **V. CONCLUSIONES**

Luego de realizar el análisis y la discusión de los resultados obtenidos al curtir piel de cuy con diferentes niveles de sulfato de cromo, arribamos a las siguientes conclusiones:

1. Al observar las características físicas, evaluadas en el Laboratorio de Control de Calidad de Curtición de Pieles de la Tenería Curtipiel Martínez (LACOMA) se pudo concluir que a mayores niveles de sulfato de cromo las resistencias físicas se elevaron, especialmente con el tratamiento T3 (8%), al registrarse resultados de 64,87 N/cm<sup>2</sup> de flexibilidad, 9,33 mm de resistencia al desgarro, 49,67% de porcentaje de elongación; y que, todos estos superan los mínimos exigidos por las normas IUP para pieles ligeras.
2. Las mejores calificaciones para las características sensoriales de blandura y finura de flor, en la curtición de pieles de cuy se obtuvo al utilizar 8% de sulfato de cromo con 4,58 y 4,56 puntos, sobre 5 puntos de referencia de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), respectivamente. Seguido en las calificaciones por los tratamientos T2 (7% de sulfato de cromo) y T1 (6% de sulfato de cromo) en su orden, con la escala mencionada.
3. En lo que tiene relación a la característica sensorial de llenura, la mayor calificación obtuvo el tratamiento T1; es decir, al curtir las pieles de cuy con el 6% de sulfato de cromo, con 4,53 puntos sobre los 5 puntos de referencia de la escala de Hidalgo, con lo que se concluye que el mencionado curtiente no tiene capacidad de llenar la estructura fibrilar, y combinándose con los grupos carboxílicos del colágeno; y que, esta sensación al tacto está determinada por su estructura fibrilar y otros elementos que tienen poder rellenanante.
4. El mayor beneficio costo de la investigación que fue del 24%, se registró con el empleo de mayores niveles de sulfato de cromo (8%), que superan las utilidades que nos generan otro tipo de actividades industriales, y sobre todo podemos proporcionar al mercado de una materia prima de última tecnología.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Basados en las conclusiones realizadas, se plasma las siguientes recomendaciones:

1. Recomendamos curtir pieles de cuy, para obtener un mayor valor agregado en la producción de esta especie; además, podríamos utilizar un coproducto que no tendría valor si el mismo fuera exportado a los mercados internacionales, puesto que se considera que todos los elementos transgénicos que se utilizaran para su crianza su ubican en la piel.
2. Al curtir pieles de cuy se recomienda utilizar el 8% de sulfato de cromo, para obtener resistencias físicas de flexibilidad, resistencia al desgarró y porcentaje de elongación, superiores a las mínimas establecidas por las normas IUP para pieles ligeras; como también, calificaciones de muy buena a excelente en las características sensoriales de blandura y finura de flor de acuerdo a la escala de Hidalgo, L. (2010).
3. Al aplicar el 6% de sulfato de cromo se produce una piel bastante llena que es ideal como materia prima para la confección de artículos de marroquinería es decir bolsos, canguros, billeteras, que por ser una piel que antes no se producía podría causar un impacto positivo favorable en el mercado peletero.
4. Se recomienda realizar nuevas investigaciones de curtición de pieles de cuy, utilizando otro tipo de curtientes minerales como también vegetales; así como también, desarrollar sistemas de curtición tanto mineral como vegetal para la obtención de peletería, los mismos que proporcionarían a los productores de otra alternativa de fabricación.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 1995. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. AGRAMOT, F. 1989. Crianza y Alimentación de cuyes (*cavia porcellus*). 1a ed. Cochabamba, Bolivia. Edit. Universidad mayor de San Simon. pp. 15 - 26.
3. ALTAMIRANO, A. 1986. La importancia del cuy, un estudio preliminar. 1a ed. Lima, Perú, Edit. Lituma. pp. 8,61.
4. ALIAGA, R. 1994. Estudio sobre la situación actual sobre la crianza de cuyes en Ecuador. 2a ed. Lima, Perú. Edit. Asociación Peruana de producción de Animal. pp 40 – 65.
5. AREVALO, F. 2002. Manual de zootecnia general I. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 3, 5, 6.
6. ATEHORTUA, S. y CAYCEDO, A. 1997. Situación y perspectivas de la producción de cuyes. 2a ed. Nariño, Colombia. Edit. IICA, OEA. pp 45 63.
7. ARGENTINA, Planta Experimental de Curtiduría – INTI-CUEROS. 2009. Mar de la Plata, Argentina.
8. ARTIGAS, M. 1997. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 1a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp 36 52.
9. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.

10. CAICEDO, C. 1992. Nutrient requirements of laboratory animals. 1a ed. Pasto Colombia. Edit. Universidad de Nariño. pp 23 – 39.
11. CHAVEZ, F. 2000. Centro ideas. Programa San Marcos. 1a ed. Cajamarca, Perú. Edit. Línea Técnica Pecuaria. pp 12 -27.
12. CHAUCA, L. 1997. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1a ed. La Molina, Perú. Edit. Perone. pp 45 59.
13. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2009. Anuarios meteorológicos, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
14. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. (AENOR). Norma IUP 9 (2002).
15. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. (AENOR). Norma Internacional del Cuero IUP6 (2001).
16. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
17. HIDALGO, L. 2010. Escala de calificación sensorial para las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de sulfato de cromo.
18. <http://www.monografias.com>. 2009. Afuso, H. Etapa de ribera, piquelado y curtido de pieles pequeñas.
19. <http://www.monografias.com.html>. 2009. Balbin, N. Procesos mecánicos de post curtición.

20. <http://www.monografias.com.net>. 2009. Beck, S. Procesos húmedos de postcurticion.
21. <http://www.tesisforcillocurtidoalcromo.htm>. 2008. Benítez, A. El curtido al cromo para pieles ligeras.
22. <http://www.biologia.edu.tesis>. 2008. Bocanegra, O. Clasificación de los cuyes por su origen.
23. <http://www.cueronet.htm.com>. 2010. Bogart, R. La curtición de pieles pequeñas.
24. <http://www.biologia.edu.ar>. 2008. Blanco, C. Secado y terminación de la pieles de cuy.
25. <http://wwwzoologicacuy.com>. 2010. Caballero, A. Las Características predominantes del cuy.
26. <http://www.cueronet.com>. 2009. Cahill, J. Diferentes formar de crianza familiar y comercial del cuy.
27. <http://www.fao.page.org>. 2009. Coyotopa, V. Descripcion del valor nutritivo de la carne de cuy.
28. <http://www.fao.org>. 2009. Chuquillanqui, M. Principios de curtición de pieles de cuy.
29. <http://wwwzoologicacuy.com>. 2010. Esquivel, R. Clasificación zoológica del cuy.
30. <http://wwwelcuy.com>.2010. Huacho, I. Cría y explotación del cuy en América Latina.

31. <http://www.cueronet.com.exoticas.com>. Mendoza, S. 2009. Montesinos, V. Curtición mineral de pieles de cuy.
32. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cuero>. 2009. Olivo, S. Conservación de las pieles de cuy.
33. <http://cueronet.net>. 2009. Pino, P. La generación de residuos en cada etapa de producción.
34. <http://www.biologia.edu.ar.htm>. 2008. Samame, J. Clasificación de los cuyes por su pelaje.
35. <http://www.curtidoalcromo.htm>. 2008. Silva, V. El curtido al cromo de las pieles de cuy.
36. <http://wwwancuero.com>. 2010. Saravia, D. Características de las pieles curtidas al cromo.
37. <http://wwwcueronet.curtición.com>. 2010. Tello, A. El sulfato de cromo principios y características.
38. <http://www.calidadsensorial.com>. 2010. Trujillo, B. La calidad sensorial de los cueros ligeros.
39. <http://www.forcilloprocesodecurtido.htm>. 2008. Vargas, V. Procesos de curtición con sulfato de cromo.
40. LACERCA, A. 1996. Tecnología del Cuero. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Lacheta. pp. (12, 15, 16, 45, 49, 78,79).

41. LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR (ANCE).  
2004. Compendio del VI curso de curtición de pieles pequeñas.  
Ambato, Ecuador. sn. pp. 45 -56, 60 – 75.
  
42. LULTCS, W. 1993. Conferencia de la industria del Ecuador. 1a ed.  
Barcelona-España. Edit. Separata Técnica. pp. 5, 12, 23, 29,56.
  
43. MORERA, J. 1985. Química técnica de la curtición. 1a. ed. Igualada,  
España. Edit CETI. pp 233 – 255.

# ANEXOS



Anexo 1. Flexibilidad del cuero del cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

#### A. MEDICIONES EXPERIMENTALES

trat	ens	repeticion														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	50	50	51	52	50	52	51	49	48	50	51	52	47	48	50
T1	2	53	54	51	53	54	51	47	48	49	51	52	54	51	52	54
T1	3	54	52	47	48	50	52	51	49	48	50	50	50	51	52	50
T2	1	61	59	60	57	55	58	55	59	56	57	57	58	59	55	57
T2	2	55	59	60	57	57	58	55	56	55	57	55	58	57	55	59
T2	3	55	56	55	57	55	58	55	59	56	57	57	58	59	55	57
T3	1	60	61	62	61	62	60	63	64	62	63	64	65	66	67	61
T3	2	60	61	62	61	62	60	63	64	62	63	64	65	66	67	61
T3	3	63	61	62	62	66	66	65	65	67	66	65	65	66	67	67

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Prob.	Sign.
				cal	0,05	0,01		
Total	4205,88	134	31,39					
Tratat	3759,75	8	469,97	132,73	2,01	2,66	0.0001	**
Factor A	3686,46	2	1843,23	520,58	3,07	4,78	0.0705	**
Factor B	4,99	2	2,50	0,71	3,07	4,78	0.23	ns
Interaccion	68,30	4	17,07	4,82	2,44	3,47	0.0401	*
Error	446,13	126	3,54					

#### C. ESTADISTICA

CV	3,30
Media	57,03
SxA	0,63
SxB	0,63
SxA*B	0,28

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto de los tratamientos

6%	50,64	c
7%	57,00	b
8%	63,44	a
6%	50,64	c

Por efecto de las réplicas

Primer ensayo	56,78	a
Segundo ensayo	57,07	a

Por efecto de la interacción

T1E1	50,07	d
T1E2	51,60	d
T1E3	50,27	d
T2E1	57,53	c
T2E2	56,87	c
T2E3	56,60	c
T3E1	62,73	b
T3E2	62,73	b
T3R3	9,33	a
T1R1	7,93	d

Anexo 2. Desgarro del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiembre mineral sulfato de cromo.

#### A. Mediciones experimentales

trat	ens	repeticion														
		I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	7,5	7,6	7,9	8	8,1	8,2	7,9	7,7	7,6	7,5	8	8,1	8,2	8,3	8,4
T1	2	7,6	7,7	7,8	8,2	7,1	8,1	7,8	7,6	7,5	7,4	7,9	8,2	8,3	8,4	8,1
T1	3	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,2	7,9	7,7	7,6	7,5	7,5	7,6	7,9	8	8,1
T2	1	8,2	8,3	8,6	8,8	8,4	8,8	8,9	8,5	8,9	8,4	8,9	8,8	8,5	8,3	8,2
T2	2	8,9	8,5	9	9,1	8,9	9	8,6	8,7	8,6	8,9	8,4	8,9	9,1	9,2	9,1
T2	3	8,6	8,7	8,6	8,9	8,4	8,9	8,9	8,5	9	9,1	8,9	9	9,1	9,2	9,1
T3	1	9,1	9,2	9,3	9,1	9,3	9,2	9,4	9,3	9,1	9,2	9,4	9,3	9,2	9,1	9,3
T3	2	9,1	9,2	9,3	9,1	9,3	9,2	9,4	9,3	9,1	9,2	9,4	9,3	9,2	9,1	9,3
T3	3	9,1	9,2	9	9,1	9	9,2	9,3	9,4	9,5	9,8	9,4	9,5	9,6	9,5	9,4

#### B. Análisis de varianza

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Sign.
				cal	0,05	0,01	
Total	51,77	134	0,39				
Tratat	43,72	8	5,47	85,55	2,01	2,66	
Factor A	42,69	2	21,34	334,11	3,07	4,78	0,001
Factor B	0,39	2	0,19	3,03	3,07	4,78	0,52
Interaccion	0,65	4	0,16	2,54	2,44	3,47	0,043
Error	8,05	126	0,06				

#### C. ESTADISTICA

CV	2,92
Media	8,64
SxA	0,08
SxB	0,08
SxA*B	0,04

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto del nivel del cromo

6%	7,90	c
7%	8,76	b
8%	9,27	a
6%	7,90	c

Por efecto de las réplicas

R1	8,58	b
R2	8,65	ab

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	7,93	d
T1R2	7,85	d
T1R3	7,93	d
T2R1	8,57	c
T2R2	8,86	b
T2R3	8,86	b
T3R1	9,23	a
T3R2	9,23	a
T3R3	9,33	a

Anexo 3. Elongación del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

#### A. MEDICIONES EXPERIMENTALES

trat	ens	repeticion														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	35	36	37	35	37	38	35	36	39	35	34	35	38	38	37
T1	2	36	37	38	34	36	37	36	33	35	34	36	33	37	37	35
T1	3	34	35	38	38	37	38	35	36	39	35	35	36	37	35	37
T2	1	45	44	43	42	42	40	39	41	42	43	41	41	40	40	42
T2	2	43	45	44	45	41	41	41	40	41	42	39	38	42	40	40
T2	3	41	40	41	42	39	38	37	41	42	43	41	41	40	40	42
T3	1	45	46	47	45	47	49	50	50	51	51	52	46	45	48	47
T3	2	45	46	47	45	47	49	50	50	51	51	47	46	45	48	47
T3	3	45	46	47	45	47	49	50	50	51	55	56	52	51	50	51

#### B. Análisis de varianza

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Sign.
				cal	0,05	0,01	
Total	4019,75	134	30,00				
Tratat	3494,81	8	436,85	104,86	2,01	2,66	
Factor A	3441,53	2	1720,76	413,04	3,07	4,78	0,001
Factor B	9,08	2	4,54	1,09	3,07	4,78	0,33
Interaccion	44,21	4	11,05	2,65	2,44	3,47	0,036
Error	524,93	126	4,17				

#### C. ESTADISTICA

CV	4,87
Media	41,90
SxA	0,68
SxB	0,68
SxA*B	0,30

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto del nivel del cromo

6%	36,09	c
7%	41,22	b
8%	48,40	a
6%	36,09	c

Por efecto de las réplicas

Primer ensayo	41,98	a
Segundo ensayo	41,56	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	36,33	c
T1R2	35,60	c
T1R3	36,33	c
T2R1	41,67	b
T2R2	41,47	b
T2R3	40,53	b
T3R1	47,93	a
T3R2	47,60	a
T3R3	49,67	a

Anexo 4. Blandura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

#### A. MEDICIONES EXPERIMENTALES

trat	ens	repeticion														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	3	5	2	3	2	3	5	3	2	2	2	3	4	2	3
T1	2	2	3	2	3	2	4	2	3	2	4	2	3	4	2	3
T1	3	2	3	4	2	3	4	2	3	2	2	2	3	2	3	2
T2	1	3	3	4	2	3	3	4	3	3	4	3	4	3	5	4
T2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4
T2	3	4	4	4	4	5	5	4	4	3	5	3	4	3	5	3
T3	1	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	3	5	4	5	5
T3	2	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	3	5	4	5	5
T3	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5

#### B. Análisis de varianza

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Sign.
				cal	0,05	0,01	
Total	148,40	134	1,11				
Tratat	82,13	8	10,27	19,52	2,01	2,66	
Factor A	75,91	2	37,96	72,17	3,07	4,78	0,001
Factor B	0,93	2	0,47	0,89	3,07	4,78	0,33
Interaccion	5,29	4	1,32	2,51	2,44	3,47	0,036
Error	66,27	126	0,53				

#### C. ESTADISTICA

CV	19,43
Media	3,73
SxA	0,24
SxB	0,24
SxA*B	0,11

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto del nivel de cromo

6%	2,76	c
7%	3,87	b
8%	4,58	a
6%	2,76	c

Por efecto de las réplicas

R1	3,62	a
R2	3,82	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	2,93	c
T1R2	2,73	c
T1R3	2,60	c
T2R1	3,40	bc
T2R2	4,20	ab
T2R3	4,00	ab
T3R1	4,53	a
T3R2	4,53	a
T3R3	4,67	a



Anexo 5. Finura de flor del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

#### A. MEDICIONES EXPERIMENTALES

trat	ens	repeticion														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	2	3	2	3	2	3	5	3	2	3	2	3	2	2	2
T1	2	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3
T1	3	2	3	2	5	2	5	2	3	2	5	2	3	2	3	2
T2	1	3	3	3	3	4	3	4	5	5	3	4	3	4	3	3
T2	2	4	3	5	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4
T2	3	4	3	4	3	4	3	4	3	5	3	4	3	4	3	3
T3	1	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5
T3	2	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5
T3	3	3	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5

#### B. Análisis de varianza

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Sign.
				cal	0,05	0,01	
Total	134,93	134	1,01				
Tratat	68,53	8	8,57	16,26	2,01	2,66	
Factor A	66,71	2	33,36	63,30	3,07	4,78	0,001
Factor B	0,58	2	0,29	0,55	3,07	4,78	0,58
Interaccion	1,24	4	0,31	0,59	2,44	3,47	0,67
Error	66,40	126	0,53				

#### C. ESTADISTICA

CV	19,92
Media	3,64
SxA	0,24
SxB	0,24
SxA*B	0,11

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto del nivel de cromo

6%	2,84	c
7%	3,53	b
8%	4,56	a
6%	2,84	c

Por efecto de las réplicas

R1	3,58	a
R2	3,73	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	2,60	c
T1R2	3,07	bc
T1R3	2,87	bc
T2R1	3,53	b
T2R2	3,53	b
T2R3	3,53	b
T3R1	4,60	a
T3R2	4,60	a
T3R3	4,47	a

Anexo 6. Llenura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

#### A. MEDICIONES EXPERIMENTALES

trat	ens	repeticion														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
T1	1	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4
T1	2	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5
T1	3	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4
T2	1	2	2	2	3	2	2	3	4	4	3	3	4	4	3	3
T2	2	3	4	4	3	3	4	5	4	3	4	3	3	3	3	4
T2	3	5	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	5
T3	1	4	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2
T3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2
T3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	1

#### B. Análisis de varianza

F.V	S.C	g.l.	C.M.	FISHER			Sign.
				cal	0,05	0,01	
Total	155,21	134	1,16				
Tratat	107,35	8	13,42	35,32	2,01	2,66	
Factor A	102,64	2	51,32	135,09	3,07	4,78	**
Factor B	1,08	2	0,54	1,42	3,07	4,78	ns
Interaccion	3,63	4	0,91	2,39	2,44	3,47	ns
Error	47,87	126	0,38				

#### C. ESTADISTICA

CV	17,93
Media	3,44
SxA	0,21
SxB	0,21
SxA*B	0,09

#### d. Separación de medias de los tratamientos

Por efecto del nivel de cromo

6%	4,53	a
7%	3,38	b
8%	2,40	c
6%	4,53	a

Por efecto de las réplicas

R1	3,31	a
R2	3,49	a

Por efecto de la interacción

Interaccion	Media	Grupo
T1R1	4,53	a
T1R2	4,53	a
T1R3	4,53	a
T2R1	2,93	bc
T2R2	3,53	b
T2R3	3,67	b
T3R1	2,47	c
T3R2	2,40	c
T3R3	2,33	c

Anexo 7. Kruskal – Wallis de Blandura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

Variable Respuesta: blandura

Variable Explicativa: trata

Número de Casos: 135

Grupos	N	Suma de Rangos	Rm	Rango Medio
6	45	1531.5000	34.0333	
7	45	3199.5000	71.1000	
8	45	4449.0000	98.8667	

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 62.2381

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 67.1255

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0003E-11

Anexo 8. Kruskal – Wallis de Finura de flor del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

Variable Respuesta: finura de flor

Variable Explicativa: trata

Número de Casos: 135

Grupos	N	Suma de Rangos	Rm	Rango Medio
6	45	1724.0000	38.3111	
7	45	2839.5000	63.1000	
8	45	4616.5000	102.5889	

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 61.8186

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 67.0806

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0003E-11

Anexo 9. Kruskal – Wallis de Llenura del cuero de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo.

Variable Respuesta: llenura

Variable Explicativa: trata

Número de Casos: 135

Grupos	N	Suma de Rangos Rm	Rango Medio
6	45	4807.5000	106.8333
7	45	2964.5000	65.8778
8	45	1408.0000	31.2889

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 84.1246

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 89.9403

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0000