



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“UTILIZACIÓN DE TRES TANINOS VEGETALES CON DIFERENTES NIVELES  
EN LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**LUPE MARLENE GUAMINGA CURICAMA**

**Riobamba – Ecuador**

**2011**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

---

Ing. M.C. Estuardo Hugo Gavilánez Ramos.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Luís Eduardo Hidalgo Almeida.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berronez.

**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 14 de febrero del 2011.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Dios quien me dio sabiduría y fortaleza a lo largo de mi carrera, a mis amigos quienes brindaron su amistad sincera, a mis Padres y mis hermanos quienes son mi pilar fundamental con su apoyo incondicional me ayudaron a cumplir mis metas trazadas.

*Guaminga L*

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de investigación, no se hubiera podido realizar sin la ayuda de un sin número de personas, expreso mi especial agradecimiento a la Facultad de Ciencias Pecuarias y a su Escuela de Ingeniería Zootécnica, a cada uno de sus profesores que impartieron su ciencia y sabiduría, todos los que me colaboraron durante mi vida estudiantil que a través de ellos he llegado a culminar con éxito mis estudios superiores.

Al Ing. M.C. Luis Hidalgo ya que en su papel de director de tesis por haber dado su apoyo y dirección incondicional para el feliz termino de la investigación, de la misma manera al Ing. M.C. Hermenegildo Díaz asesor de tesis por su guía, apoyo y asesoramiento durante todo el trabajo de investigación, de la misma manera a una persona muy especial quien me brindo su apoyo incondicional ya que sin su guía no hubiera terminado mi investigación.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstrac	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexo	ix
I. <b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
II. <b><u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
A. EL CUY	3
B. <b><u>CLASIFICACIÓN DE CUYES</u></b>	3
1. <b><u>Clasificación según la conformación</u></b>	3
2. <b><u>Clasificación según el pelaje</u></b>	4
C. PRODUCCIÓN DE PIELES Y CUEROS	5
D. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE CUEROS	6
1. <b><u>Ribera</u></b>	6
a. Remojo	7
b. Descarnado	8
c. Desencalado y purga enzimática	8
d. Piquelado	10
e. Precurtición	11
E. CURTICIÓN VEGETAL	13
1. <b><u>Factores que influyen en la curtición vegetal</u></b>	17
2. <b><u>Práctica de curtición vegetal</u></b>	19
3. <b><u>Curtientes vegetales</u></b>	20
4. <b><u>Taninos vegetales</u></b>	21

a.	Taninos piroquálidos o hidrolizables	22
b.	Taninos gálicos	23
c.	Taninos elágicos	23
d.	Taninos catequínicos o condensados	24
5.	<u>Propiedades de los taninos catequínicos o condensados</u>	25
a.	Estabilidad elevada a la hidrólisis y a los microorganismos	25
b.	Concentración baja de ácidos	26
c.	Deposición de flóbafeos (insolubles)	26
d.	Los taninos condensados no contienen sales tamponantes	27
6.	<u>Extractos curtientes vegetales</u>	27
7.	<u>Obtención del extracto curtiente</u>	29
F.	QUEBRACHO	30
1.	<u>Extracto de quebracho</u>	32
2.	<u>Extractos de quebracho en la curtición de pieles pequeñas</u>	32
G.	CORTEZA DE MIMOSA	33
H.	GUARANGO	35
1.	Curtidos y peletería	35
2.	En la Industria	37
I.	CONTAMINACIÓN Y POLÍTICAS AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LA CURTICIÓN VEGETAL	37
J.	MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL CUERO	40
K.	MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICO DEL CUERO	41
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	43
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	43

C.	<b>MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES</b>	44
1.	<b><u>Materiales</u></b>	44
2.	<b><u>Productos químicos</u></b>	44
3.	<b><u>Instalaciones</u></b>	45
D.	<b>TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	45
E.	<b>MEDICIONES EXPERIMENTALES</b>	47
1.	<b>Físicas</b>	47
2.	<b><u>Sensoriales</u></b>	47
3.	<b><u>Económicas</u></b>	47
F.	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS</b>	47
G.	<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b>	47
1.	<b><u>Remojo</u></b>	48
2.	<b><u>Pelambre y calero</u></b>	48
3.	<b><u>Desencalado</u></b>	49
4.	<b><u>Rendido o purgado</u></b>	50
5.	<b>Desengrase</b>	50
6.	<b><u>Piquelado</u></b>	51
7.	<b><u>Curtido Vegetal</u></b>	52
8.	<b><u>Engrase</u></b>	52
H.	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	53
1.	<b><u>Análisis sensorial</u></b>	53
2.	<b><u>Resistencias físicas</u></b>	54
a.	<b>Medición del porcentaje de elongación</b>	54
b.	<b>Distensión</b>	55
c.	<b>Medición de la resistencia al alargamiento</b>	56
IV.	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	57
A.	<b>EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELS DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y</b>	57

	<b>GUARANGO)</b>	
1.	<b><u>Porcentaje de elongación</u></b>	57
2.	<b><u>Lastometría</u></b>	63
3.	<b><u>Resistencia a la abrasión</u></b>	68
B.	<b>EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELS DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO)</b>	72
1.	<b><u>Redondez</u></b>	72
2.	<b><u>Llenura</u></b>	77
3.	<b><u>Finura de flor</u></b>	82
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	88
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	89
VII.	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	90
	<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

En el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH se evaluó la utilización de tres taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), con diferentes niveles en la curtiembre de pieles de cuy, con 3 tratamientos en dos replicas y con 8 repeticiones, y un tamaño de la unidad experimental de 2, dando un total de 96 pieles de cuy, modelados bajo un Diseño completamente al Azar en arreglo combinatorio. Al analizar las resistencias físicas de lastometría, (8,98 mm), resistencia a la abrasión (92,50 N/cm<sup>2</sup>), se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con guarango (T3). En el análisis sensorial según Kruskal Wallis se registró la mayores puntuaciones de redondez (4.75 puntos), llenura (4.19 puntos), y finura de flor en las pieles curtidas con guarango (T3). En el análisis del beneficio costo (1.20), se pudo determinar la mayor rentabilidad al curtir las pieles del tratamiento T3 (guarango), ya por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 20% que es bastante atractiva, por lo que se recomienda aplicar curtiembre vegetal con guarango (T3), ya que es un producto que además de tener un bajo costo comercial y producir pieles de buena calidad, tiene la ventaja de no contaminar el ambiente.

## ABSTRACT

At Laboratorio de Curtición de Pieles of the Livestock Sciences Faculty at ESPOCH was evaluated the usage of three vegetables tannin (quebracho, mimosa and guarango), with different levels in the crust of guinea pig skin, with three treatments in two copies and 8 repetitions, and a size of the experimental unit of 2, given a total of 96 skins of guinea pig, model under a Desing randomly in combinatorial alteration. On analyzing the physical resistance of Lastometria (resistance), (8, 98 mm), resistance to the abrasion ( $92,50\text{N/cm}^2$ ), were registered the best results in the crust skins with guarango (T3). In the sensory analysis according to Kruskall Wallis was registered the most punctuation of roundness (4, 75 points), and fineness of the crust skins quality with guarango (T3). In the cost – profit analysis (1.20), it is enabled to determine the most profitability on tanning the skins of the treatment T3 (guarango), since for every invested dollar is expected to obtain a profit of the 20%, which is quite attractive, so that it is recommended to apply vegetable tanning with guarango (T3), as it is a product wich has a low commercial cost and produce skins of good quality, also has the adventage that it does not pollute the environment.

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPOSICIÓN DE LOS TANINOS HIDROLIZABLES.	23
2.	PORCENTAJE DE PÉRDIDA DEL TANINO.	25
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	43
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	46
5.	ESQUEMA DE ADEVA.	
6.	REMOJO DE LAS PIELES DE CUY.	46
7.	PELAMBRE Y CALERO.	48
8.	DESENCALADO.	50
9.	RENDIDO Y PURGADO.	50
10.	DESENGRASE.	51
11.	PIQUELADO.	51
12.	CURTIDO VEGETAL.	52
13.	ENGRASE.	
14.	REFERENCIA DE CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS.	53
15.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	58
16.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO).	66
17.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO).	73
18.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES	80

TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GURANGO). POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

- 19.** EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CURTICIÓN DE PIELES 87  
DE CUY CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES.

**LISTA DE GRÀFICOS**

<b>Nº</b>		<b>Pág.</b>
1.	<b>Clasificación de la producción mundial de cuero.</b>	5
2.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).</b>	60
3.	<b>Comportamiento del porcentaje de elongación las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.</b>	62
4.	<b>Comportamiento de la lastimetría las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).</b>	65
5.	<b>Comportamiento de la lastimetría de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.</b>	68
6.	<b>Comportamiento de la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).</b>	70
7.	<b>Comportamiento de la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.</b>	72
8.	<b>Comportamiento de la redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).</b>	75
9.	<b>Comportamiento de la redondez de las pieles</b>	77

de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 10. | Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).                                   | 79 |
| 11. | Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.        | 82 |
| 12. | Comportamiento de la finura de flor las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).                               | 84 |
| 13. | Comportamiento de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos. | 85 |

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. **Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
2. **Lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
3. **Resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
4. **Redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
5. **Llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
6. **Finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
7. **Kruskall Wallis de la redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
8. **Kruskall Wallis de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**
9. **Kruskall Wallis de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

## **I. INTRODUCCIÓN**

El curtido vegetal es tan antiguo como la historia del hombre y aun se remonta a la prehistoria. Surgió, como tantos otros avances, por la observación que puso en evidencia que si una piel cruda entraba en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas, aquella se manchaba y esas partes aparentemente dañadas, resultaban favorecidos al quedar indemnes a la putrefacción. Con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. El sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Los cueros fabricados mediante la curtición vegetal total se destinan a la industria de suelas, correas, talabartería, tapicería, equipajes, etc. por las características que les confiere este tipo de procesos. Por otro lado, también se producen por este sistema los cueros para artesanías y algunos tipos de fantasía, además de la recurtición del cuero curtido al cromo para capelladas y prendas de vestir, que también requiere la utilización de extractos curtientes vegetales.

El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos o se pueden colorear y tratar químicamente. Casi todas las plantas contienen curtientes, sin embargo, se aprovechan pocos tipos de plantas, aquella que permiten alto rendimiento y buena calidad de extracto. La crianza del cuy es una práctica arraigada en las familias de las comunidades rurales de la serranía del Ecuador.

Esto se manifiesta especialmente en las grandes cantidades de carne que se consumen, el cuy es un animal que no exige cuidados complicados y siendo su carne una de las más ricas y nutritivas por su alto contenido de proteína, se puede afirmar que es una buena alternativa para elevar los estándares de vida en las comunidades. A pesar de que la carne de esta especie es rica y nutritiva por su alto contenido de proteína no es bien pagada debido a que existe mucha competencia en el mercado. Con esta investigación se pretende dar alternativas

para obtener mayor ingreso económico con la curtición de pieles de cuy, aprovechando todos los productos que brinda este animal como es la carne, abono y especialmente la piel, que es verdaderamente ecológica debido que se aprovecha la carne para la alimentación humana, muy cotizada por su alto contenido de proteína y su bajo contenido de grasa.

Actualmente, hay que anotar que no es muy utilizada la piel del cuy para la elaboración de artículos como bolsas, carteras, prendas de vestir entre otros; por lo que existe otra razón más para impulsar este tipo de producción y abarcar mercado regional, nacional e internacional. Ya que el método estándar para la curtiembre industrial de cueros, basado en compuestos de cromo, ha despertado las alarmas por la acumulación de estos compuestos en el ambiente y su potencial cancerígeno. Por esto, las políticas de la Comisión Europea, por ejemplo, se dirigen hacia promover nuevos métodos de curtiembre libres de cromo. Entre estos métodos se destaca la utilización de taninos vegetales, como los contenidos en el guarango, mimosa y quebracho; estos productos son extraordinarios como materia prima para la obtención del ácido tánico muy usado en las industrias peleteras de alta calidad.

- Determinar el mejor curtiente vegetal utilizando quebracho (20%), mimosa (20%), y guarango (20%), como curtientes naturales.
- Realizar el análisis de las características físicas de elongación, lastometría y resistencia la tensión de cueros curtidos con quebracho, mimosa y guarango.
- Evaluar las características organolépticas de llenura, redondez y finura de flor de los cueros.
- Analizar la utilidad mediante el indicador económico beneficio/costo, de la curtición de pieles de cuy con diferentes taninos vegetales.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. EL CUY**

<http://www.bizhat.com/crianzacuyes>.(2010), indica 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. También es conocido con los nombres de cobayo, curi, conejillo de indias y en países de habla inglesa como Guínea pig. Teniendo en cuenta que el cuy es una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos y de fácil manejo, su crianza técnica puede representar una importante fuente de alimento para familias de escasos recursos, así como también una excelente alternativa de negocio con altos ingresos.

### **B. CLASIFICACIÓN DE CUYES**

Aliaga, R. y López, V. (1986), indica que para el estudio de los tipos y variedades se les ha agrupado a los cuyes de acuerdo a su conformación, forma y longitud del pelo y tonalidades de pelaje.

#### **1. Clasificación según la conformación**

Altamirano, A. (1986), manifiesta que la clasificación de los cuyes según la conformación es la siguiente:

- Tipo A: corresponde a cuyes «mejorados» que tienen una conformación enmarcada dentro de un paralelepípedo, clásico en las razas productoras de carne. La tendencia es producir animales que tengan una buena longitud, profundidad y ancho. Esto expresa el mayor grado de desarrollo muscular, fijado en una buena base ósea. Son de temperamento tranquilo, responden eficientemente a un buen manejo y tienen buena conversión alimenticia.

- Tipo B: corresponde a los cuyes de forma angulosa, cuyo cuerpo tiene poca profundidad y desarrollo muscular escaso. La cabeza es triangular y alargada. Tienen mayor variabilidad en el tamaño de la oreja. Es muy nervioso, lo que hace dificultoso su manejo.

## **2. Clasificación según el pelaje**

Chavez, F. (2000), manifiesta que la clasificación de los cuyes de acuerdo al pelaje es la siguiente:

- Tipo 1: es de pelo corto, lacio y pegado al cuerpo, es el más difundido y caracteriza al cuy peruano productor de carne. Puede o no tener remolino en la frente. Se encuentran de colores simples claros, oscuros o combinados. Es el que tiene el mejor comportamiento como productor de carne.
- Tipo 2. es de pelo corto, lacio pero forma rosetas o remolinos a lo largo del cuerpo, es menos precoz. Está presente en poblaciones de cuyes criollos, existen de diversos colores. No es una población dominante, por lo general en cruzamiento con otros tipos se pierde fácilmente. Tiene buen comportamiento como productor de carne.
- Tipo 3: es de pelo largo y lacio, presenta dos subtipos que corresponden al tipo 1 y 2 con pelo largo, así tenemos los cuyes del subtipo 3-1 presentan el pelo largo, lacio y pegado al cuerpo, pudiendo presentar un remolino en la frente. El subtipo 3-2 comprende a aquellos animales que presentan el pelo largo, lacio y en rosetas. Está poco difundido pero bastante solicitado por la belleza que muestra. No es buen productor de carne, si bien utilizado como mascota.
- Tipo 4: es de pelo ensortijado, característica que presenta sobre todo al nacimiento, ya que se va perdiendo a medida que el animal se desarrolla, tornándose en erizado. Este cambio es más prematuro cuando la humedad relativa es alta. Su forma de cabeza y cuerpo es redondeado, de tamaño medio. Tiene una buena implantación muscular y con grasa de infiltración, el sabor de su carne destaca a este tipo. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne.

### C. PRODUCCIÓN DE PIELES Y CUEROS

<http://www.gemini.com>.(2010), señala que a nivel mundial se producen pieles y cueros de animales domésticos: vacas terneros, ovejas y corderos, cabras y cabritos; hay también un interés cada vez mayor por las pieles exóticas de animales de caza, reptiles, peces, etc. El presente estudio hará referencia únicamente al grupo de las pieles de animales domésticos, que es el grupo al que se remiten los estudios de la FAO, como se expone en el grafico 1.



Gráfico1. Clasificación de la producción mundial de cuero.

<http://www.cueronet.com>.(2010), indica que este grupo de productos se caracteriza por su extrema heterogeneidad, todavía mayor debido a la existencia de numerosas fases intermedias de elaboración. Hay grandes diferencias entre los tipos de cueros y pieles debido a las diferentes razas, sexo, edad y tamaño de los animales, y a los distintos climas y a las diversas condiciones de los pastos y del terreno. La calidad de los cueros y pieles puede verse influenciada por los métodos utilizados en la actividades ganaderas, el sacrificio y el curado. No hay una tecnología estándar universal para la preparación de cueros y pieles y su posterior transformación en cuero curtido, y pueden utilizarse numerosos

procesos. A la larga, los cueros y pieles se transforman en una gran variedad de productos finales. El principal de ellos es el calzado, pero la proporción absorbida por el vestido y otros artículos de moda es cada vez mayor. Si bien los sustitutos sintéticos se están abriendo paso en algunos usos finales, el cuero curtido no tiene todavía rival como material de moda y de alta calidad en sus principales usos finales.

#### **D. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE CUEROS**

Abraham, A. (1981), reporta que la transformación de la piel cruda en cuero terminado envuelve numerosos pasos que de manera breve son los siguientes:

##### **1. Ribera**

El mismo Abraham, A. (1981), manifiesta que los procesos de ribera son un conjunto de operaciones mecánicas, procesos químicos, físico-químicos y enzimáticos que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados para la obtención de cuero, y preparan la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición. Muchos autores consideran la ribera hasta la operación de piquel, pero como ésta muchas veces se realiza junto con la curtición, la consideraremos dentro de los procesos de curtición. Después de matar y despellejar al animal, y antes de iniciarse el proceso de curtido, las pieles en bruto se curan salándolas o secándolas. Dentro de los métodos de curado más frecuentes se encuentra el uso de sal ya sea por salazón húmeda o por el curado con salmuera. En este proceso se resumen las operaciones anteriores al curtido propiamente dicho realizándose las siguientes operaciones.

##### **a. Remojo**

Azdet, J. (1985), reporta que el remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos), y productos usados en la conservación sal,

disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. El consumo de agua es aproximadamente de 7 m<sup>3</sup> /t, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión.

Frankel, A. (1989), manifiesta que antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes. También con el remojo se persigue:

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

#### **b. Descarnado**

Azdet, J. (1985), señala que la piel está constituida por epidermis, dermis y endodermis, la primera es eliminada en la depilación y apelmbrado y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos), o tejido adiposo (grasa). Con la operación de descarnado se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. La piel circula en sentido contrario al cilindro de cuchillas, el cual está ajustado de forma tal que presiona la piel para cortar sólo el tejido conjuntivo subcutáneo. Luego del descarnado se procede a recortar

el cuero en grupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado.

### **c. Desencalado y purga enzimática**

<http://www.cueronet.com>.(2010), reporta que la cal se encuentra en la piel en estado de tripa, en tres formas: combinada con la piel, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositados bajo la forma de lodo sobre las fibras o como jabones cálcicos formados por saponificación de las grasas del apelmbrado. Una parte de la cal es eliminada por medio de un lavado y luego para que continúe el proceso se lo hace químicamente mediante el empleo de ácido (clorhídrico o láctico), o mediante sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio), de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado deben proporcionar sales cálcicas solubles, fácilmente eliminables con agua y que no tengan efectos de hinchamiento o hidrotópico (aflojamiento de la estructura fibrosa) sobre el colágeno. El objeto de este proceso es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en sus partes exteriores.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar en algunos casos la cal combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar en 8 el pH de la piel para la realización del proceso de purga.

En <http://www.definicion.org>.(2007), se señala que como el desencalado no basta para obtener la pastosidad o toque que debe tener el cuero y como preparación para la curtición, las pieles desencaladas, deben experimentar otro proceso que es un ataque enzimático que se llama purga. Mediante la acción de las enzimas proteolíticas, las pieles sufren estas modificaciones:

- Torna la piel flácida, perdiendo su resistencia, pudiéndose observar que al presionar con el pulgar persiste por más tiempo la marca de éste.
- Abre la estructura fibrosa, notándose por la facilidad con que pasa el aire por los poros de la piel.
- La flor se modifica para un toque de sedoso, grano bajo y folículo menos prominente. En este proceso la piel queda más blanda y mórbida, con una calidad superior.

Adzet, J. (1985), menciona que si pasamos de un nivel macroscópico a un nivel microscópico y aún molecular, sucede lo siguiente:

- Algunas cadenas de aminoácidos del colágeno son cortadas en uno o más lugares (peptización). Degradación de las fibras de elastina por la acción de enzimas elastolíticas.
- Eliminación del repelo, que está compuesto por restos epidérmicos, raíces de pelos, pelo fino, pigmentos, grasas, restos de glándulas sebáceas y sudoríferas.
- Saponificación de jabones cálcicos y grasas no descompuestas durante el encalado, es decir, que se libera el ácido graso de su combinación y se forman jabones de amonio, sodio, que son fácilmente eliminables con agua. Ello se debe a que las purgas comerciales contienen lipasas que son enzimas que saponifican las grasas.

En <http://www.definicion.org>.(2010), se reporta que el propósito de las operaciones de desencalado, purgado y piquelado es preparar física y químicamente los cueros depilados para proceder a su curtido. El cuero encalado tiene un pH de 12 aproximadamente y las fibras se encuentran hinchadas y distendidas y se encuentran productos indeseados provenientes de la degradación del mismo y de las sustancias químicas utilizadas, por lo que aquellas operaciones constituyen tramos intermedios en el proceso de curtido.

#### d. Piquelado

<http://www.indunor.com>.(2010), reporta que el piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal, para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado, es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos:

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

Hernández, J. (1984), señala que la razón por la cual se piqueta es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del producto final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición, que la reacción cromo-colágena sea lenta, para que la piel precurtida, o sea con su estructura fijada, no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación o sea el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio), o soda solvay. Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida, por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido.

El grado de piquelado y el pH de los cueros, varía según los lotes de cuero, el proceso de conservación y la antigüedad del piquelado. Por otra parte, de acuerdo a su origen, los cueros piquelados tendrán más o menos grasa. Se desgrasa, generalmente, en el estado piquelado, a los cueros muy grasosos. Los otros pueden ser desgrasados después de la curtición. En ambos casos, desgrasados o no, los cueros piquelados deben volver a un estado de hidratación

adecuado como para poder entrar en el proceso de curtición. Además, los cueros piquelados deben volver, a un valor pH menos ácido, considerándose el valor pH 4 como perfectamente adaptado para la curtición con extracto vegetal.

#### **e. Precurtición**

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

- Resistencia hidrotérmica, es decir que según el curtido, debe tener en agua en ebullición, una temperatura mayor que el colágeno crudo. El colágeno curtido en condiciones húmedas, debe resistir el ataque de las enzimas.
- Debe tener una estabilidad química tal, que los cueros no sufran deterioro bajo condiciones de uso o almacenamiento. Debe retener las propiedades físicas de la estructura fibrosa de la piel natural.

Hernández, J. (1984), reporta que se llega así al concepto de curtición por la comprobación de las propiedades del producto resultante, tomándolos como criterios de curtición. Es decir que la curtición consiste en la estabilización de la proteína de la piel por tratamiento de un agente curtiente, luego de todas las condiciones de penetración y acceso a los lugares de reacción de la piel, derivadas de su tamaño molecular y capacidad difusora en medio acuoso y por reacción química, irreversible, con el colágeno produce reticulación, o sea uniones transversales entre cadenas peptídicas vecinas y da lugar a un aumento de la temperatura de encogimiento del colágeno, una mayor estabilidad de la digestión proteolítica en húmedo y un secado de la misma sin que presente un carácter córneo.

Altamirano, A. (1986), reporta que escapa a la finalidad de esta reseña tratar los fenómenos físicos-químicos que se producen durante la curtición, o que son de naturaleza compleja. El curtido expuesto a continuación se efectúa en un fulón. Primero tiene lugar la rehidratación al mismo tiempo que se procede a un despiquelado liviano; se precurte con tanino sintético, operación seguida por la curtición vegetal con el Extracto. Los productos son agregados directamente sin disolución previa. Los porcentajes indicados se refieren al peso de los cueros piquelados. A un baño de 200% de agua, se agrega 4% de sal y 2% de hiposulfito de sodio. Luego se introducen los cueros y se pone en movimiento por espacio de una hora. Se controla el pH en la superficie de los cueros, el que debe ser aproximadamente 4.

<http://www.indunor.com>.(2010), indica que de acuerdo al grado de piquelado, pueden necesitarse cantidades mayores de Hiposulfito de Sodio. Seguidamente se agrega al mismo baño 3 a 6% de curtiente sintético en polvo, pH 3,8-4,5, estable en medio salino. Después de 45 minutos de rotación, se agrega la ¼ parte del Extracto del total previsto para la curtición y se hace rodar 1½ hora, y se colocan los cueros sobre caballetes por una noche. Una vez rebajados, los cueros vuelven a fulón con 200% de agua y se prosigue la curtición agregando el resto del Extracto en 3 veces, a intervalos de 1 hora. La curtición está terminada al cabo de 2 a 3 horas de rotación después de la última adición de extracto. El baño está prácticamente agotado, pero puede ser utilizado como primer baño de "color" después de ser reforzado. Se utiliza de 25 a 40% de Extracto para la curtición de cueros piquelados.

## **E. CURTICIÓN VEGETAL**

Jones, C. (1984), reporta que este proceso es tan antiguo como la historia del hombre, surgió por la observación que puso en evidencia que si una piel cruda entraba en contacto con corteza, madera u hojas de ciertas plantas, la misma se manchaba y esas partes, aparentemente dañadas, resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y

elasticidad que son consecuencia de los materiales curtientes y de los métodos de trabajo que se emplean. En nuestro caso se emplea una mezcla de taninos vegetales. Nuestro curtido para talabartería es ciento por ciento vegetal y destinado a monturas de equitación, accesorios, muebles, portafolios, carteras, cajas, pisos, etc. Luego del curtido y escurrido el cuero se lleva al espesor deseado. Esta etapa de rebajado consiste en proporcionar al cuero el espesor que debe tener originalmente, para el curtido se usaban vegetales como cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño. Esta operación puede efectuarse en el mismo fulón después de la eliminación del baño de precurtido.

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

Vanvlimer, P. (1976), reporta que para la curtición vegetal se curte usando un tanino y otros ingredientes de origen vegetal. El resultado es un cuero suave y de color marrón; el tono varía dependiendo de la mezcla de ingredientes empleada en el curtido y del color original de la piel. El tanino se oxida con el aire y la luz, por lo que un cuero curtido con materias vegetales irá oscureciéndose con el tiempo de forma similar a una pieza de madera, solo que más rápidamente. Este tipo de cuero no es estable en el agua, tiende a decolorarse, y si se empapa y se deja luego secar se endurece y se vuelve más áspero y duro. Sometido a alta temperatura, las fibras de colágeno se contraen, se endurece drásticamente y se vuelve rígido y quebradizo. Actualmente ese tipo de curtiduría se destina principalmente a cuero para artesanía y como precurtido en la curtición por cromo. El proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende dos etapas:

- Intentar penetrar la solución curtiente hacia el interior de la piel.

- Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Adzet, J. (1985), señala que a la curtición vegetal se puede definir como un proceso que elimina los grupos polares, el agua y protege las uniones polipeptídicas. En esta curtición los taninos se fijan al colágeno por puentes hidrógeno. Estos también se dan entre moléculas de taninos, formando agregación o deposición en los espacios interfibrilares. Son enlaces débiles, no fuertes como los covalentes de una curtición al cromo. Esto explica porque el cuero puro vegetal posee una discreta estabilidad de curtido y con facilidad de migración de taninos por lavado o en el secado. Además la temperatura de contracción oscila entre 70-80°C. Pero es el cuero que contiene mayor cantidad de curtiente en relación al colágeno que cualquier otro. Esto y otras propiedades características hacen que los cueros obtenidos sean apreciables e inigualables para ciertos artículos. La curtición vegetal comprende dos etapas fundamentales. Estos fenómenos influyen en la velocidad de curtición y las propiedades del cuero curtido. Están estrictamente relacionadas y proceden simultáneamente, pudiendo efectuarse entre si en mayor o menor grado ellos la penetración o difusión de la solución curtiente hacia el interior de la piel y la fijación que es el curtido propiamente dicho del tanino sobre el colágeno.

Vanvlmern, P. (1976), indica que la conservación de la fibra de la piel por la curtición vegetal, probablemente se debe a la formación de enlaces transversales de la proteína a través de los grupos amido mediante los grandes agregados de taninos vegetales. No obstante este no es el único efecto ya que el método de curtición vegetal se basa en sus características de plenitud, tacto y elasticidad que son características de este tipo de material curtiente utilizado y del método de producción empleado. La curtición vegetal tiene en común con otros métodos de curtición dos etapas: la penetración y la fijación.

Jones, C. (1984), señala que la penetración se favorece ajustando el pH del sistema de curtición a un valor lo más cerca posible del punto isoeléctrico de la piel; a este valor el material curtiente vegetal penetrará sin fijarse. Luego se modifica el pH del sistema para favorecer la fijación bajando el pH. Ello tiene

como consecuencia el aumento de ionización de los grupos amido de la proteína, proporcionando más grupos reactivos cargados positivamente para que puedan reaccionar con el material curtiente vegetal cargado negativamente. La cantidad de material curtiente vegetal utilizado es mucho mayor que el necesario para realizar la curtición bajo el punto de vista químico. Los agregados de curtientes vegetales son muy grandes y a pesar de la posibilidad de uniones múltiples no puede alcanzar los lugares disponibles de la proteína. Su tamaño físico también evita la unión de una segunda molécula a uno de los lugares disponibles. La curtición vegetal se hace efectiva por:

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

<http://www.barrameda.com>. (2010), manifiesta que a los curtientes vegetales ha pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están muy repartidos en la naturaleza (más de 400 variedades). Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales. La mayor riqueza en cuanto a sustancias curtientes se encuentra en la corteza que cubre las ramas; raramente se puede hallar en las hojas siendo una excepción por ejemplo el zumaque. También la madera es rica en sustancias curtientes sólo en un corto número de árboles; en cambio, hay una serie de frutos que contienen gran cantidad de dichas sustancias. En general el tanino se encuentra localizado en una sola parte, pero en algunos casos se encuentra simultáneamente en varias partes de la planta.

Hidalgo, L. (2004), reporta que este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial, son importantes, naturalmente, sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la Naturaleza que

pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar donde se desarrollan las materias curtientes, pues los transportes las encarecen. Además, por supuesto de que el tanino obtenido permita lograr un cuero de buena calidad. El contenido tánico, dentro de una misma especie depende de varios factores:

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

<http://www.cueronet.com>. (2010), indica que la curtición vegetal consiste en tratar la piel con un producto tánico que estabiliza su estructura. Los taninos se obtienen por extracción acuosa de distintas cortezas de árboles (quebracho, mimosa o castaño). El curtidor los utiliza en forma de extracto en polvo o líquido. Para curtir es necesario hacer penetrar la solución curtiente en el interior de la piel, por lo que se pone ésta en remojo para que se hinche y sea más fácil la absorción. Es una operación lenta que puede durar semanas o incluso meses cuando se realiza en depósitos o tinajas, acelerándose el proceso cuando se realiza en bombas mecánicas. La fijación del tanino en la piel dependerá del ácido utilizado, siendo superior cuando se utilizan ácidos orgánicos (fórmico o acético). Una vez el cuero ya curtido, es importante dejarlo reposar durante dos o tres días para dar tiempo a que los taninos se fijen. Posteriormente los cueros se lavan, escurren y recorren con sulfato de manganeso o cloruro básico, se dejan secar colgados a la sombra. Cuando aún están húmedos, se engrasan y se dejan estirados bien planos hasta que se sequen a fondo.

## 1. Factores que influyen en la curtición vegetal

<http://www.cuersonet.net>.(2010), manifiesta que los factores que influyen en la curtición vegetal son los siguientes:

- Fijación y penetración: (curtido propiamente dicho), del tanino sobre el colágeno. La velocidad de penetración varía de acuerdo a la estructura y propiedad de la piel, características de los extractos tánicos (astringencia, tamaño de partículas), pH, concentración salina y tánica, temperatura y efecto mecánico. La fijación varía según los tratamientos previos de la piel que modifica la estructura y propiedades del colágeno, pH, concentración de ácidos, sales y taninos, temperatura, tiempo y efecto mecánico. Fundamentaremos algunos factores que influyen a la curtición vegetal. La penetración: Es la difusión de la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- pH: la fijación de los taninos ocurre en un amplio intervalo de pH y aumenta a medida que disminuye el pH debido a que las cargas positivas del colágeno aumentan dando mayor posibilidad de fijación a los taninos que poseen carga negativa. En el intervalo de pH 4,5-2,0 se obtiene la mayor fijación de taninos. A pesar de que los taninos también se fijan en el intervalo de pH 5,5 a 8,0 no es de interés práctico debido a la rápida oxidación de los mismos.
- Temperatura: como en todas las reacciones químicas la temperatura influye directamente sobre la marcha de la curtición. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de reacción y fijación de los taninos. Por otra parte la densidad y viscosidad de los licores curtientes disminuye aumentando así la penetración.
- Acción mecánica: la acción mecánica sea en los licores de curtido (bombeo, uso de balancines), que en los mismos cueros (tamboreo), aumenta la velocidad de penetración de los curtientes. Con el movimiento de los licores se

uniformiza la concentración de los baños mientras que el tamboreo crea una acción de bombeo en las fibras.

- Concentración de los extractos curtientes: durante la primera etapa del curtido los taninos penetran en el cuero por osmosis. Mientras más alta la densidad de los licores más rápido será el fenómeno de difusión por osmosis. Una densidad excesiva (por encima de la solubilidad del extracto), puede dar el efecto contrario ya que ocurre una deshidratación del cuero y sobre curtición de la flor con consecuente "curtición muerta".
- Concentración salina: las sales compiten con los taninos y reducen el hinchamiento del cuero por lo tanto relajan las fibras y aceleran la penetración de los curtientes. Una cierta cantidad de sales es bueno en la primera fase' del curtido cuando es importante reducir la astringencia o agresividad de los curtientes. En la fase final la cantidad de sales debe ser mínima para garantizar una buena fijación de los taninos. Una excesiva concentración salina produce debilitamiento de las fibras, baja fijación y un cuero poco resistente al agua.
- Efectos de la precurtición: un tratamiento con precurtientes auxiliares previo al curtido facilita la penetración de los curtientes. Sobre todo los syntanes naftalínicos (con carga altamente aniónica), bajan el punto isoeléctrico del cuero por la introducción de cargas aniónicas del sintético.
- El factor tiempo: Las reacciones entre los taninos vegetales y el colágeno son lentas y por lo tanto la fijación ocurre durante un tiempo relativamente largo Mientras más tiempo estén en contacto taninos vegetales con las pieles, mayor será la fijación. El tiempo que se necesita para obtener una buena curtición dependerá de todos los factores mencionados anteriormente. El curtido puede durar desde menos de un día hasta varios meses según las condiciones de trabajo. El tiempo de rotación y número de revoluciones del tambor deben ser ajustados para que se obtenga un aumento progresivo de la

temperatura debido a la acción mecánica. Si se dispone de calefacción con serpentines se pueden limitar los movimientos. Al finalizar el curtido los cueros deben estar llenos y completamente atravesados por los curtientes. Descargar los cueros y apilarlos (bien cubiertos), por 48 horas.

## **2. Práctica de curtición vegetal**

Hill, R. (1989), indica que en la actualidad el proceso de curtición se utiliza en la práctica industrial para la fabricación de diversos artículos tales como: Cuero para suela de zapato, cuero para empeine de zapato, cuero o serrajes para plantillas, cueros pesados para correas de transmisión, pieles lanares, cabrias o de cerdo para forro, cuero vaquetilla para marroquinería, pieles para tapicería. Los diversos procedimientos de curtición vegetal han experimentado profundos cambios en el transcurso del tiempo, habiéndose pasado de los procesos lentos en tinas que se utilizan cortezas o extractos a las curticiones modernas del tipo tina - bombo o las curticiones solo en bombo.

- Curticiones con cortezas: el sistema de curtición con cortezas tánicas, es el sistema de curtición más antiguo y en la actualidad no se utiliza debido a su larga duración, lo cual implicaría tener un capital inmovilizado largo tiempo.
- Curticiones en tinas: cuando se empezaron a fabricar los extractos curtientes, se utilizaron trenes de tinas de curtición formados por 5 o 6 tinas e incluso tantas, como 30 o 40 y baños más concentrados, lo cual disminuyó muy considerablemente el tiempo total de curtición.
- Curtición mixta tina bombo: este sistema de curtición consiste en utilizar tinas para lograr la penetración del extracto dentro de la piel y luego se termina la curtición en bombo con licores curtientes más concentrados. De esta forma se reduce muy considerablemente el tiempo total de curtición. En este sistema se acostumbra a trabajar con cuprones y después de los trabajos normales de ribera, se realiza el tratamiento en tina y después en bombo.

- Curtición en bombo: la curtición vegetal de los cueros para suela única y exclusivamente en borneo no permite reducir la duración de la curtición a 1-3 días, debido a la fuerte acción mecánica que tiene el bombo. Este tipo de curtición puede realizarse en baño seco.
- Curtición en bombo con baño: este sistema se utiliza a escala industrial en la zona de igualadas y consiste en realizar una ribera normal y después desencajar las pieles a un pH 6.5 que debe controlarse con indicadores. La piel adquiere un color uniforme y pálido quedando la flor lisa.
- Curtición en bombo en seco: la curtición de pieles con extractos vegetales en seco presenta ciertas dificultades que cuando se trabaja con baño.

Hidalgo, L. (2004), menciona que durante la curtición en seco el bombo sale de la piel 20 a 25 % de agua calculada sobre el peso tripa. Una precurtición a fondo reduce algo el volumen de baño residual. La precurtición favorece la fijación de la flor y hace que esta resista mejor a la acción mecánica del bombo y concretamente que no se obtenga una flor graneada y floja. En los sistemas de curtición en seco la temperatura se eleva por acción mecánica y debe vigilarse cuidadosamente.

### **3. Curtientes vegetales**

<http://info@cueronet.com>. (2010), indica que las materias curtientes vegetales son aquellas sustancias que tienen la propiedad que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, las transforman en cueros. Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros una finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante y la facilidad que tengan durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo. Con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al

romo. Los cueros fabricados mediante la curtición vegetal total se destinan a la industria de suelas, correas, talabartería, tapicería, equipajes, etc. por las características que les confiere este tipo de procesos. Por otro lado, también se producen por este sistema los cueros para artesanías y algunos tipos de fantasía, además de la recurtición del cuero curtido al cromo para capelladas y prendas de vestir, que también requiere la utilización de extractos curtientes vegetales. Los extractos curtientes más importantes en la industria curtidora son:

- De madera: extractos de quebracho, de castaño, de encina y de tireza.
- De corteza: extractos de corteza de pino, de mimosa y de mangle.
- De hojas y tallos: extractos de zumaque, de gambir, y de catecú.
- De frutos: extracto de mirobalano y de valonea.

#### **4. Taninos vegetales**

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que los taninos vegetales son productos naturales que se hallan en varias partes de las plantas y árboles como son hojas, frutos, secreciones (agallas), cortezas, maderas y raíces. Las partes de las plantas se trituran y lixivian con agua para extraer los taninos. Los fenoles son los constituyentes químicos característicos de los taninos vegetales. Los fenoles contienen grupos hidrófilo débilmente acidificados, unidos directamente al anillo bencénico. Los anillos bencénicos de los taninos vegetales tienen dos o tres grupos hidróxilo. La catequina, el pirogalol y el ácido gálico son ejemplos relativamente sencillos de moléculas fenólicas presentes en los extractos vegetales. La naturaleza química de las grandes moléculas fenólicas presentes en los taninos vegetales es no obstante mucho más compleja.

White, J. (1987), define a los taninos como polifenoles de alto peso molecular, las moléculas cubren una amplia gama de pesos moleculares comprendida aproximadamente entre 500 y 3.000. La acción curtiente de un polifenol (es decir, su afinidad con la estructura fibrosa), depende del peso molecular (tamaño de partícula), y el número de grupos fenólicos -OH. Para poder formar enlaces

transversales con la fibra de colágeno, es esencial un peso molecular mínimo de 500 aproximadamente, junto con un número suficiente de grupos fenólicos -OH. Las moléculas de tanino con un tamaño molecular en el límite inferior del intervalo citado tienen poca afinidad para la estructura fibrosa y se dice que son curtientes suaves o semitaninos.

<http://info@cueronet.com>. (2010), indica que la afinidad del tanino para la estructura fibrosa aumenta con el peso molecular y el número de grupos fenéticos -OH. Para pesos moleculares superiores < 3.000 la difusión de los taninos en la estructura fibrosa es obstruida, debido al tamaño de las grandes partículas. Los polifenoles con pesos moleculares inferiores a 500 y con insuficientes grupos fenólicos -OH son los no-taninos, es decir, no tienen acción curtiente. Los licores vegetales curtientes contienen otros no-taninos como los azúcares, los ácidos y sus sales, hemicelulosas, pectina, lignina y compuestos que contienen nitrógeno y fósforo. Los taninos vegetales se clasifican de acuerdo a su estructura química y comportamiento en dos grupos:

- Taninos pirogálicos o hidrolizables.
- Taninos catequínicos o condensados.

#### **a. Taninos pirogálicos o hidrolizables**

Hidalgo, L. (2004), señala que los taninos hidrolizables son moléculas de esterres grandes (poliésteres). Están formados por un núcleo central de moléculas de azúcar tal como la glucosa, unida a los ácidos fenol-carboxílicos como, por ejemplo, el ácido gálico y sus derivados. Las uniones éster se forman entre los grupos alcohólicos -OH de la molécula de azúcar y los grupos carboxílicos -COOH de las moléculas de los ácidos fenol-carboxílicos. El número de uniones éster en una molécula de tanino depende del número de moléculas de azúcar presentes en el núcleo central de la molécula de tanino como se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN DE LOS TANINOS HIDROLIZABLES.

Número de moléculas de azúcar en el núcleo central del tanino	Número de uniones éster en la molécula del tanino
1	5
2	8
3	11
4	14

Fuente: Hidalgo, L. (2004).

White, J. (1987), señala que las uniones éster se hidrolizan fácilmente por la acción de los ácidos y las enzimas, liberando moléculas de azúcar y moléculas de ácidos fenol-carboxílicos. Se hace otra subdivisión de los taninos hidrolizables según la naturaleza química de los ácidos fenol-carboxílicos liberados.

### **b. Taninos gálicos**

<http://www.folkloretradiciones.com>.(2010), manifiesta que la hidrólisis de moléculas de taninos gálicos libera moléculas de ácido gálico y ácido metadigálico. Una molécula típica de tanino gálico consiste en una molécula de glucosa esterificada con cinco moléculas de ácido gálico (P.M. aproximado 940), o ácido metadigálico (P.M. aproximado 1.600). Un semitanino está concebido por una molécula de glucosa esterificada en tres posiciones a moléculas de ácido gálico. Los taninos gálicos (zumaque, tara y de agallas), tienen poca importancia. Su empleo se limita principalmente a la curtición y recurtición de pieles pequeñas.

### **c. Taninos elágicos**

Vanvlimer, P. (1976), señala que un ácido fenol-carboxílico importante en los taninos elágicos es el ácido hexahidroxidifénico (es un derivado del ácido gálico), la hidrólisis de un éster de tanino elágico libera este ácido que reacciona consigo mismo y forma un éster interno (reacción que se conoce como lactonización).

Este éster es insoluble en agua y se llama ácido elágico. De ahí procede el nombre de este grupo de taninos hidrolizables, que se conocen como taninos elágicos. Los lodos insolubles que se forman por sedimentación en los licores de taninos elágicos se conocen por los curtidores como fangos. El sedimento elágico contiene ácido elágico (derivado del ácido gálico), y grandes moléculas de esteres que contienen glucosa y ácido gálico y sus derivados como, por ejemplo, el ácido chebulínico. En las antiguas y tradicionales curticiones en tinajas, se empleaban grandes cantidades de taninos elágicos para depositar sedimentos de ácido elágico directamente en el interior de la estructura fibrosa del cuero. Son ejemplos de taninos elágicos la corteza de encina, la valonea, el castaño y el mirabolano.

#### **d. Taninos catequínicos o condensados**

<http://www.gemini.udistrital.edu>.(2010), manifiesta que los taninos catequínicos o catecoles se clasifican como compuestos flavanoides y presentan una estructura química bastante complicada. Su estructura básica, es decir el monómero, consiste en un esqueleto formado por 15 átomos de carbono y un átomo de oxígeno. Dos anillos bencénicos que contienen grupos fenólicos -OH están unidos por un anillo heterocíclico, es decir una corta cadena que comprende tres átomos de carbono y uno de oxígeno. Un monómero tiene un peso molecular aproximado de 250. Como los taninos cubren un intervalo de pesos moleculares comprendidos entre 500 y 3.000, las partículas varían de tamaño desde dos monómeros polimerizados para los semitaninos hasta 10 o posiblemente 12 monómeros. Una propiedad característica de los taninos condensados es su estructura polimerizada. El anillo heterocíclico se abre por la acción del calor, ácidos o del oxígeno, liberando un grupo activo para la polimerización con un segundo monómero. Ejemplos de taninos condensados son el quebracho, la mimosa, el mangrove y el gambier.

Vanvlimer, P. (1976), indica que la formación de agregados se favorece al aumentar la concentración de taninos y con bajos pH (alta acidez). La combinación de un alto grado de polimerización y agregación provoca la formación de un lodo viscoso de color pardo-rojizo llamado flobafeno y conocido por los curtidores con el nombre de insolubles (rojos). El quebracho normal

deposita un elevado porcentaje de insolubles (rojos). El quebracho se solubiliza tratándolo ya sea con bisulfito sódico o una mezcla de bisulfito y sulfito sódico a una temperatura elevada de 90-95°C. La introducción del grupo ácido sulfónico en la molécula de tanino reduce el grado de polimerización y agregación.

## **5. Propiedades de los taninos catequínicos o condensados**

Hidalgo, L. (2004), indica que los taninos catequínicos dentro de los cuales se encuentra el quebracho y la mimosa presentan las siguientes características que son fundamentales de tomar en cuenta:

### **a. Estabilidad elevada a la hidrólisis y a los microorganismos**

<http://www.p2pays.org.htm>.(2010), señala que esta elevada estabilidad se debe a los fuertes enlaces covalentes entre los átomos de carbono y a la ausencia de uniones éster y de materiales biodegradables, por ejemplo glucosa, en la molécula de tanino. En el cuadro 2. Se indica las diferencias de estabilidad de las soluciones de taninos después de un reposo de ocho semanas.

Cuadro 2. PORCENTAJE DE PÉRDIDA DEL TANINO.

Tanino	Porcentaje de pérdida de tanino
Valonea	3,5
Mimosa	2,8 - 3,5
Quebracho sulfitado	2,8 - 3,5

Fuente: <http://www.definicion.org>. (2007).

### **b. Concentración baja de ácidos**

Vanvlimer, P. (1976), indica que las moléculas de tanino contienen solamente los grupos fenólicos -OH; grupos de ácidos sulfónicos se hallan en los taninos

catequínicos sulfitados. Los ácidos asociados con los frutos y hojas, por ejemplo el ácido cítrico, el ácido tartárico, los ácidos urónicos y las pectinas, no se hallan en las cortezas y maderas. En general, las soluciones de los taninos catequínicos tienen un valor de pH aproximado comprendido entre 4,1 y 5,2.

### **c. Deposición de flóbafeos (insolubles)**

Hidalgo, L. (2004), señala que el quebracho natural (sin sulfitar), deja sedimentar una elevada cantidad de lodos que pueden llegar a ser alrededor de un 8%. Los lodos significan una pérdida de tanino y, a causa de su naturaleza viscosa, producen dificultades en la penetración del tanino y en el trasiego de los licores. En comparación, el extracto de mimosa y el de gambier proporcionan una menor cantidad de lodos, o sea, solo un 0,4% y 0,2% respectivamente. Los lodos se forman en determinadas circunstancias:

- Al diluir un extracto con agua.
- Al acidificar.
- Por la reducción de la temperatura, por ejemplo durante los meses de invierno.

White, J. (1987), manifiesta que los lodos que se forman al curtir cueros caprinos con este tipo de taninos se solubilizan mediante: calentando del extracto con una solución de bisulfito sódico, ó una mezcla de bisulfito y subfilo sódicos, a una temperatura de 90-95°C y dispersándolos por la acción de los sintanes o del sulfito de celulosa.

### **d. Los taninos condensados no contienen sales tamponantes**

<http://www.cuyhispana.com>. (2010), señala que como los taninos no contienen sales tamponadas son menos efectivos en la protección del cuero al

envejecimiento por degradación acida. El color del cuero varía desde un pardo-rosado (color biscuit), hasta un pardo-rojizo y enrojece al exponerlo a la acción de la luz.

## 6. Extractos curtientes vegetales

<http://www.wauqtic@cueronet.com>.(2010), señalan que los extractos curtientes vegetales (líquidos, sólidos, polvo), se extraen con agua y posteriormente son concentrados. Es muy importante considerar la naturaleza del agua empleada, pues el contenido de sales puede influir en su calidad y propiedades. Sus características se pueden determinar mediante el análisis tánico que nos permitirá obtener los porcentajes de humedad, insolubles, no taninos, taninos y los valores de pH, acidez y sales. Las soluciones de extractos curtientes en general tienen un porcentaje más o menos elevado de sustancias insolubles en agua que se pueden encontrar en forma de suspensión o precipitado, que pueden proceder de la materia vegetal misma, formarse en su proceso de extracción o durante la fabricación del cuero.

Hidalgo, L. (2004), reporta que cuando provienen de la materia vegetal extraída son taninos de un grado de polimerización elevado y no pueden mantenerse en suspensión por el efecto peptizante de los otros componentes del extracto. Las gomas o resinas, por ejemplo, pueden influir en la formación de precipitados dificultando la difusión del tanino hacia el interior de la piel. Si se originan en la curtición, pueden provocar una precipitación, o una disolución de las moléculas del tanino. El componente fundamental de los extractos curtientes es el tanino que es capaz de transformar las pieles en cuero. Los taninos son compuestos polifenólicos de gran complejidad que pueden tener composiciones y estructuras muy diferentes dependiendo de su procedencia.

La Asociación Química Española del Cuero. (2005), manifiesta que en los extractos tánicos, junto a los taninos, se encuentran sustancias no curtientes las que se han separado de los vegetales durante el proceso de extracción. Estas materias, llamadas no taninos, están constituidas por hidratos de carbono de diverso tipo, ácidos orgánicos, fenoles simples que no alcanzaron la magnitud

molecular de los taninos, sales contenidas en el tejido vegetal y las provenientes del agua que se utiliza para su extracción, proteínas y compuestos de lignina. Entre estos no taninos hay sustancias que no son absorbidas por la piel, pero que durante el proceso de curtición pueden evolucionar y transformarse por polimerización en verdaderos taninos. Los no taninos intervienen activamente en el curtido porque los azúcares por fermentación de los ácidos y su aumento modifican la relación de ácido a sal.

<http://www.eco-addiction.com>.(2010), indica que las sustancias insolubles son sustancias que no se solubilizan en el agua, pero que por su tamaño pequeño no dañan sino que favorecen el curtido o dan peso. Algunos de los curtidos vegetales como el de suela pura se venden por kilo y es necesario tener entonces sustancias que le den peso. Las sales de magnesio forman taninos insolubles y no solo favorecen al curtido final dándole peso sino dan una menor permeabilidad al agua y una mayor fijación de los taninos.

<http://www.definicion.org>. (2010), indica que las sustancias insolubles que poseen los taninos favorecen el curtido, porque si lo que utilizamos como sustancia curtiente fuera un 100% sustancia tánica, sustancia curtiente, se produciría (a pesar de que estos fueran condicionados al pH ideal de los taninos, alrededor de 4.5-5), una sobrecurtición superficial que impediría el pasaje de los taninos para adentro. Todas estas sustancias no taninos son las que favorecen la penetración del tanino y evitan la sobrecurtición. También se utilizan como precurtientes los taninos sintéticos que por tener la molécula pequeña, penetran antes y con gran rapidez, antes que los taninos naturales que están formados por coloides de estructura mucho más grande. Estos taninos precurtientes abren el camino y favorecen la penetración.

## **7. Obtención del extracto curtiente**

<http://www.ecoaddiction.com>.(2010), señala que para la obtención de un extracto curtiente se requiere de numerosas operaciones como son:

- Reducción del tamaño de su partícula: se tritura para aumentar su superficie y que la extracción sea más eficaz.
- Extracción: en las fábricas de extractos se utilizan tinajas para la extracción, las cuales son en general de madera, modernamente de acero inoxidable y de una forma tronco-cónica para facilitar la salida del material extraído. Para facilitar la extracción se utiliza agua de condensación templada o caliente dependiendo del tanino que se trate y un principio de contracorriente. La extracción puede realizarse en cubas abiertas o en autoclave donde se trabaja con una temperatura superior a los 100°C. En el primero de los casos se obtendrá un extracto de mejor calidad, color más claro e índice de pureza (relación tanino/no tanino), mayor pero con un rendimiento inferior al otro sistema que al trabajar con elevadas temperaturas disuelve no sólo los taninos sino otros elementos no curtientes que no se disuelven a temperaturas menores oscureciendo su color.
- Clarificación: saliendo de la extracción las soluciones tienen de 2 a 4° Bé y una temperatura de aproximadamente 80-90°C. Son soluciones límpidas pero durante el enfriamiento se enturbian y dejan decantar sustancias insolubles en frío. Si fueran enviadas directamente a la concentración, darían extractos ricos en materias insolubles y de color intenso, llamados extractos brutos.
- Concentración: las soluciones obtenidas en la extracción tienen alrededor de 10-15% de sólidos y es necesario concentrarlo en un 50%.
- Tratamientos químicos: modificándose el equilibrio entre la acidez y el contenido salido de un extracto vegetal curtiente se pueden obtener curtientes con propiedades diferentes. Por ejemplo, el extracto de castaño se dulcifica con sulfito sódico que tiene una acción reductora, amoníaco concentrado para modificar el pH del tanino y mejorar su poder de penetración y bisulfito sódico para disminuir el color del extracto. La dulcificación permite obtener un cuero mucho más claro que antes. La sulfitación del extracto de quebracho da soluciones solubles en agua fría, transparentes a temperatura ambiente y que son relativamente poco astringentes.

- Secado: después de los tratamientos químicos los licores tánicos pasan a concentradores de vacío dejándolos en una humedad del 15-20%. Otro sistema es a través de la atomización que nos permite lograr un extracto con una humedad de alrededor de 4-6%.

## F. QUEBRACHO

Thorstensen, E. y Nostrand, N. (2002), manifiestan que el quebracho como agente curtiente fue descubierto por un botánico alemán, quien observó el tinte rojizo de las aguas de un arroyo y siguiendo su curso llegó a un aserradero donde se estaban preparando durmientes de ferrocarril. El aserrín de dicha madera era mojado por la lluvia y contagiaba su color rojo al agua. Es originario de América del Sur, crece en las selvas de Argentina y Paraguay y es un árbol de crecimiento lento, llegando normalmente a una altura de 12 m y en algunos casos los 23 m, tardando unos 100 años para llegar a la madurez. El quebracho colorado, principal variedad de esta especie, se encuentra solo o agrupado en las selvas vírgenes. No es árbol de regiones tropicales y sus mejores y más abundantes bosques en variedades de buen rendimiento se ubican entre los 27,30 y 31° de latitud sur, donde la temperatura máxima oscila e los 40°C y la mínima -2°C; superadas estas temperaturas la especie no se desarrolla bien y sus rendimientos son pobres. Hay otras variedades, además del colorado, como la yaco y empedrado cuya existencia es abundante, pero el extracto que de ellas se extrae no es de valor como curtiente por el bajo porcentaje de tanino que contiene. El buen extracto de quebracho colorado se elabora únicamente del duramen del árbol, ya que la corteza solamente puede llegar a contener 3 a 4% de sustancias curtientes. La madera de quebracho es de gran dureza, de ahí su nombre (que rompe el hacha), no flota en el agua y su peso específico oscila entre 1,2 y 1,4. El extracto de quebracho contiene alrededor de 65% a 70% de tanino cuando es de buena calidad, con un 6-10% de materiales insolubles.

Hidalgo, L. (2004), indica que el extracto de quebracho se prepara a partir del corazón de la madera de los árboles de quebracho colorado que crecen solamente en las zonas menos pobladas de América del sur, en el área geográfica

llamada el Chaco que comprende el norte de Argentina y Paraguay. Los árboles crecen en estado salvaje, en densos bosques tropicales, y solo luego de un mínimo de ochenta años de crecimiento, el árbol está suficientemente maduro para la producción de extracto. El extracto de quebracho natural contiene una proporción elevada de partículas de tanino de elevado peso molecular y, en consecuencia, se deposita cantidades importantes de lodos (flobàfenos), del orden del 8-9%. Los insolubles son totalmente solubles, en soluciones muy concentradas del extracto natural, pero al diluir con agua se forma un precipitado voluminoso, pegajoso y gomoso. Con este extracto, se obtiene un cuero de color mas rojizo que con la mimosa y que se oxida rápidamente en contacto con el aire. Los lodos producen considerables problemas, por ejemplo al trasvasar los licores, y producen manchas sobre el cuero.

Para <http://www.quebracho.com>.(2010), el extracto de quebracho natural se sulfita a fin de subsanar estos problemas se calienta a una temperatura elevada de unos 95 ° C, con 5 a 10% de bisulfito sódico o una mezcla de bisulfito y sulfito sódico, obteniéndose un extracto de quebracho semisoluble o extracto de quebracho soluble en frío. La acción de la sulfatación es reducir el porcentaje de lodos por reducción del tamaño de las partículas, así como incrementar la concentración de sales, disminuir la intensidad del color (blanquea), y reducir las propiedades curtientes de relleno.

<http://www.euroleather.com>.(2010), señala que el quebracho colorado, "Schinopsis balansae y Schinopsis Lorentzii", son los árboles más fuertes y típicos de la región sudamericana del Chaco, que cuenta con una superficie de cerca 650.000 km.<sup>2</sup> y abarca la parte Noreste de la Argentina, Bolivia, Paraguay y Brasil. El gran contenido tánico y la dureza de su madera eran propiedades ya conocidas por los nativos de la región chaqueña quienes usaban esta madera para hacer herramientas de trabajo y su resina para curtir las pieles. Desde comienzos del siglo XX las actividades relacionadas con la extracción de tanino dieron fuerte impulso al desarrollo de la región.

## **1. Extracto de quebracho**

<http://www.indunor.com>.(2010), indica que el tanino es una compleja composición química de polifenoles, generalmente hallados en la naturaleza. El tanino transforma la piel del animal en prácticos artículos de cuero que vestimos diariamente. La curtición con tanino asegura una mayor resistencia al agua y al clima mejorando la consistencia del cuero, como así también agregando suavidad y placer al tacto. En las plantas, una vez extraído el tanino, los remanentes se procesan para obtener furfural, un producto con varias aplicaciones en las industrias de la química y el petróleo.

## **2. Extractos de quebracho en la curtición de pieles pequeñas**

<http://www.euroleather.com>.(2010), señala que encontramos bajo la denominación de “pieles pequeñas” se incluyen las pieles: caprinas, ovinas ya sea enteras o divididas (skivers), porcinas y bovinas extra livianas. Sometidas a un curtido vegetal o mixto, estas pieles pequeñas se utilizan en: marroquinería, forros, encuadernación, vestimenta y tapicería. Desde la aparición del Extracto de Quebracho Soluble “ATO” y “ATG” los curtidores de pieles pequeñas ya mostraron interés en este nuevo tanino que abrió a la técnica del curtido vegetal posibilidades que ningún otro producto curtiente había permitido encarar hasta entonces. Se comprobó que este producto curtiente, poco astringente, permitía un curtido muy rápido y uniforme de las pieles pequeñas, protegiendo su frágil textura y confiriendo una resistencia excepcional, característica que dio gran importancia al Extracto de Quebracho Soluble en el curtido de pieles ovinas convirtiéndolo desde entonces en el producto curtiente exclusivo o bien el complemento indispensable de toda mezcla tanante.

Thorstensen, E. y Nostrand, N. (2002), manifiestan que en ciertos casos se juzgó necesario modificar la astringencia y mejorar el poder “rellenante” del Extracto de Quebracho soluble sulfitado, lo mismo que su color. Es así que se desarrollaron los Extractos de Quebracho semisolubles en dos tipos: normal “ATS” y decolorado “ATD”, siendo hoy su uso ampliamente difundido por todo el mundo. Además indica que, según la categoría de los cueros tratados y el grado de curtición de

relleno que se quiere alcanzar, se puede utilizar entre 15 a 30% de Extracto de Quebracho, (porcentajes basados sobre el peso de los cueros en tripa).

<http://www.bvsopsoms.org>.(2010), señala que en la industria de curtición de la badana, la variedad de los cueros es tan grande, la materia prima tan diferente por su procedencia, calidad y acondicionamiento y a menudo las instalaciones son tan distintas entre fábricas que sería de poco valor suministrar datos estrictos relativos al modo de aplicación del Extracto. El curtidor encontrará aquí algunos consejos prácticos tendientes a facilitar la utilización y a mejorar el rendimiento del extracto de quebracho. Según procedencia y acondicionamiento, los cueros ovinos pueden ser clasificados en dos categorías grandes:

- Los cueros cuya curtición vegetal puede efectuarse a partir del estado “tripa” (caso del depilado realizado por el curtidor).
- Los cueros cuya curtición se efectúa a partir del estado “piquelado” (piquelado de conservación, cueros procedentes de establecimientos frigoríficos, o de peladeros).

## **G. CORTEZA DE MIMOSA**

<http://www.bvs.ops-oms.org>.(2010), señala que esta corteza se extrae solamente de tres especies que por sus características y zonas donde se desarrollan se conocen como negra, verde y dorada. Es originaria de Australia, pero se reproduce bien en otros países del mundo donde el clima, suelo y promedio de lluvia son similares, como Sudáfrica y Brasil. A estas especies se les extrae la corteza aproximadamente a los 8 años, que es la época en que contiene mayor proporción de materia curtiente, que puede llegar a un 30% con una humedad del 14,5% , habiendo zonas privilegiadas en las que llegan a tener un 40% de curtiente. El extracto es de muy buena penetración y se lo utiliza en la recurtición de cueros de capelladas como en la producción de cueros pesados. Por su color se asemeja mucho al quebracho colorado.

<http://www.euroleather.com>.(2010), indica que la mimosa se obtiene de la corteza de los árboles de mimosa que son originarios del África del Sur, África del Este y del Brasil, Los árboles crecen rápidamente y se cultivan en plantaciones. En un tiempo relativamente corto de 7-9 años, el contenido de tanino de la corteza es suficientemente elevado (del 31-39%) para poder fabricar el extracto. El extracto de mimosa puede fabricarse de forma rentable sobre la base de un período largo. El extracto de mimosa está particularmente adaptado a los modernos métodos de curtición de cueros pesados teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

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

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

## H. GUARANGO

<http://www.pielecológicacurticionvegetal>. (2010), indica que el guarango es un árbol que llega a los diez metros de alto, que crece en las zonas áridas desde México hasta el norte del Brasil y abunda en Venezuela. Posee hojas compuestas, flores blancas o amarillentas muy fragantes y unas vainas curvadas y retorcidas, color castaño oscuro con pulpa amarilla amargo y resinoso que envuelve las semillas. Contiene casi un 50% de tanino por lo que se usa comercialmente en las curtiembres y su madera muy dura es usada para durmientes de tren y para fabricar piezas en tornería. Los usos del guarango son:

### 1. Curtidos y peletería

Jones, C. (1984), reporta que la industria de curtidos y peletería tiene como objetivo la transformación de pieles de animales en cuero, producto resistente e imputrescible, de amplia utilización industrial y comercial en la elaboración de calzado, prendas de vestir (guantes, confección), marroquinería y pieles. El curtido de las pieles animales puede hacerse empleando agentes curtientes minerales, vegetales y sintéticos, o bien en casos muy especiales, mediante aceites de pescado o compuestos alifáticos sintéticos. Ambos tipos de taninos, hidrolizables y condensados, se emplean en la industria del cuero, por su gran poder curtiente, permitiendo obtener una amplia variedad de cueros, que se diferencian en flexibilidad y resistencia.

- Los hace inmune al ataque bacteriano, y aumenta temperatura de encogimiento.
- Impide que las fibras colágenas aglutinen en grumos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible.
- Sustitución del cromo y aprovechamiento de los residuos en el curtido de la piel.

Hidalgo, L. (2004), reporta que existen muchas aplicaciones en el sector de curtido que ya pueden evitar el uso de cromo y utilizar en su lugar taninos, principalmente extractos vegetales, demostrándose que existen alternativas no tóxicas. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos realizó un estudio medioambiental en una empresa de curtido de piel de vacuno con el fin de reducir la cantidad de sustancias tóxicas, de materias primas y de energía con el fin de minimizar la contaminación y el riesgo para trabajadores/as, a la vez que demostrar que se producen beneficios medioambientales y económicos y se mejora la eficiencia del proceso y la calidad del producto cuando se utilizan mecanismos de prevención de la contaminación. Esta empresa tiene una línea de curtido de piel con cromo y taninos vegetales (87,5% del total de la producción), y otra línea solamente con tanino vegetal (12,5% del total). La línea de curtido con aceites vegetales puede utilizarse para muy diversas partes de la piel, aunque con el fin de hacer un uso más eficiente de estos taninos más caros se trozean en piezas. En esta línea de producción, la empresa consigue eliminar totalmente el cromo.

Lacerca, A. (1996), reporta que generalmente, esta forma de curtido utiliza un 10-15% de tanino que se hace circular en contracorriente durante 2-6 días a pH 3,5 y a 35°C. El licor de curtido se aplica en sentido opuesto desde la cuba en la que el tanino está menos concentrado, y más contaminado, a la que está más concentrado y limpio. El efluente de la última cuba se reconcentra por evaporación y se utiliza para reponer el licor de la primera cuba. El efluente de la última cuba también se puede utilizar en el precurtido. Es necesario un pretratamiento en un baño con el 5% de polifosfato y 2% ácido sulfúrico durante un día para facilitar la penetración y fijación del tanino. Con la utilización de taninos vegetales la corriente residual es menor y contiene una menor concentración de taninos, por lo que la coloración de las aguas residuales de las tenerías disminuye, aunque la concentración de materia orgánica es la misma. Se puede conseguir una reducción del 65% en el consumo del agua. Los taninos penetran en el cuero o la piel después de largos períodos de inmersión, durante los cuales los agregados moleculares de tanino forman entrecruzados entre las cadenas polipeptídicas de las proteínas de la piel. La formación de puentes de hidrógeno es un factor importante.

## **2. En la industria**

Roch, A. (2004), reporta que en la industria se utilizan para la fabricación de tintas y el curtido de pieles, gracias a la capacidad de los taninos para transformar las proteínas en productos resistentes a la descomposición. En este proceso se emplean determinados taninos, los más utilizados son los procedentes de la acacia, el castaño, la encina, el pino o la bastarda. Se emplean en la industria textil por su capacidad de reaccionar con las sales férricas, los cuales dan lugar a productos negro-azulados adecuados para tintes. Igualmente son utilizados como mordientes para la aplicación de tintes en tejidos, coagulantes de gomas, o aprestos para papeles o sedas.

Según [http: wwwtaninos.com](http://www.taninos.com). (2010), los taninos condensados se usan principalmente en la fabricación de adhesivos y resinas. Por ejemplo, aquellos que han sido aislados de especies de Acacia, han servido para desarrollar adhesivos en frío y termofraguados, por tratamiento con úrea-formaldehído, o con copolímeros fenol-formaldehído, estos últimos usados en la fabricación de enchapes de madera a prueba de agua.

### **I. CONTAMINACIÓN Y POLÍTICAS AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LA CURTICIÓN VEGETAL**

Herfeld H. (1984), indica que el impacto ambiental causado por la emisión de residuos industriales, tanto líquidos como sólidos y gaseosos, en el proceso de curtición vegetal, torna imperiosa la necesidad de contar con soluciones que contrarresten los efectos de la actividad industrial. La minimización de residuos se presenta como una alternativa interesante porque reduce el volumen del residuo generado por la industria, disminuye la carga contaminante lanzada al ambiente y optimiza el proceso productivo, lo que se traduce en beneficios económicos para la industria. El conocimiento preciso del proceso de curtido vegetal permite determinar formulaciones óptimas. Sin embargo, para asegurar la efectividad del proceso de curtido, generalmente se utilizan recetas con exceso de productos que incrementan la carga contaminante, lo que no es correcto.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el camino obvio para reducir el volumen de las aguas residuales y hacer economías en el empleo del agua, es utilizar tanto como sea posible el bombo de curtición y reducir el empleo de tinajas, a no ser que el sistema empleado reduzca las aguas residuales, empleando un reciclado de los licores como se hace en el sistema tina-bombo. Una solución es adoptar un proceso en seco a bombo empleando extractos curtientes vegetales atomizados, después de haber efectuado previamente un acondicionado o precurtición. De este modo la cantidad de licor residual es comparativamente pequeña, y de concentración bastante alta, siendo útil para la curtición de cuellos, faldas, etc. También puede recogerse en un depósito y bombearlo al bombo para la curtición de la próxima partida de pieles. Las ventajas de realizarse una curtición con extractos libres de lodos pueden apreciarse fácilmente en la reducción de la contaminación de las aguas residuales. Los baños residuales de la curtición vegetal más contaminantes son si no se cuida su agotamiento, los de la tintura y engrase, cuando estas operaciones se realizan como es el caso del cuero caprino, la selección de colorantes y grasas mínimamente reactivas con el vegetal es casi la única solución.

<http://www.gemini.edu>.(2010), menciona que la elaboración de cuero es bastante contaminante, y los países en desarrollo muchas veces aplican normas ambientales menos estrictas que los países desarrollados, si bien la contaminación disminuye la calidad del aire y del agua, los efectos son predominantemente locales y los efectos de alcance mundial son mínimos. En los últimos años, esta industria se ha desplazado hacia países con normas menos rigurosas, pero no está claro qué influencia han tenido estos reglamentos en ese desplazamiento geográfico. Las diferentes normas son más un incentivo para que las empresas busquen otros lugares si el costo del cumplimiento de las normas ambientales es una parte significativa de su costo general de producción. En el caso de la elaboración del cuero las diferencias entre las normas son difíciles de determinar.

<http://www.taninos.com>.(2010), manifiesta que los reglamentos comerciales determinados por los miembros de la Organización Mundial del Comercio tienen

como finalidad principal fomentar el comercio. Un principio clave de la OMC es la soberanía nacional, que supone que en las cuestiones ambientales los países miembros no pueden imponer sus normas a los demás. En aquellos casos en que la producción en un país provoca importantes daños ambientales en otro, se negocian con frecuencia acuerdos ambientales de alcance regional o multilateral. La posición de la OMC es que cada país puede determinar sus propias normas ambientales y que otros países no pueden restringir las importaciones.

<http://www.papayos.org>.(2010), indica que los reglamentos de la OMC son también pertinentes en el caso de las restricciones sanitarias, que tratan de evitar enfermedades y plagas no deseadas y proteger la salud de las personas, animales, plantas y, en términos más generales, el medio ambiente. Los países miembros fijan sus propios reglamentos, pero éstos deben estar en consonancia con los acuerdos de la OMC. Hay numerosos conflictos relativos a estas disposiciones, ya que el riesgo de enfermedad es difícil de estimar, sobre todo si nunca se ha producido un brote de esa enfermedad en el país importador. Como toda restricción a las importaciones, éstos tienen el efecto de proteger a los productores internos limitando el comercio de los países exportadores. La industria del cuero dentro de un país se encontraría en una situación de materias primas menos abundantes y más costosas. Por ello, los productores internos tienen un incentivo para apoyar las restricciones sanitarias a la importación aun cuando el riesgo de brotes de enfermedad sea mínimo, mientras que los exportadores y los fabricantes nacionales quizá se opongan a ellas.

Hidalgo, L. (2004), Indica que las disposiciones sanitarias son importantes en el caso de los cueros y pieles sin curtir y del cuero curtido ya que la importación de estos productos puede dar lugar a la introducción de enfermedades que representan un riesgo para la salud del hombre y de los animales. Evidentemente, el riesgo asociado a los cueros y pieles sin curtir es mayor que el relacionado con el cuero curtido o sus productos. No obstante, hay pocas pruebas de que las restricciones sanitarias impidan de manera significativa el comercio de esas mercancías. De todas formas, existe la preocupación de que algunos reglamentos quizá sean innecesariamente complicados, por ejemplo, los que requieren unos

certificados difíciles de obtener en algunos países en desarrollo y que no mejoran realmente la seguridad sanitaria de esas importaciones.

## **J. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL CUERO**

<http://www.gemini.edu>.(2010), indica que el análisis sensorial es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra del cuero terminado, basada exclusivamente en la percepción de los sentidos. En la mayoría de los casos precisamente los resultados de los análisis organolépticos, los que se complementan con los análisis de laboratorio, los que facilitan la posterior interpretación de los resultados. Es por ello que se debe adquirir habilidad y practica en la realización e interpretación de análisis organolépticos.

- Las apreciaciones sobre el análisis sensorial, deben ser hechas, en lo posible, por un solo analista.
- Los resultados del análisis sensorial deben ser escritos en un lenguaje rigurosamente técnico.
- Los parámetros referidos en los resultados, deben ser los mismos para todas las muestras de cueros y de acuerdo a esto la calificación de 1 a 2 corresponde a un cuero de BAJA calidad; 3 a 4 equivale a BUENA calidad; y 5 corresponde a un cuero de MUY BUENA calidad. Calificación que conforme al juez calificador se llevará a cabo para determinar las características organolépticas del cuero caprino de nuestra investigación.

Hidalgo, L. (2004), señala que las características o parámetros organolépticos, son simplemente evaluaciones y percepciones sensoriales que se realizan directamente en los cueros y que por lo general, algunas veces con propósitos de confirmación y otras con propósitos de cuantificación, dichos parámetros son:

- Llenura: da una mejor calidad en la estructura fibrilar en toda la superficie; es decir, que el enriquecimiento de las fibras colágenos del cuero, es mucho más uniforme para la fabricación de artículos de marroquinería.

- Blandura: es la suavidad y mejor caída del cuero, que debe tener los cueros destinados para la confección de artículos para vestimenta.
- Redondez: arqueado o curvatura que debe cumplir un material apto para la confección de artículos de marroquinería y calzado.

## **K. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICO DEL CUERO**

Aliaga, R. y López, V. (1986), reportan que el control de las características físicas en la fabricación de curtidos precisa disponer de métodos de análisis y ensayos adecuados para examinar las primeras materias, verificar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos y en definitiva para controlar la calidad el producto final. Los ensayos físicos, juntos con los ensayos de solidez, sirven para evaluar la capacidad de la piel terminada para resistir con éxito los esfuerzos y acciones a que estarán sometidas tanto en su transformación en un objeto de uso como en su empleo por parte del consumidor. Los ensayos físicos se ocupan de propiedades que dependen de la estructura completa del corte del cuero, considerando en todo su espesor, mientras que los ensayos de solidez estudian básicamente propiedades relativas a las características superficiales del cuero. Los resultados de la medición de los parámetros físicos dependen mucho de factores como la localización y las dimensiones de las probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales y en general de las particularidades de los procedimientos empleados.

Hidalgo, L. (2004), menciona que los ensayos físicos, junto con los ensayos de solidez, sirven para evaluar la capacidad de la piel terminada para resistir con éxito los esfuerzos y acciones a que estará sometida tanto en su transformación en un objeto de uso como en su empleo por parte del consumidor. Los ensayos físicos se ocupan de propiedades que dependen de la estructura completa del corte del cuero, considerado en todo su espesor, mientras que los ensayos de solidez estudian básicamente propiedades relativas a las características superficiales del cuero. Los resultados de la medición de los parámetros físicos dependen mucho de factores como la localización y las dimensiones de las

probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales, y en general de las particularidades de los procedimientos empleados.

Herfeld H. (1984), indica que todo el ensayo físico, al igual que las solidesces, debe determinarse bajo estrictas condiciones de normalización en las cuales todas las variables prácticas queden fijadas sin ambigüedades. Las tablas 2 y 3 presentan las referencias bibliográficas de los procedimientos normalizados, los métodos IUP, con los que se obtendrán resultados con el mayor grado posible de reproducibilidad. Pero aún así presentarán un elevado nivel de dispersión.

En <http://www.cueronet.com>.(2010), se indica que al producir una partida de cuero debe cuidarse de la repetibilidad que se define como la concordancia entre sí de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos independientes realizados en un corto espacio de tiempo aplicando el mismo método por parte del mismo operador y equipo en el examen de un material de ensayo idéntico. Además debe tomarse en cuenta la reproducibilidad se define como la concordancia entre sí de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos independientes realizados aplicando el mismo método a un material de ensayo idéntico por parte de diferentes operadores, en diferentes laboratorios y con distinto equipo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en el kilómetro a 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> de la panamericana sur de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba con un tiempo de duración aproximada de 126 días. La zona en donde se realizó la investigación tiene una altitud de 2754 m.s.n.m. con una longitud oeste de 78°28'00" y una latitud sur de 01°38'. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (°C)	13.8
Humedad relativa (%)	63.2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofanía, horas luz	165.15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH. (2009).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se trabajaron con 96 pieles de cuy adulto de peso promedio 1,5 Kg. Las cuales fueron adquiridas en la Plaza Municipal de animales de la ciudad de Riobamba.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

### 1. Materiales

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

### 2. Productos químicos

- Agua ( $H_2O$ ).
- Cloruro de sodio o sal en grano ( $NaCl$ ).
- Ácido fórmico ( $HCOOH$ ).
- Bisulfito de sodio ( $NaHSO_3$ ).
- Formiato de sodio ( $NaCOOH$ ).

- Ríndente.
- Cal [Ca (OH)<sub>2</sub>].
- Yeso.
- Sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S).
- Ácido oxálico (H<sub>0</sub><sub>2</sub>CCO<sub>2</sub>H).
- Aceite mineral.
- Parafina sulfoclorada.
- Lester fosfórico.
- Bicarbonato de sódio Na HCO<sub>3</sub>.
- Quebracho (20%).
- Guarango (20%).
- Extracto de mimosa (20%).

### 3. Instalaciones

- Tinas para remojo.
- Bombos de pelambre y calero.
- Máquina descarnadora.
- Bombos para curtición.
- Máquina de estiramiento al vacío.
- Tensiómetro.
- Flexómetro.
- Probeta.

- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de abrazaderas.
- Lastómetro.

#### D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con 3 tratamientos que corresponden a los diferentes curtientes vegetales que se investigó como son Quebracho (20%), Mimosa (20%), y Guarango (20%), en dos replicas bajo un diseño completamente al azar, cada tratamiento se repetirá 16 veces dándonos un total de 96 unidades experimentales. El esquema del experimento que emplearemos en la investigación se describe en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Codificación	Repetición	T.U.E.	Réplica	Obs./nivel
Quebracho	T1	16	2	2	32
Mimosa	T2	16	2	2	32
Guarango	T3	16	2	2	32
<b>TOTAL</b>					<b>96</b>

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental 2.

En el cuadro 5. Se describe claramente el esquema de Análisis de Varianza (ADEVA), empleado en la presente investigación:

Cuadro 5. ESQUEMA DE ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	47
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A * B	2
Error	42

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Físicas**

- Resistencia al alargamiento.
- Elongación.
- Lastometría.

### **2. Sensoriales**

- Llenura.
- Redondez.
- Finura de flor.

### **3. Económicas**

- Beneficio/costo.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SEPARACIÓN DE MEDIAS

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferencias variables.
- Prueba de Kruskal- Wallis, para variables sensoriales.
- Separación de medias Tuckey ( $P < 0.05$ ), para las variables que presenten significancia.

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las pieles de cuy frescas fueron adquiridas en el Mercado Oriental de Riobamba se las sometió a los procesos de ribera y curtición vegetal con la utilización de la combinación de diferentes niveles de extracto de quebracho, mimosa y guarango de acuerdo con el siguiente procedimiento:

### 1. Remojo

El remojo trata de devolver a la piel su estado de hinchamiento natural y eliminar la suciedad así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación se trata la fórmula empleada se indica en el cuadro 6:

Cuadro 6. REMOJO DE LAS PIELES DE CUY.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO
REMOJO		Agua	200		
		Tenso activo	0,2		
	BAÑO	Cloro	0,1	25	30 min.
		Botar baño			
		Agua	200		
	BAÑO	Tenso activo (deja)	0,2	25	1 horas

Cloro	0,1
-------	-----

Botar baño

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## 2. Pelambre y calero

Esta etapa se separa el pelo de la piel, se destruye la epidermis, se hincha y separa las fibras del colágeno, destruye proteínas no estructurales así como nervios, vasos sanguíneos y músculos. Con el objeto de preparar químicamente la piel para tener un mejor aprovechamiento de los curtientes con el empleo de la siguiente fórmula, se describe en el cuadro 7.

Cuadro 7. PELAMBRE Y CALERO.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO
PELAMBRE EMBADURNADO	BAÑO	Agua	5	Ambiente	12 horas
		Cal (OH) <sub>2</sub> (cal)	3		
		Na <sub>2</sub> S (Sulfuro de Na)	2,5		
		Yeso	1		
		Sacar lana			
PELAMBRE BOMBO	BAÑO	Agua	100	Ambiente	10 min.
		Na <sub>2</sub> S (Sulfuro de Na)	0.7		10 min.
		Na <sub>2</sub> S (Sulfuro de Na)	0.7		10 min.
		Agua	50		
		NaCl (sal)	0,5		10 min.
PELAMBRE BOMBO	BAÑO	Na <sub>2</sub> S (Sulfuro de Na)	0,7		30 min.
					50
		Ca (OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		30 min.
		Ca (OH) <sub>2</sub> (Cal)	1		3 horas

---

Ca (OH)2 (Cal)		1		
Reposo en bombo por 20 horas				
Botar baño				
BAÑO	agua	200	Ambiente	20 min.
Botar baño				
BAÑO	Agua	100	Ambiente	30 min.
Ca (OH)2 (Cal)		1		
Botar baño				

DESCARNADO

---

Fuente: Guaminga, L. (2010).

### 3. Desencalado

En este proceso se eliminó la cal contenida en el baño de pelambre y el deshinchamiento de las pieles, la fórmula empleada se describe en el cuadro 8.

Cuadro 8. DESENCALADO.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO
		Agua	200	25	30 min.
	BAÑO	Agua	200	25	60 min.
DESENCAL		Agua	100	25	60 min.
ADO		NaHSO <sub>3</sub> (sulfito de Na)	1		
		NaClIH ( formiato de Na)	1		60 min.
		Agua	200	25	20 min.

---

Fuente: Guaminga, L. (2010).

### 4. Rendido o purgado

Es el proceso mediante el cual a través de sistemas enzimáticos se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, aflojamiento del repelo y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas, la fórmula empleada se describe en el cuadro 9.

Cuadro 9. RENDIDO Y PURGADO.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO	
RENDIDO	Y	BAÑO	Agua	100	35	40 min.
			Rindente	0,5		
PURGADO		BAÑO	Agua	200	Ambiente	20 min.
			Botar baño			

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## 5. Desengrase

Consistió en la eliminación de la grasa del animal que puede existir y dificultan el proceso de curtido, ocasionando erupciones y formaciones de manchas, en el cuadro 10, se indica la formula.

Cuadro 10. DESENGRASE.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO	
DESENGRASE			Agua	100		
		BAÑO	Tenso activo	2	35	60 min.
			Diesel	4		
			Botar baño			
			Agua	100		
			Tenso activo	2	35	30 min.
			Botar baño			

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## 6. Piquelado

Se utilizó para acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición vegetal, con ello se logra bajar los niveles de contractilidad de los diversos agentes curtientes, como se indica en el cuadro 11.

Cuadro 11. PIQUELADO.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO
PIQUELADO		Agua	100		
		NaCl (sal)	6		
		HCOOH1:10 Fórmico)	(ác. 0,7		20 min.
		1 parte (Diluido)			
		2 parte			20 min.
		3 parte			60 min
	BAÑO	HCOOH1:10 Fórmico)	(ác. 0,2	Ambiente	20 min.
		1 parte (Diluido)			
		2 parte			20 min.
		3 parte			60 min

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## 7. Curtido Vegetal

La curtición vegetal es por definición una transformación de la piel en cuero, está dada por una estabilización de la proteína, la formula se describe en el cuadro 12.

Cuadro 12. CURTIDO VEGETAL.

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	TEMPER.	TIEMPO
CURTIDO		Quebracho, Mimosa,	20		60 min.
		Guarango			
		1 parte		Botar	60 min. 53
		2 parte		baño	60min.
		3 parte			60 min.

4parte

5horas.

---

 CUERO WETBLUE Perchar y Raspar Calibre 1 mm.
 

---

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## 8. Engrase

Proceso en el que se recupera la grasa perdida en el desengrase que influye sobre las propiedades mecánicas y físicas del cuero la fórmula empleada se describe en el cuadro 13.

Cuadro 13. ENGRASE.

PROCESO	OPER	PRODUCTO	%	TEMPER	TIEMPO
		Agua	200		
HUMECTACIÓN	BAÑO	Humectante	0,2	Ambiente	30 min.
		Acido oxálico	0,2		
		Botar baño			
Lavar las pieles		Agua	150		
		Grasa sulfitada	6		60 min
	BAÑO	Grasa vegetal	4		
Engrase		Grasa lester	6	60	
		fosfórico			
		Acido oxálico	1		10 min.
		Acido oxálico	1		10 min
		Botar baño			
	BAÑO	Agua	200	Ambien	20 min
				te	
		Botar baño			

Apilado flor con flor (tapar con fundas negras). Secado, estirado y estacado

---

 Fuente: Guaminga, L. (2010).

## H. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1. Análisis sensorial

Para realizar los análisis sensoriales de llenura y redondez se inicio con una evaluación a través del impacto de los sentidos que fueron los que nos indicaron que características presentaban cada uno de los cueros de cuy curtidos con taninos vegetales, se utilizó la siguiente escala de calificación de acuerdo a Hidalgo, L. (2011), como se indica en el cuadro 14:

Cuadro 14. REFERENCIA DE CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO.

PUNTAJE DE CALIFICACIÓN			CALIFICACIÓN
1	a	2	Cuero de BAJA calidad
3	a	4	Cuero de BUENA calidad
5			Cuero de MUY BUENA calidad

Fuente: Hidalgo, L (2010).

### 2. Resistencias físicas

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

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

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

Lultcs, W. (1983), señala que este método puede ser usado para cualquier cuero ligero, el equipo para realizar esta prueba es una abrazadera para sujetar firmemente el borde del disco plano circular del cuero, que deje libre la porción central del disco, la abrazadera debía mantener fija el área sujeta del disco estacionario cuando este siendo aplicado a su centro una carga mayor a 80 Kgf. El límite entre el área sujeta y libre será claramente definido. El diámetro del área libre será de 25 mm. El instrumento debió tener un medidor de aguja de máxima lectura para minimizar errores de esta clase y esto se utilizó para las lecturas de carga. Aún así, la pausa para las lecturas fue tan breve como sea posible.

### **b. Distensión**

El dispositivo para medir la distinción del disco de cuero fue calibrado directamente en décimas de milímetro y los errores en ninguna parte de la escala debió exceder de 0.05 mm. La distinción se tomo como la distancia entre la mordaza y la esfera, en una dirección normal al plano ocupado por el cuero, cuando el disco es sujetado y está bajo carga cero; no será tomada en cuenta la compresión del cuero y su decremento en espesor debido a la aplicación de la carga de la esfera. Para ello se realizo el siguiente procedimiento:

- Se sujeto la probeta acondicionada en el instrumento con su lado carne adyacente a la esfera y su flor en posición plana.
- Se incremento la distensión a una velocidad de aproximadamente un quinto de milímetro por segundo y se observo la superficie de la flor por si ocurre el rompimiento de la misma. Cuando la ruptura de la flor ocurrió, se anoto la carga y la distensión y se continúo aplicando la carga tan lentamente como fue posible.
- Si el disco se rompe antes de que la carga máxima del instrumento sea alcanzada, se anoto la carga de distensión al estallamiento.

- El reporte de cualquier prueba debió indicar la carga y distensión 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 hubo una pausa durante la distensión 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 distensión a la ruptura y estallamiento de flor debe ser medido con el mismo retraso.

### **c. Medición de la resistencia al alargamiento**

La resistencia al alargamiento de pieles ligeras se baso en la Norma Técnica UNE 59024 del año 2002 de acuerdo al siguiente principio:

- La probeta fue doblada y sujeta de cada orilla para mantenerla en posición doblada en una máquina diseñada para flexionar la probeta.
- Una pinza es fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia delante ocasionando que el dobles en la probeta se extienda a lo largo de ésta. La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido. Las probetas son rectángulos de 70 mm x 45 mm.
- Posteriormente se sujetó las probetas en la máquina de la manera descrita arriba y se encendió el motor. Después de 100ciclos, 1000 ciclos y 10000 ciclos, se debía apagar el motor y examinar la piel para ver si ha sido dañado.
- En el examen de la piel para evaluación del daño, es esencial una buena iluminación de la superficie y es muy útil una lupa de 6 aumentos. El daño del cuero puede ser de las siguientes clases:
- Desarrollo de pliegues en la flor (llamada flor suelta).
- Pérdida del grabado de la flor y ruptura de la capa flor.

- Pulverización de las fibras (generalmente en lado carne o corium que en la capa flor), si ha ocurrido mucha pulverización, el cuero puede desarrollar un tacto vacío, aún si hay pocos signos de polvo en sus superficies.
- Continuación del rompimiento de las fibras hasta tal punto que un agujero se desarrolla a través del espesor completo del cuero.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO)**

###### **1. Porcentaje de elongación**

Al realizar la comparación de diferentes tipos de taninos vegetales en la curtición de pieles de cuy, se registraron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.007$ ), entre las medias de los tratamientos, reportándose los mayores valores de porcentaje de elongación en las pieles curtidas con quebracho (T1), con 97,78% y que desciende en las pieles curtidas con mimosa, (T2), que registraron una elongación de 92,89%, mientras que el porcentaje de elongación más bajo fue el reportado en las pieles curtidas con guarango, (T3), con promedios de 88,44%, como se indica en el cuadro 15 y gráfico 2, afirmando que al curtir pieles de cuy con tanino vegetal quebracho se mejora la resistencia física de elongación, que al ser comparada con las exigencias de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su norma técnica IUP 6 (2001), que infiere como mínimo permitido 50% de elongación antes de producirse el primer daño en el ante del cuero, y que al comparar con nuestros resultados podemos afirmar que las pieles producto de la curtición con los diferentes tipos de curtientes vegetales estudiados superan ampliamente con esta exigencia de calidad.

Lo que indica que es un material que puede estirarse y curvarse, elongarse fácilmente sin rompimiento de las fibras del colágeno para poder adquirir la forma del artículo al cual va a ser destinado, que en este caso en particular serán las artesanías, por lo que en el análisis de los resultados se considera que al trabajar con curtiente vegetal quebracho se consigue la mejor elongación de la investigación lo que puede deberse a lo manifestado por Artigas, M. (1987). que indica que materias curtientes son aquellas sustancias que tienen la propiedad que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, las

Cuadro 15. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO).

VARIABLES	POR EFECTO DEL NIVEL DE TANINOS VEGETALES			CV	MG	Sx	Prob	Sign
	Quebracho	Mimosa	Guarango					
	T1	T2	T3					
Porcentaje de elongación, %.	97,78 c	92,89 b	88,44 a	2,44	93,04	0,80	0.007	**
Lastometría, mm.	8,56 b	8,86 ab	8,98 a	2,83	8,80	0,09	0.004	**
Resistencia a la abrasión, N/cm <sup>2</sup> .	83,63 b	90,69 ab	92,50 a	3,23	88,94	1,02	0.006	**

Fuente: Guaminga L, (2011).

Cv: Coeficiente de variación.

MG:

Media

general.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

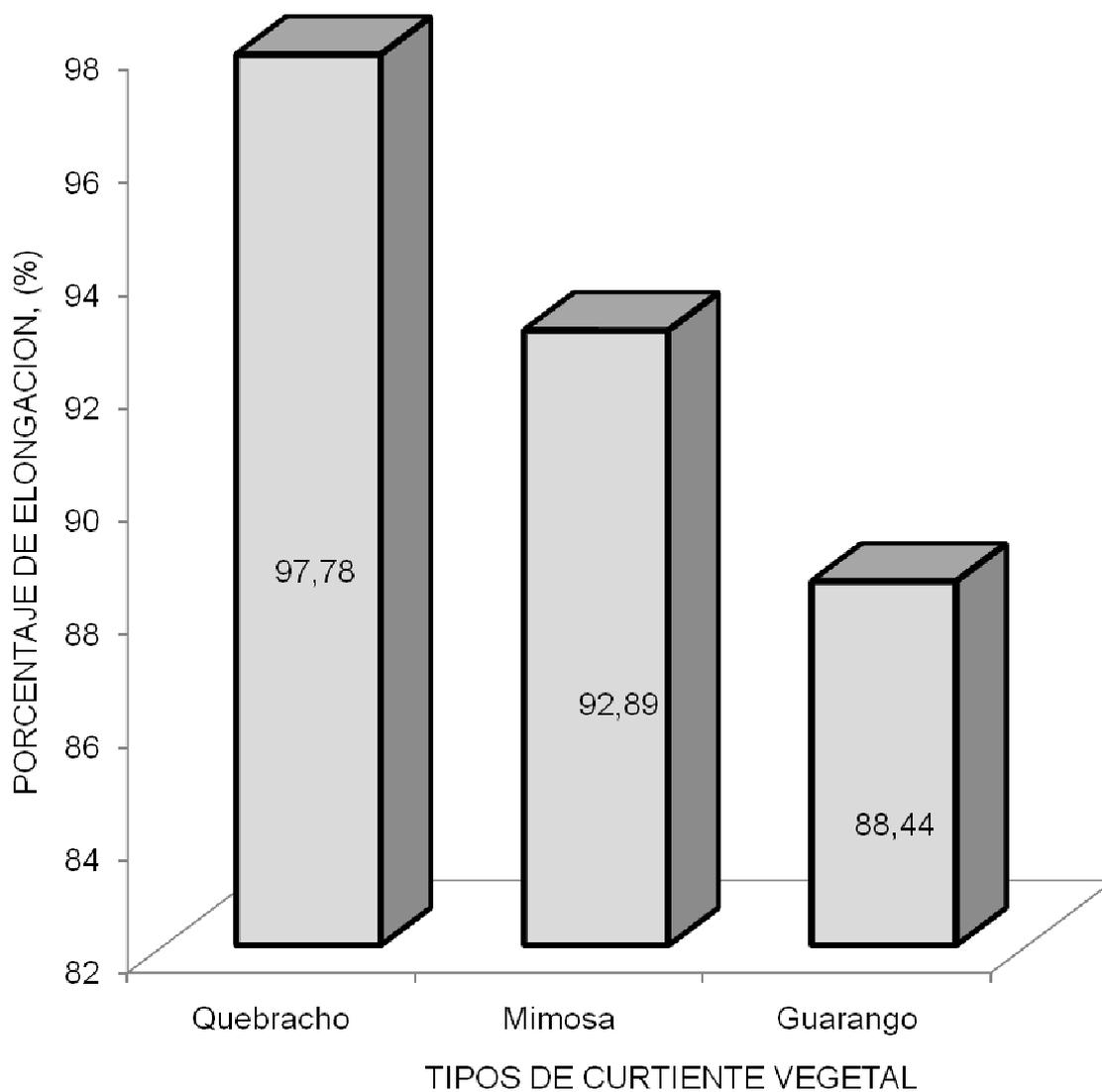


Gráfico 2. Comportamiento del porcentaje de elongación las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

transforman en cueros. Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros o pieles una vez finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante tanto de las características físicas como de las calificaciones sensoriales y la facilidad que tengan durante el curtido de formar enlaces muy fuertes entre el curtiente y los grupos carboxílicos del colágeno; y, su intervención es primordial para la elongación que presenten las pieles, un curtiente muy utilizado por conferir las características antes anotadas es el extracto de quebracho que contiene alrededor de 65 a 70% de tanino puro cuando es de buena calidad, con un 6-10% de materiales insolubles, que son las encargadas de mejorar las características de las pieles sobre todo de conferir las mejores resistencias físicas a los cueros y pieles especialmente de animales pequeños.

Por razones de enfoque se menciona que la tendencia actual es lograr cada vez más un cuero similar al puro vegetal teniendo en cuenta las bondades que transmiten por sí solos, a los cueros estos curtientes (tacto pleno y cálido -aptitud al esmerilado - grabado y acabado natural). La curtición dominante determina el carácter del cuero, por consiguiente, optimizando la mecánica de los procesos y aumentando en ellos la participación de los curtientes naturales, se puede tener en cuenta como una buena propuesta vegetal aliada a la ecología.

En el análisis del efecto que registran los ensayos sobre la resistencia física de porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes tipos de curtiente vegetal, como se ilustra en el grafico 3, no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.18$ ), entre las medias, únicamente se puede observar superioridad numérica hacia las pieles del primer ensayo con medias 94.15% y que desciende a 91.93% en las pieles del segundo ensayo. En los resultados expuestos se puede indicar que como la investigación fue realizada en un ambiente controlado y que se procuro homogenizar los procesos de curtición de la piel, las diferencias registradas no tienen que ver con el número de replicas que se realice sino más bien con factores externos que no pudiera ser controlados y que se puede considerar como primordiales el efecto de los curtientes vegetales y

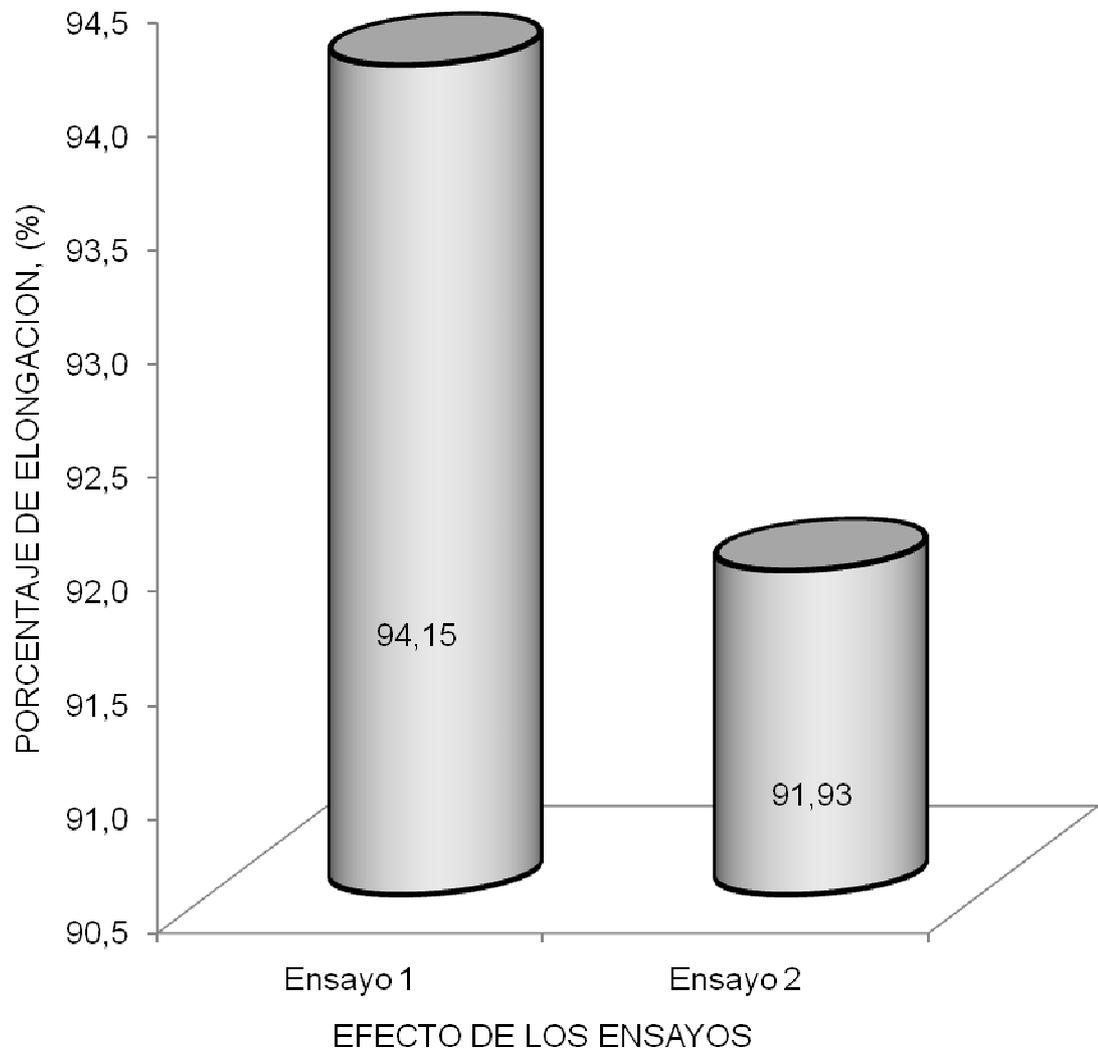


Gráfico 3. Comportamiento del porcentaje de elongación las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

la calidad de la materia prima que como fue sorteada al azar podría decirse que fueron de mejor calidad en el primer ensayo lo que permitió que la calidad en lo que tiene que ver con el porcentaje de elongación sea superior; pero sin embargo, los resultados en las dos ensayos superaron los límites de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su norma técnica IUP 6 (2001), que infiere como mínimo permitido 50%.

La evaluación del efecto que registra la interacción entre los diferentes tipos de curtiente vegetal (quebracho, guarango y mimosa), con los ensayos consecutivos sobre las curtición de las pieles de cuy registraron diferencias significativas ( $P < 0.03$ ), entre medias, reportándose los valores más altos de la investigación en las pieles curtidas con quebracho (T1), en el primer ensayo con una elongación media de 101.11% y que desciende a 94.44 y 94.22 % en las pieles curtidas con quebracho (T1), y mimosa(T2), en el segundo y primer ensayo respectivamente (T1E2 y T2E1), mientras que las valoraciones en lo que respecta a la elongación más bajas fueron las registradas en las pieles de cuy curtidas con guarango (T3), en el primer ensayo (T3E1), con medias 87.11% y que compartieron rangos de significancia según Tukey con las pieles del tratamiento en mención pero en el segundo ensayo (T3E2), con medias de 89.78%.

Pero que al ser comparadas con las exigencias de calidad de las norma IUP 6 (2001), que infiere como mínimo 50% lo superan ampliamente con la utilización de cada uno de los diferentes tipos de curtientes vegetales y en los diferentes ensayos consecutivos, no obstante en la investigación realizada se puede observar que al curtir las pieles con quebracho en cada uno de los efectos estudiados se registra los mejores resultados al incluir en la formulación de la curtición el extracto de quebracho ya que según lo manifestado en <http://www.gemini.com>.(2010), el empleo del quebracho que presenta una alta velocidad de penetración con un contenido elevado de taninos y relativamente bajo de no taninos es, por lo tanto limitado a adiciones en la fase de curtición para una mejor distribución en el entretejido fibrilar, especialmente de las pieles pequeñas (cuy), a temperaturas superiores a 35°C, para mejorar el rendimiento, peso; así como también, elevar las resistencias físicas de la elongación en la piel.

## 2. Lastometría

Los ensayos de probeta que se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Tenería Curtipiel Martínez (LACOMA), basados en la norma Técnica IUP 9 (2002), que refiere a una lastometría mínima de 8 mm para considerarse pieles de buena calidad, registran una media general de 8.80 mm y un coeficiente de variación de 2.44%, que es un indicativo de una alta homogeneidad entre la dispersión de las mediciones experimentales. Reportándose los valores más altos en las pieles del tratamiento T3 (guarango), con 8.98 mm y que al compararlas con las exigencias de la norma antes indicada son superiores; es decir, el material proveniente de la curtición con guarango presenta una alta distensión del cuero cuando pasa de la forma plana a la espacial., como se ilustra en el gráfico 4.

Mientras que al curtir con mimosa y quebracho la lastometría desciende en forma altamente significativa ( $P < 0.004$ ), ya que las medias reportadas fueron de 8.86 y 8.56 mm, que aunque superan con las exigencias de calidad de la norma antes descritas presentan resistencias más bajas que las de las pieles curtidas con guarango lo que puede deberse a lo manifestado por Schubert, M. (1977), quien manifiesta que el guarango es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de su vaina, tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos y para pinturas anticorrosivas.

Debido a su alto contenido de taninos, se le emplea en el curtido de pieles tiene propiedades similares al quebracho, mimosa y otros taninos vegetales usados comúnmente en la curtiembre de cueros, la utilización de guarango en las pieles las hace inmune al ataque bacteriano, y aumenta temperatura de encogimiento, son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas, produce un cuero claro, flexible y de buena aptitud para el teñido. Apropiado para cueros vegetalizados que requieran buena solidez a la luz. En conjunto con aceites adecuados se obtienen cueros con buenos valores de fogging y de distensión. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería, vestimenta y artesanías de fino acabado.

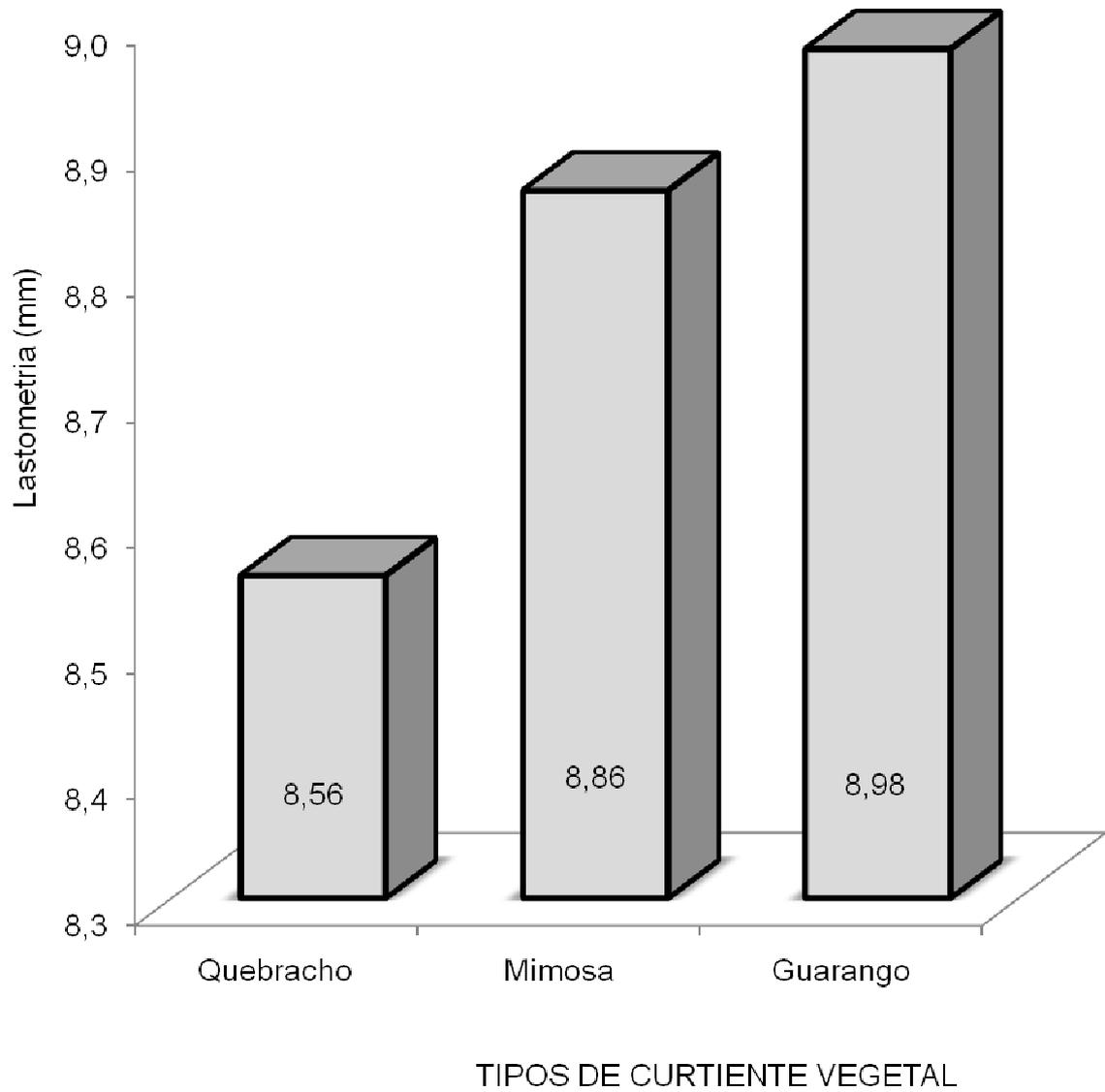


Gráfico 4. Comportamiento de la lastometría las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

En la evaluación del efecto de los ensayos sobre la resistencia física de lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes curtientes vegetales no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.39$ ), entre medias aunque aleatoriamente le corresponde una mayor lastometría a las pieles del segundo ensayo con medias de 8,73 mm y los valores más bajos fueron los reportados por las pieles del primer ensayo con 8,87 mm, como se indica en el cuadro 16 y gráfico 5. Los cuales al ser cotejados con la Norma Técnica de Calidad IUP 9 (2002), de la Asociación Española de Normalización del Cuero que infiere como mínimo los 8 mm podemos ver que en los dos ensayos se superan con estas exigencias lo que es un indicativo de haber producido un material que resista muy bien a las diferentes tensiones a las que van a estar sometidos especialmente en el momento de la elaboración del artículo final como también en el uso diario.

La obtención de pieles de cuy como es una tecnología nueva necesitamos ser más exigentes en lo que se refiere a la lastometría que puede medir la resistencia que opone un artículo a deformarse por el impacto puesto que el mercado en el que se trabajará no tiene conocimiento de que tipo de materia prima se trata y sobre todo hasta cuanto pueden soportar las tensiones multidireccionales por lo tanto necesitaremos trabajar con guarango para que no exista ningún inconveniente como pueden ser roturas precoces o deterioro muy rápido.

Los valores medio obtenidos de la lastometría por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes vegetales, (quebracho, mimosa y guarango), y los ensayos en la curtición de las pieles de cuy registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.003$ ); entre medias, reportándose la lastometría más alta en las pieles de cuy curtidas con mimosa (T2), en el segundo ensayo (T2E1), con 9,24 mm y que desciende a 9.01 mm en las pieles del tratamiento en mención pero en el primer ensayo (T2E1), con medias de 9,01 mm; seguida en forma descendente de las pieles de tratamiento T1 (quebracho), en el primero y segundo ensayo con 8.69 y 8.94 mm respectivamente (T1E1 y T1E2), en tanto que los valores medios más bajos de lastometría fueron los registrados en las pieles del tratamiento T3 ( guarango), en los dos ensayos consecutivos, (T3E1 y T3E2), con una lastometría de 8,49 y 8,43 mm.

Cuadro 16. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELS DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES FISICAS	EFECTO DE LOS ENSAYOS		MG	Sx	Prob	Sign
	Primer ensayo	Segundo ensayo				
Porcentaje de elongación, %.	94,15 a	91,93 a	93,04	0,80	0.18	ns
Lastometría, mm.	8,87 a	8,73 a	8,80	0,09	0.39	ns
Resistencia a la tensión, N/cm <sup>2</sup> .	88,29 a	89,58 a	88,94	1,02	0.49	ns

Fuente: Guaminga L, (2011).

MG: Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey  $P < 0.001$ .

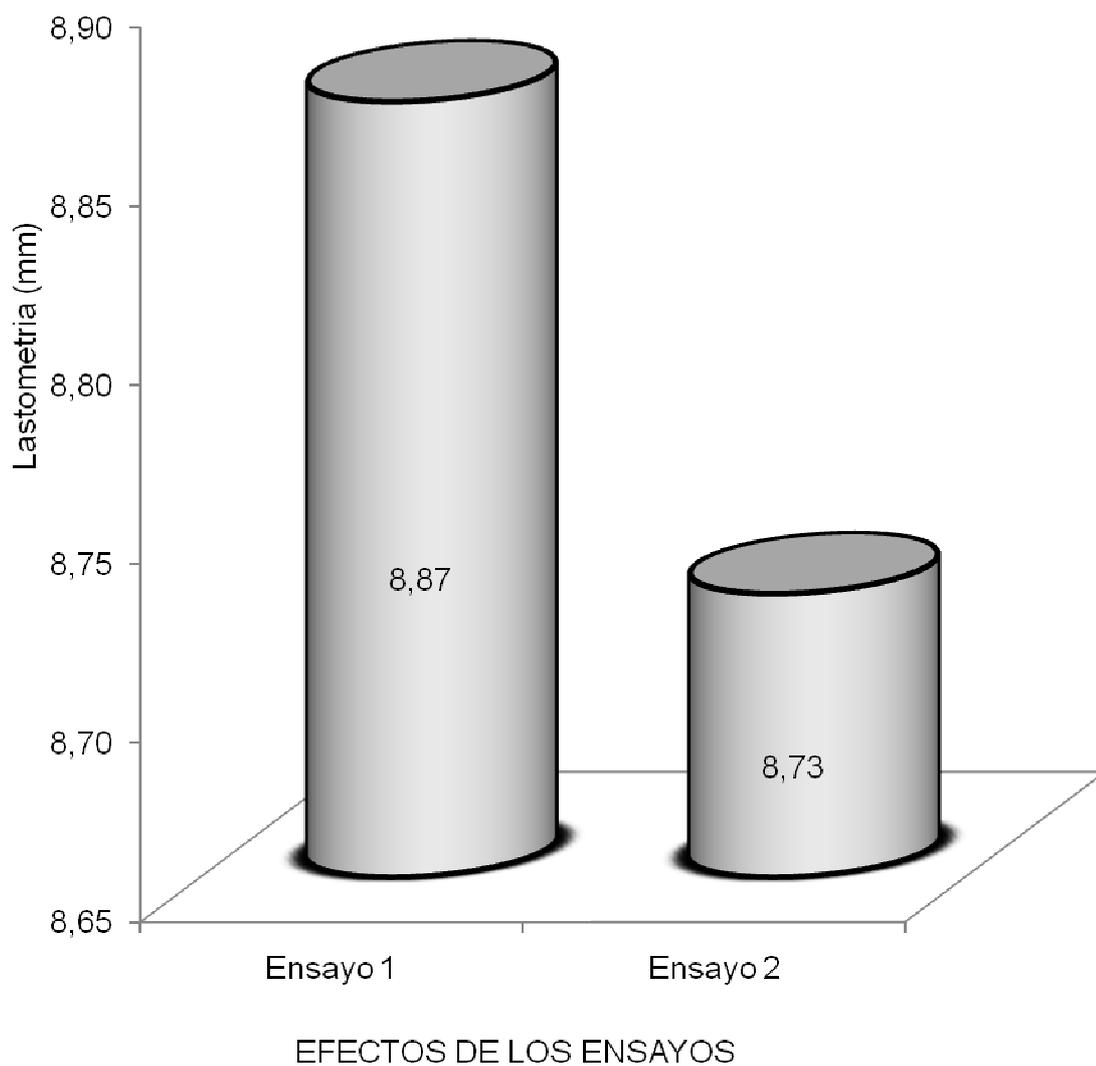


Gráfico 5. Comportamiento de la lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

### **3. Resistencia a la abrasión**

En el análisis de varianza de la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy se registró diferencias altamente significativas ( $P < 0.006$ ), por efecto de los diferentes tipos de curtientes vegetales, en la separación de medias según Tukey se reportó la abrasión más alta en las pieles del tratamiento T3 (guarango), con medias de  $92,50 \text{ N/cm}^2$ , seguida de las pieles del tratamiento T2 (mimosa), con medias de  $90.69 \text{ N/cm}^2$ , mientras que las abrasiones más bajas fueron en las pieles del tratamiento T1 (quebracho), con  $83.63 \text{ N/cm}^2$ , como se ilustra en el gráfico 6. Las exigencias de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero, en su norma técnica UNE 59024 (2002), infiere como mínimo permitido para la abrasión  $75 \text{ N/cm}^2$ , por lo tanto al cotejarlos con los resultados de nuestra investigación podemos ver que al curtir las pieles de cuy con cualquiera de los tres curtientes vegetales se supera con esta exigencia pero es más amplia esta diferencia al utilizar el guarango.

Lo que puede deberse a lo manifestado por Lacerca, A. (1996), que indica que las sustancias vegetales empleadas como agentes curtientes son los taninos presentes en la madera, corteza, tallo, hojas y/o frutos de ciertas plantas y árboles. Estos curtientes vegetales se extraen de la molienda de la materia vegetal que contiene la sustancia buscada, con agua o con una mezcla de agua y alcohol, que luego se decanta y se deja evaporar a baja temperatura hasta obtener el producto final, los taninos tienen un ligero olor característico, sabor amargo y astringente, y su color va desde el amarillo hasta el castaño.

El guarango impide que las fibras del colágeno se aglutinen en granos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible y que es muy resistente a la abrasión, que en el ensayo las pieles de cuy son colocados sobre un plato porta muestras giratorio y sometidas a la acción áspera de dos discos abrasivos sometidos a una carga determinada, la acción de rozamiento y abrasión se produce mediante la acción vertical de muelas abrasivas giratorias normalizadas sobre la muestra que simula el efecto que tienen sobre el artículo elaborado las fricciones del uso diario.

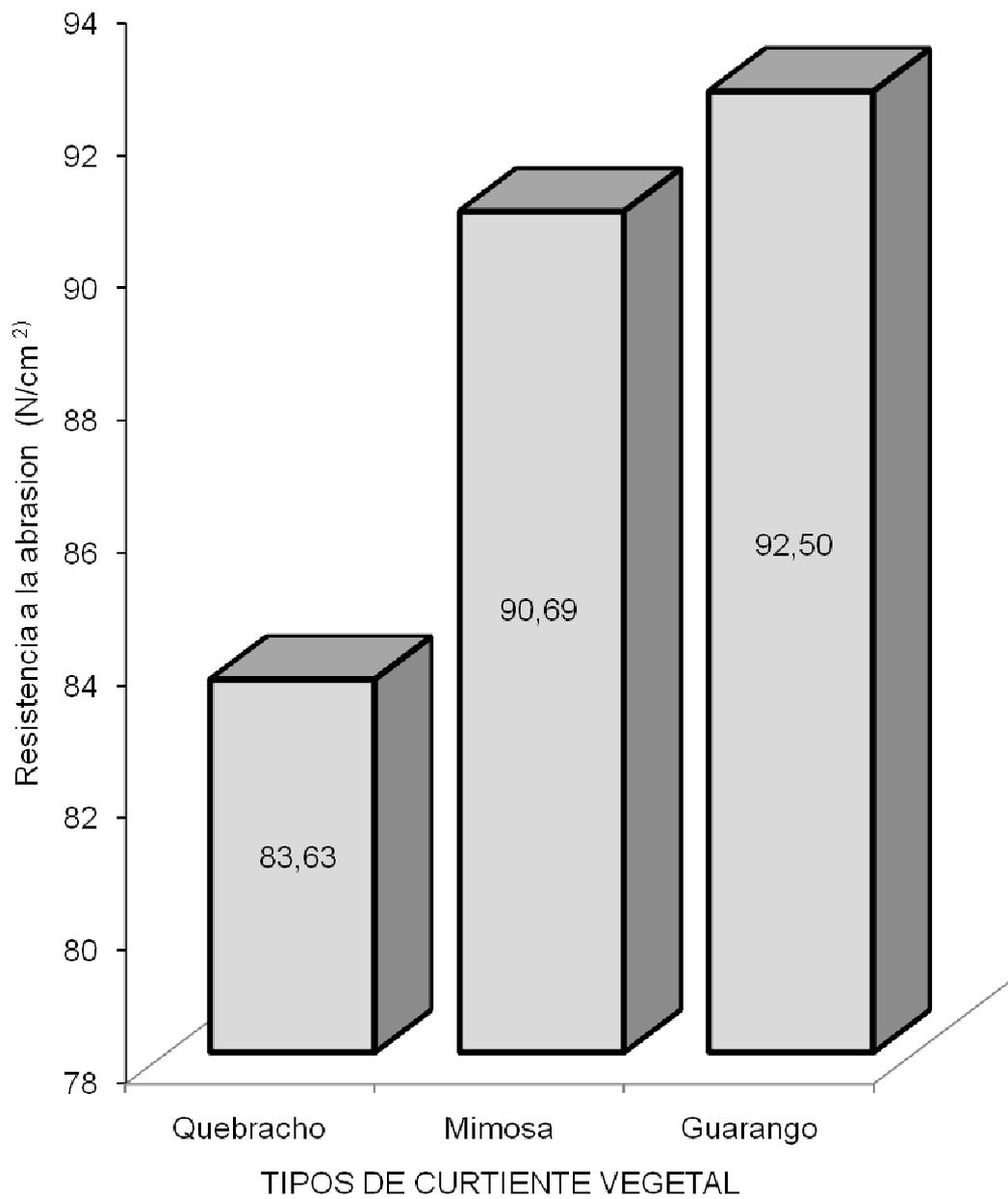


Gráfico 6. Comportamiento de la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

En el análisis del efecto que registraron los ensayos sobre la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de curtiente vegetal no se reportaron diferencias estadísticas ( $P < 0,49$ ), entre medias; sin embargo, numéricamente se presenta superioridad hacia las pieles del segundo ensayo con medias de  $89,58 \text{ N/cm}^2$ , en comparación de las pieles del primer ensayo que reportaron la resistencia a la tensión más baja de la investigación con  $88,29 \text{ N/cm}^2$ , como se ilustra en el gráfico 7. Lo que nos permite aseverar que el efecto que registran los diferentes ensayos sobre las resistencias físicas del cuero no son estadísticamente significativas lo que puede deberse a que en el desarrollo de los diferentes ensayos se intentó mantener homogeneidad en los procesos de curtición, en el pesaje de los productos químicos, tiempo y velocidad de rodado de los bombos y sobre todo porque fue realizado en un ambiente controlado, lo que no influyo sobre la calidad de la materia prima.

Por lo que se puede afirmar que las diferencias numéricas encontrados únicamente pudieron deberse a la calidad de la materia prima que en este caso es la piel de cuy y que como es un animal que se caracteriza por presentar numerosos defectos mecánicos como son rasguños, cortes, heridas, entre otros que al entrar en los procesos de producción se ponen de manifiesto hasta el punto de disminuir la resistencia a la abrasión de las pieles.

Al evaluar el efecto de la interacción entre los diferentes curtientes vegetales (quebracho, mimosa y guarango), con los ensayos consecutivos sobre la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy se reportaron diferencias significativas entre medias ( $P < 0.03$ ), presentándose los valores más altos en las pieles curtidas con guarango en el primer ensayo (T3E1), con  $93.13 \text{ N/cm}^2$ , y que desciende a  $92,75 \text{ N/cm}^2$ , en las pieles del tratamiento T2 en el segundo ensayo (T2E2), con  $92.75 \text{ N/cm}^2$ , seguido de las pieles del tratamiento T3 en el segundo ensayo (T3E2), con medias de  $91.88 \text{ N/cm}^2$ , que compartieron rangos de significancia según Tukey con las pieles del tratamiento T2 en el primer ensayo con medias  $88.63 \text{ N/cm}^2$ , en tanto que los valores más bajos de resistencia a la abrasión fueron registrados en las pieles del tratamiento T1 en el primer ensayo (T1E1), con medias  $83.13 \text{ N/cm}^2$ .

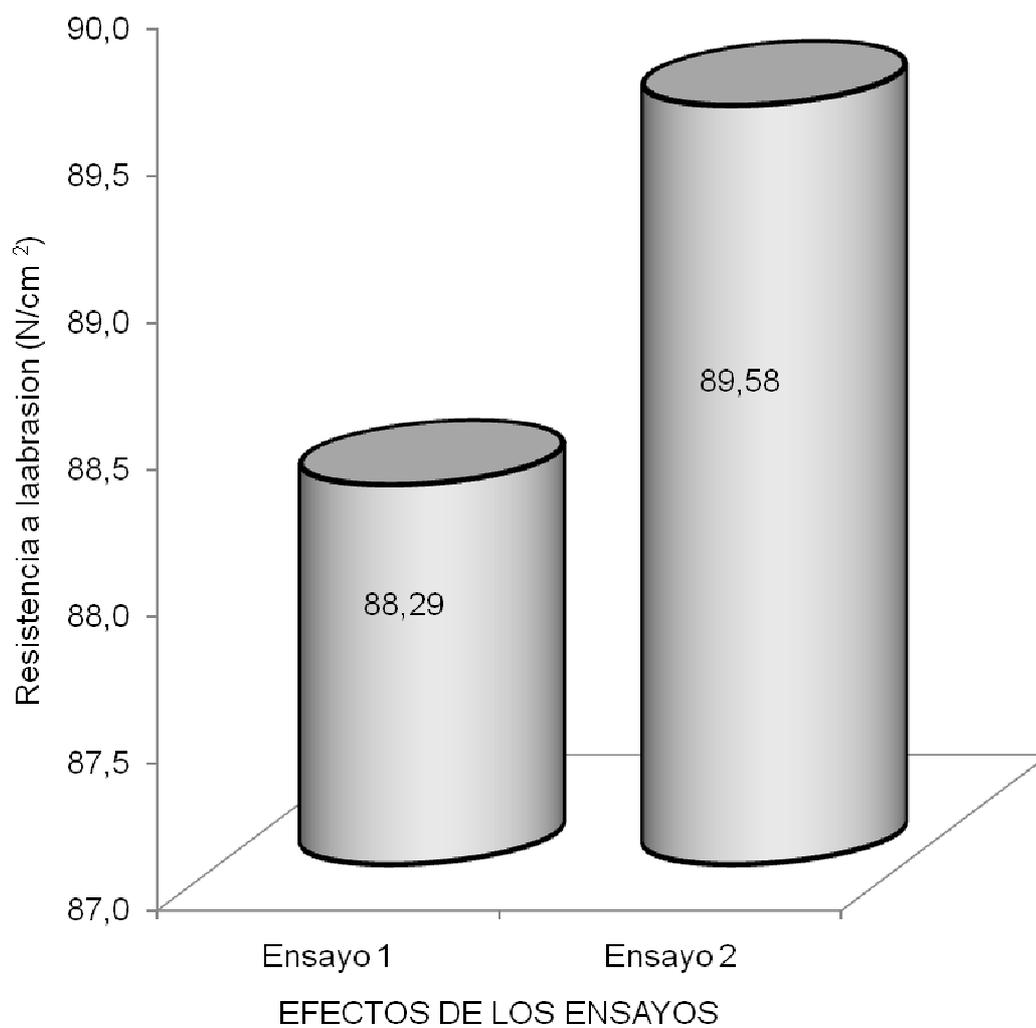


Gráfico 7. Comportamiento de la resistencia a la abrasión de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

## **B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO)**

### **1. Redondez**

En la apreciación sensorial de redondez de la piel de cuy curtida con diferentes curtientes vegetales (quebracho, mimosa y guarango), se registraron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.33$ ), entre medias, según Kruskal Wallis, reportándose las calificaciones más altas de redondez en las pieles curtidas con guarango (T3), con medias de 4,75 puntos y calificación de excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que desciende a 4,38 puntos al curtir la piel en las pieles curtidas con quebracho (T1), en tanto que las calificaciones más bajas fueron las reportadas en las pieles de cuy curtidas con mimosa (T2), con calificaciones medias de 3.25 puntos y condición buena, como se indica en el cuadro 17 y se ilustra en el grafico 8 . Por lo que se infiere que al curtir con guarango se elevan las calificaciones sensoriales de la piel de cuy lo que puede deberse a lo manifestado por Jones, C. (1984), que indica que la evaluación sensorial es el análisis de los materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, resistencias físicos, análisis microbiológicos, etc.

Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos, uno de ellos es el tacto que nos permite percibir el grado de arqueado o moldeo de la piel que para nuestro caso los mejores reportes se consiguen con el empleo de guarango el cual se utiliza para la fabricación de tintas y el curtido de pieles, gracias a la capacidad de los taninos para transformar las proteínas en productos resistentes a la descomposición, su gran capacidad de reaccionar con las sales férricas, y que tienen la facilidad de ubicarse entre las fibras del colágeno de la piel formando un complejo elástico que le proporciona a la piel una buena curvatura, ideal para la confección de prendas o artesanías muy delicadas.

Cuadro 17. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO).

	TIPOS DE CURTIENTES VEGETALES			CV	MG	Sx	Criterio Kruskall wallis	Prob	Sign
	Quebracho T1	Mimosa T2	Guarango T3						
Redondez, puntos.	4,38 b	3,25 c	4,75 a	17,74	4,13	0,26	21.73	0.007	**
Llenura, puntos.	4,19 a	3,13 b	4,19 a	15,33	3,83	0,21	13.50	0.007	**
Finura de flor, puntos.	4,19 b	3,19 c	4,75 a	11,77	4,04	0,17	24.01	0.009	**

Fuente: Guaminga L, (2011).

Cv: Coeficiente de variación.

MG: Media general.

Sx: Desviación estándar.

Criterio Kruskall Wallis.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

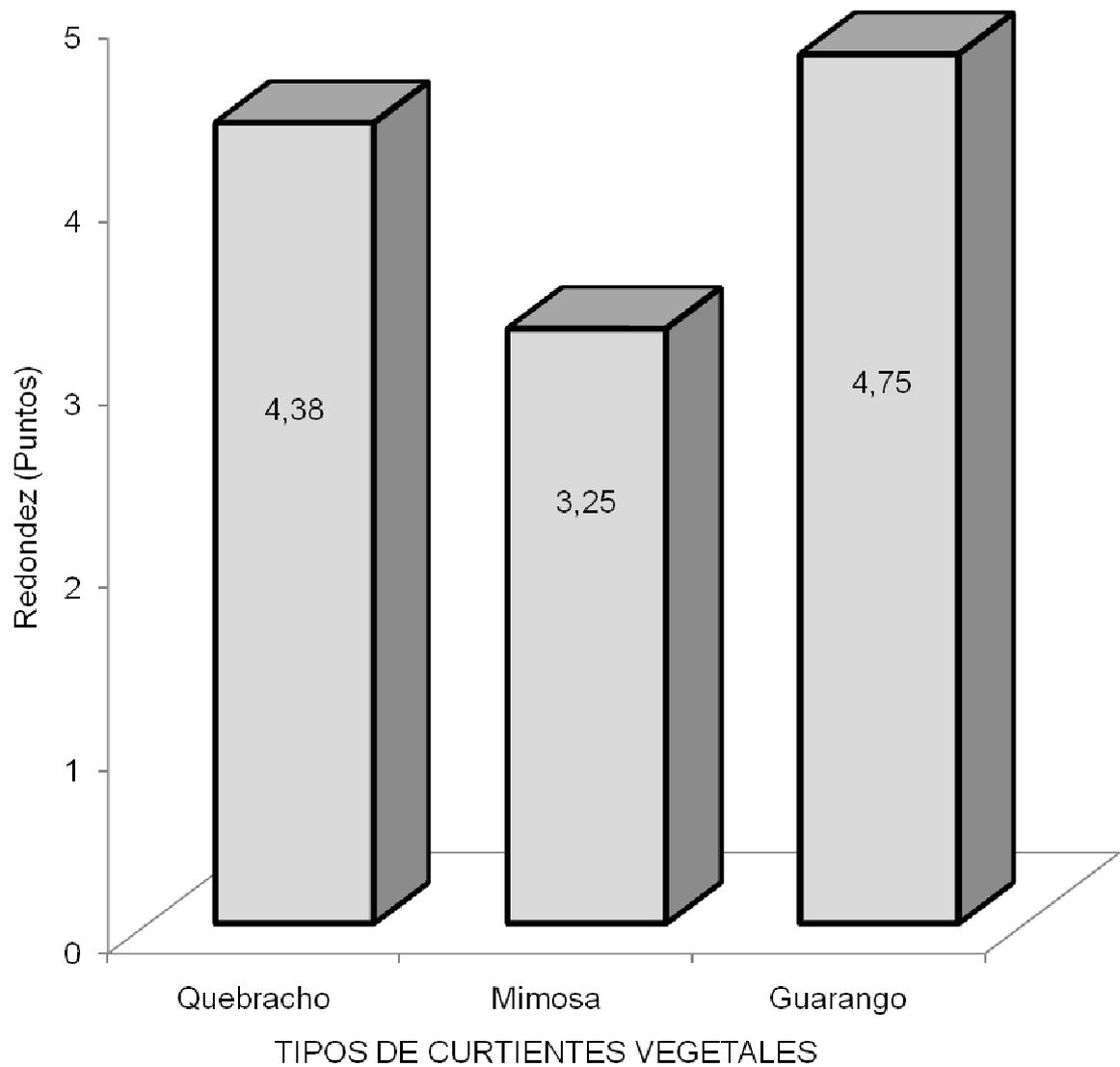


Gráfico 8. Comportamiento de la redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

Los reportes del efecto de los ensayos consecutivos sobre la variable sensorial de redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes tipos de curtientes vegetales no registraron diferencias estadísticas, ( $P < 0.78$ ), entre medias registrándose únicamente una cierta superioridad numérica en las pieles del segundo ensayo con 4.08 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que no difieren estadísticamente de las pieles del primer ensayo que reportaron calificaciones de 4.08 puntos y condición muy buena, como se ilustra en el gráfico 9. 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 de redondez más alta; es decir, los cueros con una mayor curvatura ideales para la confección de artículos o artesanías de delicado acabado, que deben moldearse para que el confeccionista en el momento de la elaboración de la prenda disponga de un material muy noble y así facilite su trabajo.

Al realizar el análisis de la redondez de la piel de cuy por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos consecutivos se reportaron diferencias estadísticas ( $P < 0.03$ ), entre medias, ubicándose los mejores resultados en las pieles curtidas con guarango en el primer ensayo (T3E1), con calificaciones de 4,88 puntos y condición excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), las mismos que desciende a 4.63 puntos en las pieles curtidas con quebracho en el primer ensayo (T1E1), y que además de compartir el mismo rango de significancia con las pieles curtidas con quebracho en el segundo ensayo (T3E2), reportaron la misma calificación y que correspondió a 4.63 puntos y condición excelente según la mencionada escala.

En tanto que calificaciones más bajas fueron las reportadas en las pieles curtidas con mimosa en el primer ensayo con calificaciones de redondez de 2,75 puntos y condición baja, que son indicativos de pieles muy duras con efecto acartonado que al convertirlos en artículos finales son muy gruesos y con poca delicadeza lo que desmejora tanto la calidad como el costo de las pieles, por lo que es necesario que se controle estrictamente con los procesos de curtición para asegurar la calidad de la materia prima.

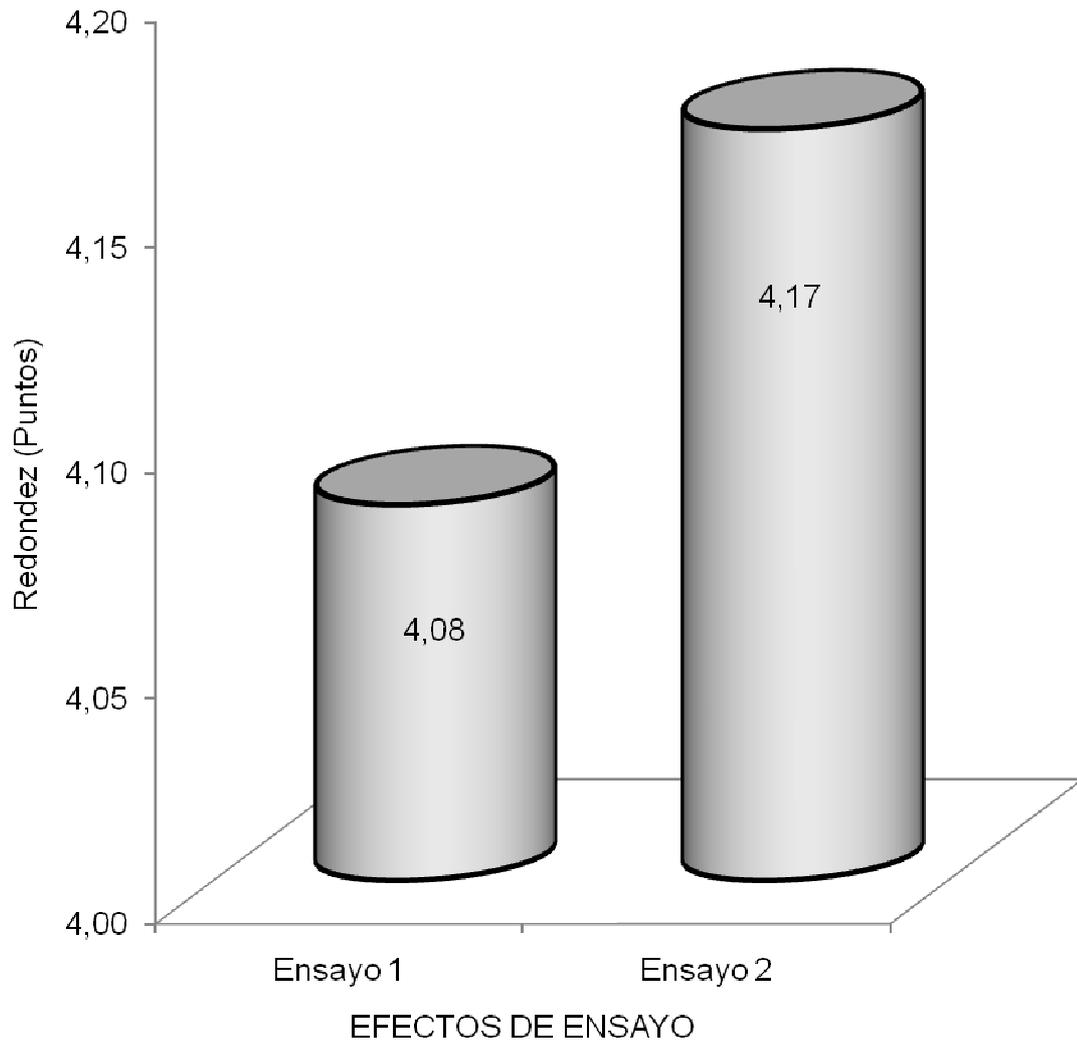


Gráfico 9. Comportamiento de la redondez de las pieles de cuy curtidadas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

## 2. Llenura

Al evaluar la calificación sensorial de llenura de las pieles de cuy se determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.007$ ), como se ilustra en el gráfico 10, entre los tratamientos por efecto de los diferentes curtientes aplicados a la curtición vegetal, registrándose un coeficiente de variación de 15,33% y una media general de 3.83 puntos. Presentándose la calificación mayor en las pieles curtidas con guarango (T3), con 4.19 puntos, y calificación muy buena según lo prueba la escala sensorial planteada por Hidalgo, L. (2010), y que además compartieron tanto rangos de significancia como calificación con las pieles curtidas con quebracho (T1), mientras que las puntuaciones más bajas en lo que respecta a redondez fueron reportadas por las pieles curtidas con mimosa (T2), con 3,13 puntos y calificación baja según la mencionada escala.

Por lo que se puede afirmar que la curtición vegetal con guarango y quebracho llenan los espacios interfibrilares del colágeno de la piel para que al realizar el toque se perciba la sensación de llenura pero sin perder su delicadeza, mas bien esta calificación nos sirve como indicativo del tipo de artesanías que vayamos a elaborar y según las necesidades que ellas exijan. Lo que se debe a lo manifestado por <http://www.cueronet.curtición.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 de pieles para la confección de artesanías.

En los que la llenura, es indispensable para permitir que el artículo confeccionado brinde las mejores prestaciones sensoriales y no se cuelgue, ni caiga ocasionando el apareamiento de arrugas y fisuras que aceleran el proceso de envejecimiento de la prenda confeccionada.

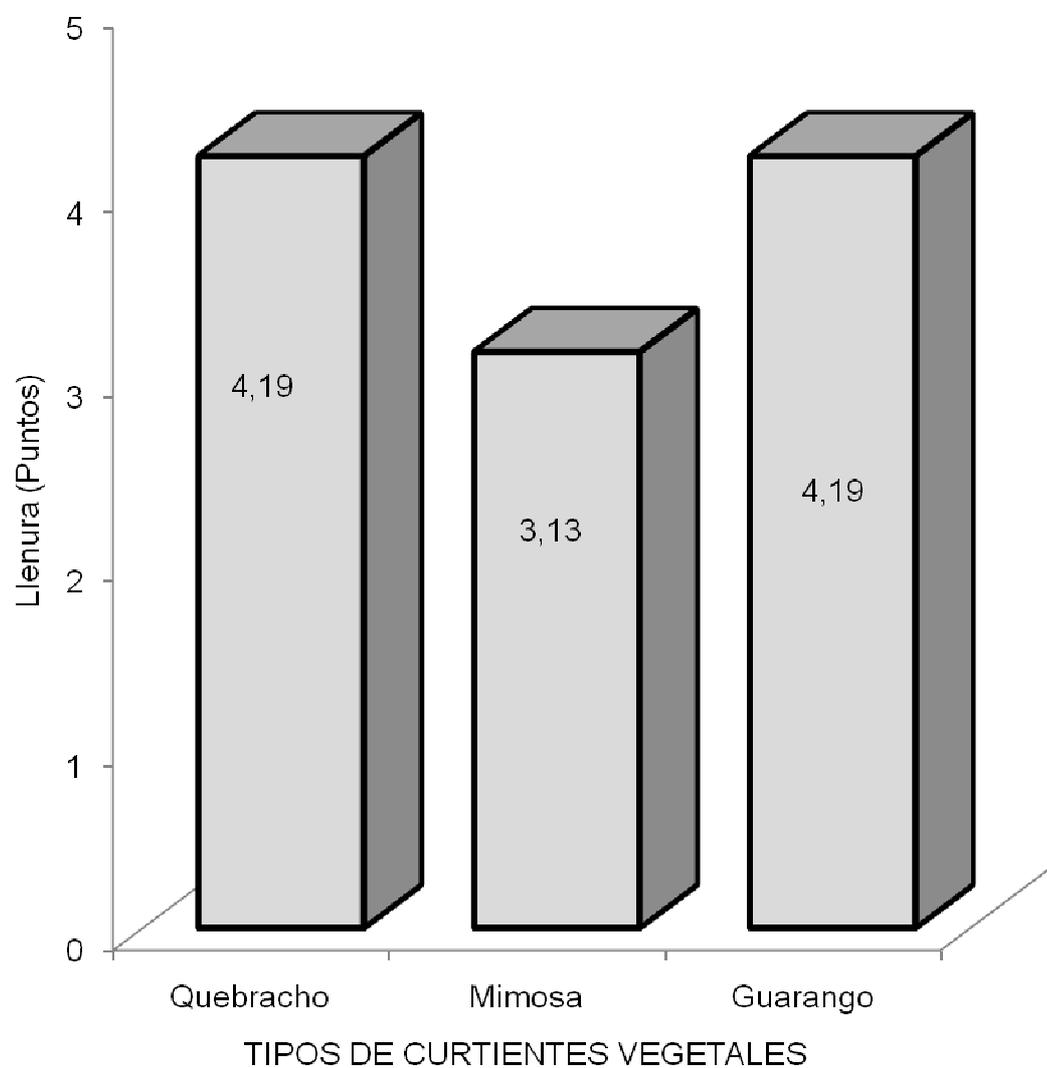


Gráfico 10. Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

En la apreciación sensorial de la llenura de la piel de cuy curtida con diferentes tipos de curtientes vegetales (quebracho, mimosa y guarango), no se registró diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.75$ ), por efecto de los ensayos, únicamente se presentó una cierta superioridad numérica en las pieles del segundo ensayo con 4,0 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que no difieren estadísticamente de las pieles del primer ensayo que reportaron calificaciones de 3.67 puntos y condición muy buen, como se indica en el cuadro 18 y se ilustra en el gráfico 11. 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 primera calidad, que deben moldearse para presentar un alto grado de suavidad que permita dar comodidad al confeccionista en el momento de la elaboración del artículo final como pueden ser carteras, billeteras, pirograbados, etc.

Los valores medios obtenidos de la llenura de las pieles de cuy, registraron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.07$ ), por efecto de la interacción entre los niveles de curtiente vegetal y los ensayos consecutivos, reportándose la mayor calificación en las pieles curtidas con guarango en el primer ensayo con calificaciones medias de 4,88 puntos y condición excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), en tanto que al curtir las pieles de cuy con quebracho y mimosa en el primero y segundo ensayo (T1E1 y T3E2), se registro una calificación similar correspondiente a 4,63 puntos y condición cercana a excelente según a la mencionada escala, posteriormente se ubicaron las pieles curtidas con quebracho en el segundo ensayo, (T1E2), con medias de 4,13 puntos y condición muy buena que además compartieron rangos de significancia según Tukey con las pieles de cuy curtidas con mimosa en el segundo ensayo (T2E2), una puntuación de llenura de 3,75 puntos y condición buena. En tanto que las calificaciones más bajas de llenura fueron las registradas por las pieles curtidas con mimosa en el primer ensayo (T2E1), que reportaron medias de 2,75 y calificación baja.

Cuadro 18. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES DE CUY CURTIDAS CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES (QUEBRACHO, MIMOSA Y GUARANGO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES SENSORIALES	POR EFECTO DE LOS ENSAYOS		MG	Sx	Prob	Sign
	Ensayo 1	Ensayo 2				
Redondez, puntos.	4,08 a	4,17 a	4,13	0,26	0.78	ns
Llenura, puntos.	3,67 a	4,00 a	3,83	0,21	0.75	ns
Finura de flor, puntos.	4,08 a	4,00 a	4,04	0,17	0.58	ns

Fuente: Guaminga L, (2011).

MG: Media general.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey  $P < 0.001$ .

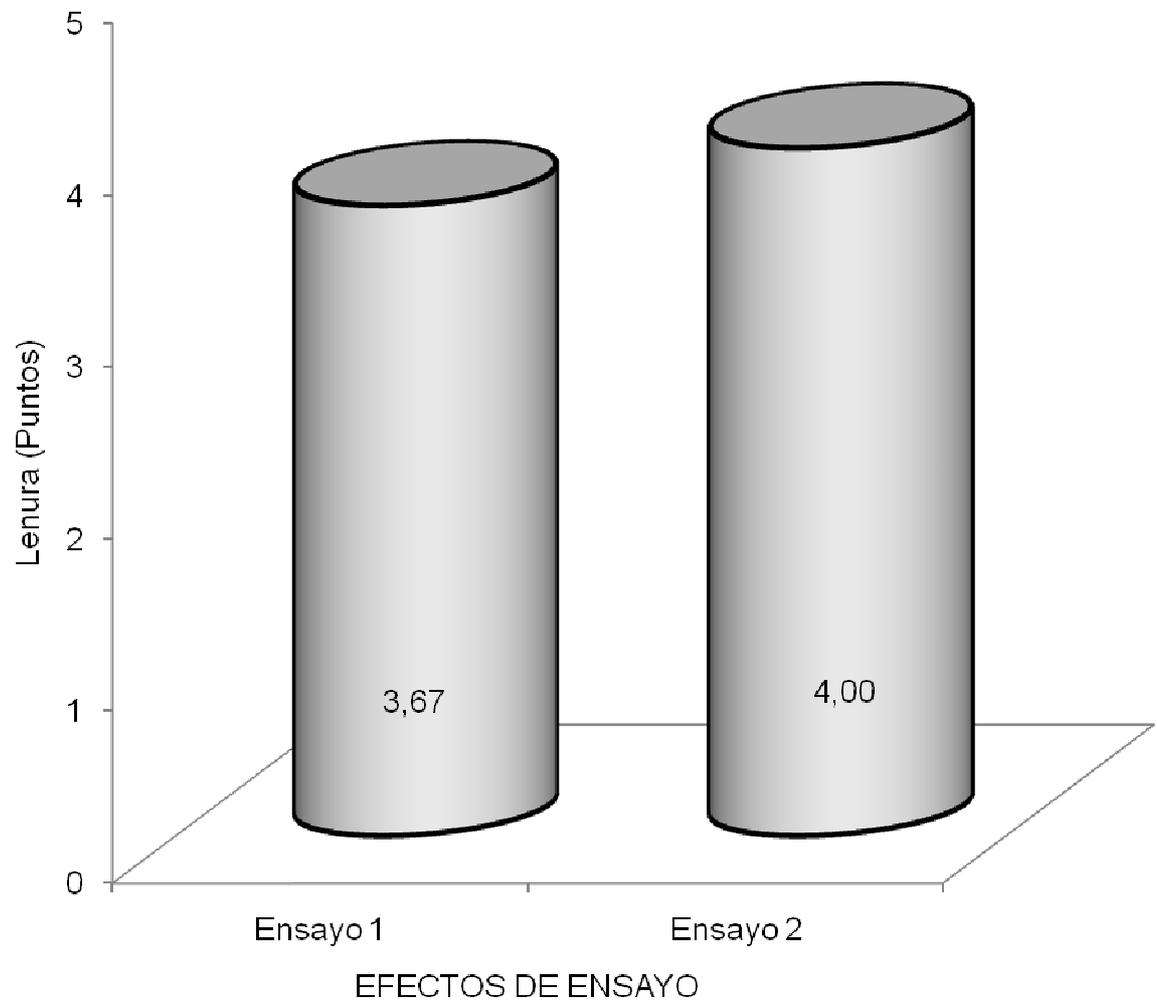


Gráfico 11. Comportamiento de la llenura de las pieles de cuy curtidadas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

### 3. Finura de flor

Los valores medios obtenidos de la finura de flor de las pieles de cuy, que se ilustra en el gráfico 12, se registraron diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.009$ ), por efecto de los diferentes curtientes vegetales, reportándose la mayor calificación en las pieles de cuy curtidas con guarango T3, que alcanzaron puntuaciones de finura de flor correspondientes a 4,75 puntos y condición excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), y que descienden a 4,19 puntos en las pieles curtidas con quebracho (T1), mientras que las calificaciones más bajas fueron las registradas en las pieles curtidas con mimosa (T2), con medias de 3,19 puntos y condición buena según la mencionada escala.

Lo que nos permite afirmar que el curtiente guarango posee elevadas cantidades de taninos vegetales que permiten mejorar la finura de la flor de las pieles de cuy lo que puede deberse según <http://cueronet.net>.(2011), 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 curtiente vegetal especialmente el guarango 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 vegetales 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 que es detectada por las percepciones táctiles diferentes y dependiendo de su naturaleza lo harán en diversas categorías: rugosidad, finura de flor, llenura, suavidad y características térmicas.

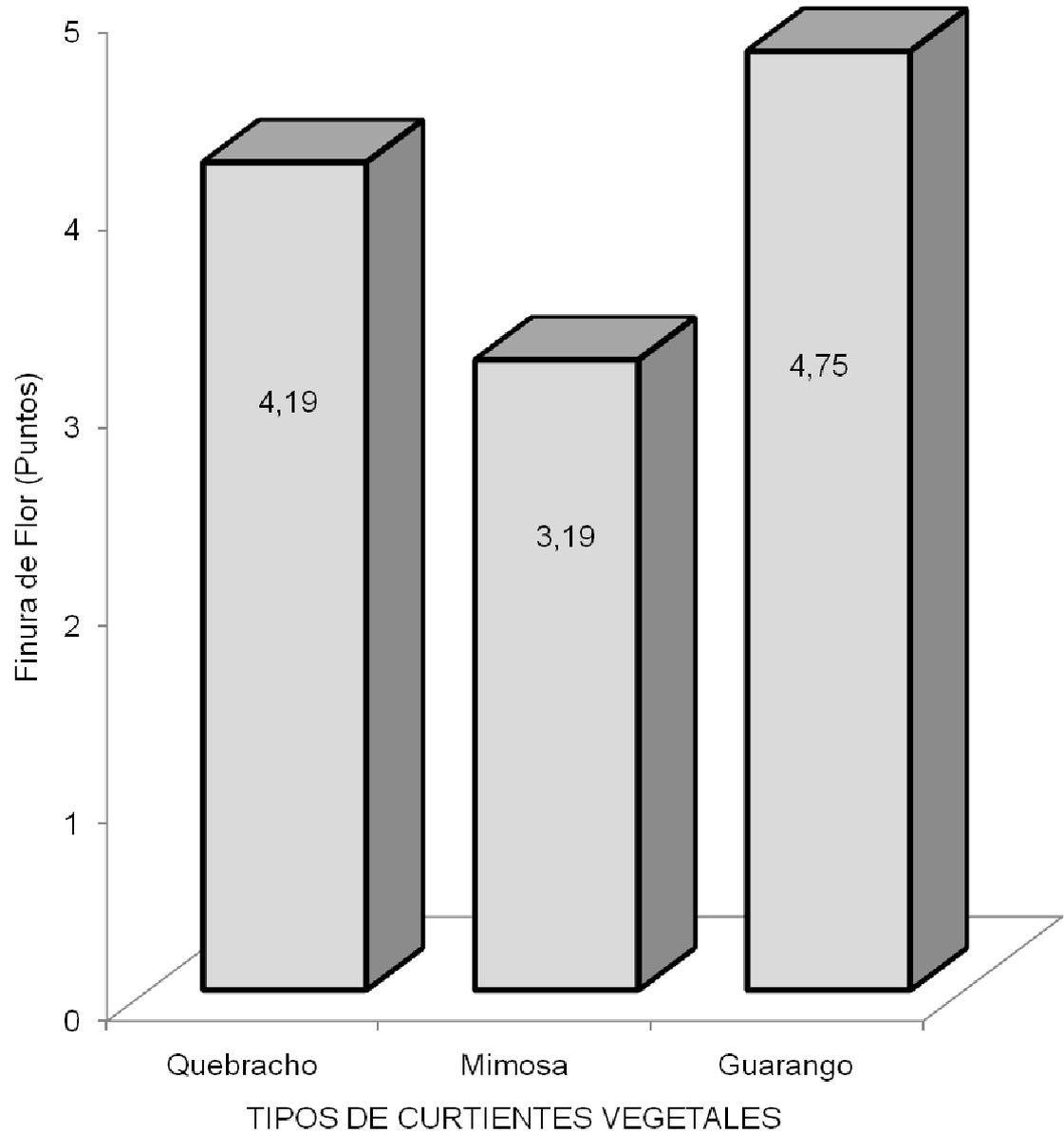


Gráfico 12. Comportamiento de la finura de flor las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

En la valoración del efecto que registran los ensayos sobre la característica sensorial de finura de flor no se reportaron diferencias estadísticas, ( $P < 0,58$ ), entre las medias de los ensayos; sin embargo, numéricamente se registro superioridad en las pieles del primer ensayo con 4.08 puntos y calificación de muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2010), en comparación con los resultados de finura de flor de las pieles del segundo ensayo que son ligeramente inferiores con calificaciones de 4.0 puntos y condición muy buena, como se ilustra en el gráfico 13. Según el análisis de los resultados reportados nos permiten afirmar que es necesario conocer la calidad de la materia prima de la cual está elaborado el artículo confeccionado y dentro de ellas la finura de flor que 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 la proyección sensorial del producto el aprovechamiento de las características táctiles inherentes a diferentes materiales y que de esta manera se utilice en la totalidad de la superficie de esa determinada materia prima. Finalmente debemos enfatizar que las diferencias encontradas únicamente son del orden numérico ya que la investigación se desarrollo en un ambiente controlado, los insumos químicos fueron adquiridos de la misma marca y casa química y sobre todo se aplico las formulaciones del director con mucha prolijidad, lo que se reflejo en la presentación de los resultados de los ensayos bastante homogéneos

En la evaluación de la interacción entre los diferentes curtientes y los ensayos consecutivos en la curtición de pieles de cuy, para la finura de flor se presentó diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.007$ ), registrándose las más altas calificaciones en las pieles del tratamiento T3 en el primer ensayo (T3E1), con 4,88 puntos y calificación excelente y que desciende a 4,75 puntos en el tratamiento T1 del primer ensayo, a continuación se ubican las pieles del tratamiento T3 en el segundo ensayo con 4,63 puntos y condición excelente y que desciende a 3,75 y 3,63 con la aplicación del tratamiento T2 en el segundo ensayo (T2E2), y T1 en el segundo ensayo respectivamente, en tanto que las calificaciones mas bajas fueron las registradas en las pieles del tratamiento T2 en el primer ensayo con 2,63 puntos y condición baja.

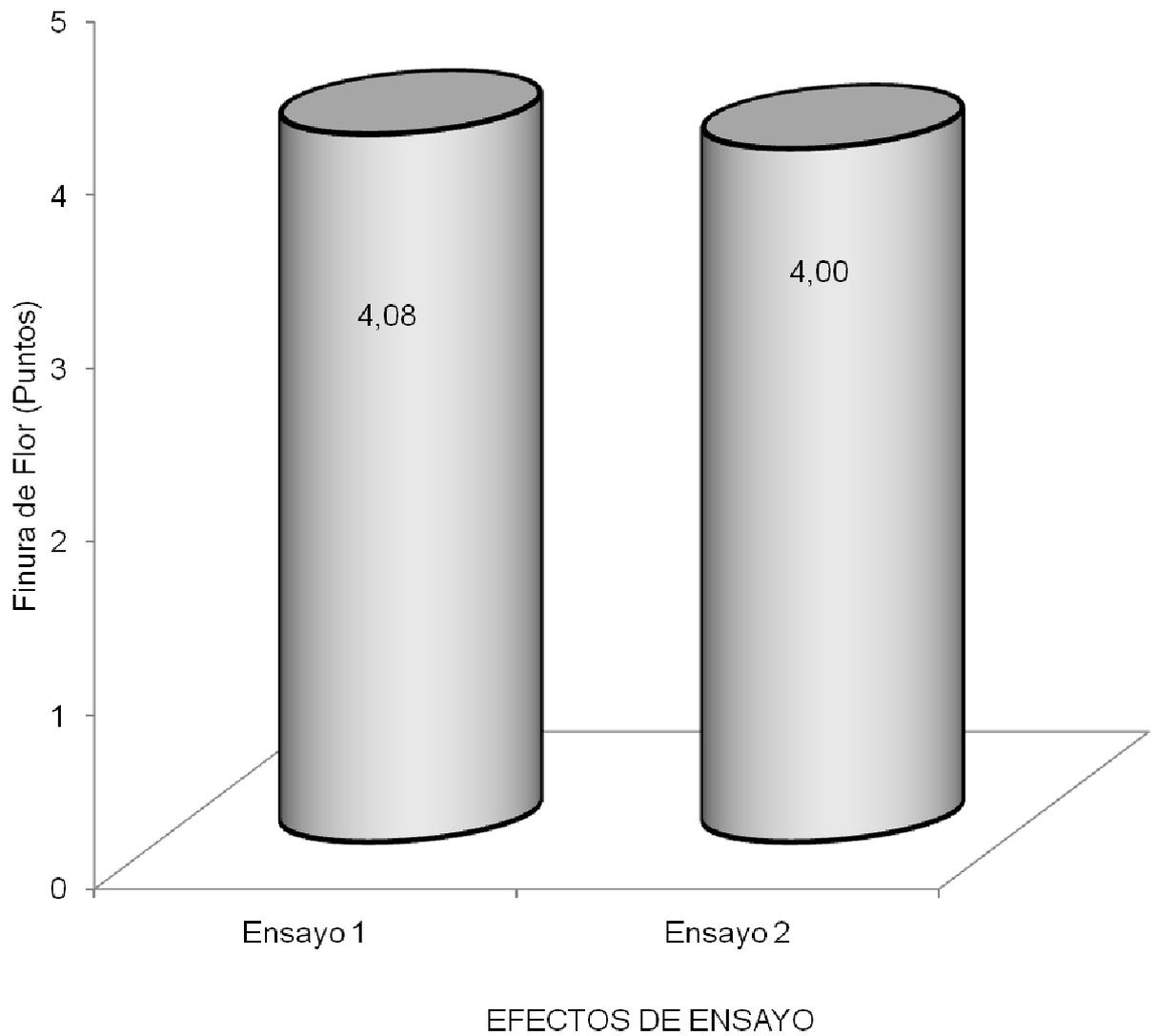


Gráfico 13. Comportamiento de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), por efecto de los ensayos.

### C. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Al realizar el análisis económico del beneficio/costo de la curtición de pieles de cuy con diferentes curtientes vegetales, que se expone en el cuadro 19. Tomando en consideración los egresos ocasionados por la compra de pieles de cuy, productos químicos, procesos mecánicos y alquiler de maquinaria, y como ingresos la venta de los artículos finales, excedente de pieles y carne de cuy se estableció que la mayor rentabilidad se alcanzó al curtir las pieles con guaran (T3), pues reporta un beneficio costo equivalente a 1.20 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener un 20% de rentabilidad, el cual desciende a 1.13 en las pieles curtidas con mimosa (T2), y que es un indicativo de que vamos a obtener un 13% de utilidad, mientras que el beneficio costo mas bajo fue el registrado por las pieles de cuy curtidas con quebracho con un valor nominal de 1.11 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener una recuperación de capital y una rentabilidad del 11%.

Por lo que al realizar el análisis de rentabilidad de la de la curtición de pieles de cuy con diferentes niveles de curtientes vegetales a mas de que estamos protegiendo el medio ambiente pues como sabemos el cromo es el mayor contaminante de la industria de producción de cueros, vamos a obtener márgenes de beneficio muy apreciables si se considera que el tiempo empleado en los procesos de curtición, son relativamente cortos ya que no van más allá de los 3 meses y que el conocimiento de las técnicas más apropiadas de curtición de pieles son de propiedad de pocas personas, conseguiremos una recuperación económica que supera a la inversión de la banca comercial, que en los actuales momentos está entre los 12 y 14%, constituyéndose una actividad comercial bastante nueva e innovadora.

Cuadro 19. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CURTICIÓN DE PIELES DE CUY CON DIFERENTES TANINOS VEGETALES.

PRODUCTOS	TRATAMIENTOS			
	Costo /T	T1	T2	T3
96 pieles	384	128	128	128
Tenso activo	2,08	0,69	0,69	0,69
Cloro	0,045	0,05	0,015	0,015
Sulfuro de Na	1,65	0,55	0,55	0,55
Cal apagada	1.01	0,33	0,33	0,33
Yeso	0,1	0,03	0,03	0,03
Sal en grano	0,8	0,27	0,27	0,27
Formiato de Na	0,64	0,21	0,21	0,21
Bisulfito de Na	0,64	0,21	0,21	0,21
Rindente	0,78	0,26	0,26	0,26
Acido fórmico	1,764	0,59	0,53	0,53
Diesel	0,18	0,06	0,06	0,06
<b>COSTO TOTAL RIBERA</b>	<b>393,68</b>	<b>131,23</b>	<b>131,23</b>	<b>131,23</b>
Quebracho	1,95	1,95		
Mimosa	2,56		2,56	
Guarango	0,9			0,9
Acido oxálico	0,23	0,08	0,08	0,08
Ester fosfórico	2,70	0,90	0,9	0,9
Grasa sulfitada	2,70	0,90	0,9	0,9
Grasa vegetal	1,80	0,60	0,6	0,6
Lijada	3,6	0,8	0,8	2
Elaboración de artículos	56	15	20	21
Artesanías	39,6	15,8	20,8	12
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>446,11</b>	<b>151,45</b>	<b>157,07</b>	<b>137,61</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de artesanías		41	43	37
Venta de monederos		14	19	19
Venta de excedente de pieles		85	87	91
Venta de carne de cuy		28	28	18
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>		<b>168</b>	<b>177</b>	<b>165</b>
<b>B/C</b>		<b>1,11</b>	<b>1,13</b>	<b>1,20</b>

Fuente: Guaminga, L. (2010).

## V. CONCLUSIONES

- Al analizar las resistencias físicas de lastometría, (8,98 mm), la resistencia a la abrasión 92,50 N/cm<sup>2</sup>, se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con guarango, y que superó ampliamente las exigencias de Calidad de la Asociación Española del Cuero; es decir, un material en el que no se rompe su estructura fibrilar al someterlas a las tensiones que pueden soportar tanto en el armado del artículo como en el uso diario.
- En el análisis sensorial según Kruskal Wallis se reportaron diferencias altamente significativas entre medias correspondiéndoles las mayores puntuaciones de redondez (4.75 puntos), llenura (4.19 puntos), y finura de flor a las pieles curtidas con guarango, ya que por su elevado contenido de taninos hacen que la piel se torne suave, flexible y muy delicada, pero al mismo tiempo resistente.
- El efecto registrado por los ensayos tanto para las resistencias físicas como para las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy curtidas con diferentes tipos de curtientes no registraron diferencias estadísticas ya que la investigación fue desarrollada en un ambiente controlado y los productos químicos fueron adquiridos en la misma casa comercial, por lo que se puede aseverar que las diferencias encontradas únicamente pudieron deberse al tipo de curtiente empleado en la formulación.
- En el análisis del beneficio costo (1.20), se pudo determinar la mayor rentabilidad al curtir las pieles de cuy con guarango ya por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 20% que es bastante atractiva sobre todo desde el punto de vista de que es una actividad industrial que no necesita de un gran capital de inicio y que el tiempo de recuperación de este es relativamente corto, y por lo tanto a más de obtener una buena ganancia estamos generando diversas fuentes de trabajo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las conclusiones que se exponen anteriormente permitieron plantear las siguientes recomendaciones:

- En los momentos actuales necesitamos disponer de una materia prima innovadora como es la piel de cuy por lo que se recomienda curtirlas con tanino vegetal guarango ya que en el análisis sensorial y las resistencias físicas se reportan los mejores resultados.
- Aplicar curtición vegetal con guarango ya que es un producto que además de tener un bajo costo comercial tiene la ventaja de no contaminar el ambiente ya que el producto más utilizado es el cromo pero por su alto poder contaminante se está buscando alternativas que puedan permitir una producción mas limpia de cuero y una de ellas es la sustitución de cromo por taninos vegetales.
- Replicar la presente investigación ya que al permitir incorporar en el mercado, este tipo de piel estamos aumentando la rentabilidad de la crianza de cuy al dar un valor agregado a un subproducto que no tiene costo y sobre todo ponemos a disposición de las personas de una canal sin tenor graso como es el que lo proporciona la piel.
- Crear un paquete tecnológico sobre la curtición vegetal de pieles de cuy ya que es un tema totalmente desconocido y que puede ayudarnos a mejorar nuestra economía familiar ya que para su producción no requerimos de un elevado costo inicial pero en cambio estamos produciendo una materia prima que tendrá un elevado costo ya una vez manufacturado.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET, J. 1985. Química Técnica de Tenerife. 1a ed. Igualada, España. Edit Romanya-Valls. pp 105,199, 215.
2. ABRAHAM, A. 1981. Procesos de curtidos de las pieles I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. (pp 25, 83).
3. ALIAGA, R. Y LOPEZ, V. 1986. Estudio sobre la situación actual de la crianza de cuyes en la región interandina del Ecuador. Informe JUNAC y PNUD.
4. ALTAMIRANO, A. 1986. La importancia del cuy: un estudio preliminar. UNMSM, Lima, Perú, Serie investigaciones. pp 8, 61.
5. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN DEL CUERO. Norma técnica IUP 6 (2001), Porcentaje de elongación.
6. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN DEL CUERO. Norma Técnica de Calidad IUP 9 (2002). Lastometría.
7. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN DEL CUERO. Norma técnica UNE 59024 (2002). Resistencia a la abrasión.
8. CHAVEZ, F. 2000. Centro ideas. Programa san marcos. Línea técnica pecuaria. Cajamarca, Perú.
9. ARTIGAS, M. 1987. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. sn. Barcelona, España. Edit. Latinoamericana. pp. 31,64.
10. BACARDITT, A. 2004. Procesos de curtidos. 2da ed. Catalunya, España. Edit. CETI. pp 3, 5, 45, 49,80.

11. FRANKEL, A. 1989. Manual de Tecnología del Cuero. 2da ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. (pp 112 ,148).
12. HERFELD, H. 1984. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 ,173.
13. HERNÁNDEZ, J. 1984. Curtición con mimosa. 5ª ed. México, México D. F. Edit. Jalcal. pp 42 ,69.
14. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2ª ed. Riobamba, Ecuador. Sl. (pp. 15 ,58).
15. HIDALGO, L. 2010. Escala de calificación sensorial de la piel de cuy curtida con diferentes tipos de curtientes. Riobamba, Ecuador.
16. HILL, R. 1989. Licores Residuales de Curtición. 1ª ed. Igualada, España. Sl. (pp 18 ,42).
17. [http://: www.gemini.com](http://www.gemini.com). 2010. Altamirano, P. Producción de piel y cueros en el Ecuador.
18. [http://: www.definicion.org](http://www.definicion.org), 2010. Dinamarca, P. La purga enzimática en cueros y pieles.
19. [http://:www.indunor.com](http://www.indunor.com). 2010. Espinoza, J. Procesos de curtido de pieles ligeras.
20. [http://: www.barrameda.com](http://www.barrameda.com). 2010. Fernández, I. Curtición vegetal de pieles ligeras.
21. [http://: wwwgemini.edu](http://wwwgemini.edu). 2010. Gonzales, A. Reseña de la Curtición vegetal en pieles pequeñas.

22. [http://: www.info@cueronet.com](http://www.info@cueronet.com). 2007. Hermida, P. Factores que influyen en curtición vegetal.
23. <http://www.ecoaddiction.com>.2010. Izurritea, I. Piel ecológica ligera en curtición vegetal.
24. [http://: www.bvsopsoms.org](http://www.bvsopsoms.org). 2010. Játiva, L. Breve estudio de la clasificación de los curtientes vegetales.
25. <http://www.quebracho.com>. 2010. Jiménez, L. El quebracho para la curtición de pieles pequeñas.
26. [http://: www.euroleather.com](http://www.euroleather.com). 2010. Kapersccki, F. Extractos de quebracho en la curtición de pieles pequeñas.
27. [http://: www.bvs.ops-oms.org](http://www.bvs.ops-oms.org). (2010). Lascano, P. Estudio de curtiembre mimosa.
28. [http://: www.cueronet.com](http://www.cueronet.com). 2010. Lacerca, J. Producción de pieles de cuy en América.
29. [http://: www.euroleather.com](http://www.euroleather.com). 2010. Limunarte, C. Estudio del extracto de mimosa.
30. [http://:www.folkloretradiciones.com](http://www.folkloretradiciones.com). 2010. Maquelin, D. Descripción del extracto de mimosa.
31. [http://:www.cuyhispana.com](http://www.cuyhispana.com). 2010. Martínez, R. Contaminación y políticas ambientales producidas por la curtición vegetal.
32. [http://: www.p2pays.org.htm](http://www.p2pays.org.htm). 2010. Mendiesabell. B. La curtición vegetal de pieles.

33. <http://www.uqtic@cueronet.com>. 2010. Ospirrio, A. Técnicas de curtición con taninos vegetales.
34. [http://www.pielecológicacurticion vegetal](http://www.pielecológicacurticionvegetal). 2010. Quisnancela, U. La curtición vegetal sus técnicas y generalidades.
35. [http://: www.gemini.udistrital.edu](http://www.gemini.udistrital.edu). 2010. Rodríguez, S. Análisis sensorial del cuero.
36. <http://www.taninos.com>. 2010. Vásquez, T. Utilización de taninos para curtir pieles de cuy.
37. <http://www.cueronet.curtición.com>. 2010. Zapata, K. La curtición vegetal de pieles ligeras.
38. JONES, C. 1984. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
39. LACERCA, A. 1996. Tecnología del Cuero. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Lacheta. pp. 12, 15, 16, 45, 49, 78,79.
40. Laboratorio de Control de Calidad de la Tenería Curtipiel Martínez (LACOMA). 2010. Ambato, Tungurahua.
41. LULTCS, W. 1988. Physical Testing Commission. sn. Toronto, Canada. Edit. Leather Techno. Chem. pp 4, 22.
42. ROCH, A. 2004. Curtición de pieles de animales de granja. 1 a ed. Lima, Perú. Edit. El Inca pp. 52, 63, 96, 102, 123.
43. SCHUBERT, M. 1977. Procesos de tratamiento de los baños de depilado para reducir la polución de las aguas residuales. 2a ed. Munich, Italia. Edit. Technologist. pp 46 ,89.

44. THORSTENSEN, E. y NOSTRAND, N. 2002. El cuero y sus propiedades en la industria. sn. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp. 295 ,325.
45. VANVLIMERN, P. 1976. Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales. 5a ed. Toronto, Canadá. Edit. Chemists. pp 71, 318, 335.
46. WHITE, J. 1987. Manual de curtición de pieles y cueros. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. sl. pp 78 ,96.

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

**A. Mediciones experimentales**

trat	ensayo	REPETICIONES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1	60	57	52	57	60	56	58	55
T1	2	52	56	51	52	53	55	50	56
T2	1	57	55	52	54	52	51	52	51
T2	2	48	54	50	52	51	54	52	51
T3	1	48	50	49	51	48	49	50	47
T3	2	50	49	48	51	57	50	51	48

**B. Análisis de varianza**

F.V.	SC	GL	CM	FISHER			PROB	SIGN
				cal	0.05	0.01		
TOTAL	510,7	47	10,87	2,12				
TRATAMIENTO	294,9	5	58,98	11,48	5,05	3,49		
FACTOR A	220,7	2	110,33	21,48	3,22	5,15	0.007	**
FACTOR B	18,8	1	18,75	3,65	4,07	7,28	0.18	ns
INT A*B	55,5	2	27,75	5,40	3,22	5,15	0.006	**
ERROR	215,8	42	5,14					

**C. ESTADÍSTICOS GENERALES**

CV	2,44
MG	93,04
SxA	1,60
SxB	1,31
SxA*B	0,80

D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de cortiente vegetal

Tipo de cortiente	Media	Rango
Quebracho	97,78	c
Mimosa	92,89	b
Guarango	88,44	a

E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos

Ensayos	Medias	Grupo
Ensayo 1	94,15	a
Ensayo 2	91,93	a

F. Separación de medias por Tukey por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
T1E1	101,11	a
T1E2	94,44	ab
T2E1	94,22	ab
T2E2	91,56	b
T3E1	87,11	c
T3E2	89,78	b

**Anexo 2. Lastometría de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

A. Mediciones experimentales

trat	ensayo	REPETICIONES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1	8,6	8,2	8,1	8,6	8,4	8,5	8,6	8,4

T1	2	8,7	8,5	8,8	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5
T2	1	9	9,2	9,3	9,1	9,3	8,5	9,6	9,9
T2	2	8,4	8,3	8,4	8,9	8,4	8,6	8,7	8,2
T3	1	9	8,7	9	9,1	9,2	8,9	8,7	8,9
T3	2	9	9,1	9,2	9,3	9,1	9	8,5	8,9

### B. Análisis de varianza

F.V.	SC	GL	CM	FISHER			PROB	SIGN
				cal	0.05	0.01		
TOTAL	6,6	47	0,14	2,29				
TRATAMIENTO	4,1	5	0,81	13,09	2,44	3,49		
FACTOR A	1,5	2	0,75	12,14	3,22	5,15	0.004	**
FACTOR B	0,2	1	0,23	3,67	4,07	7,28	0.39	ns
INT A*B	2,3	2	1,16	18,76	3,22	5,15	0.003	**
ERROR	2,6	42	0,06					

### C. ESTADÍSTICOS GENERALES

CV	2,83
MG	8,80
SxA	0,18
SxB	0,14
SxA*B	0,09

D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de cortina vegetal

Tipo de cortina	Media	Rango
Quebracho	8,56	b
Mimosa	8,86	ab
Guarango	8,98	a

E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos



TOTAL	1128,8	47	24,02	2,91				
TRATAMIENTO	781,9	5	156,39	18,94	2,44	3,49		
FACTOR A	703,6	2	351,81	42,60	3,22	5,15	0.006	**
FACTOR B	20,0	1	20,02	2,42	4,07	7,28	0.49	ns
INT A*B	58,3	2	29,15	3,53	3,22	5,15	0.03	*
ERROR	346,9	42	8,26					

### C. ESTADÍSTICOS GENERALES

CV	3,23
MG	88,94
SxA	2,03
SxB	1,66
SxA*B	1,02

### D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de cortina vegetal

Tipo de cortina	Media	Rango
Quebracho	83,63	b
Mimosa	90,69	ab
Guarango	92,50	a

### E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos

Ensayos	Medias	Grupo
Ensayo 1	88,29	a
Ensayo 2	89,58	a

### F. Separación de medias por Tukey por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
T1E1	83,13	c

T1E2	84,13	c
T2E1	88,63	b
T2E2	92,75	a
T3E1	93,13	a
T3E2	91,88	ab

#### Anexo 4. Redondez de las pieles de cuy curtidadas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).

##### A. Mediciones experimentales

trat	ensayo	REPETICIONES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1	5	5	5	4	5	4	4	5
T1	2	4	3	5	4	3	5	4	5
T2	1	4	4	3	4	1	1	3	2
T2	2	4	3	4	3	4	4	4	4
T3	1	5	5	5	5	5	5	4	5
T3	2	5	5	4	5	5	4	5	4

##### B. Análisis de varianza

F.V.	SC	GL	CM	FISHER			PROB	SIGN
				cal	0.05	0.01		
TOTAL	47,3	47	1,01	1,88				
TRATAMIENTO	24,8	5	4,95	9,24	2,44	3,49		
FACTOR A	19,5	2	9,75	18,20	3,22	5,15	0.007	**
FACTOR B	0,1	1	0,08	0,16	4,07	7,28	0.78	ns
INT A*B	5,2	2	2,58	4,82	3,22	5,15	0.03	*
ERROR	22,5	42	0,54					

##### C. ESTADÍSTICOS GENERALES

CV	17,74
MG	4,13

SxA	0,52
SxB	0,42
SxA*B	0,26

D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de cortina vegetal

Tipo de cortina	Media	Rango
Quebracho	4,38	b
Mimosa	3,25	c
Guarango	4,75	a

E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos

Ensayos	Medias	Grupo
Ensayo 1	4,08	a
Ensayo 2	4,17	a

F. Separación de medias por Tukey por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
T1E1	4,63	ab
T1E2	4,13	b
T2E1	2,75	c
T2E2	3,75	b
T3E1	4,88	a
T3E2	4,63	ab

**Anexo 5. Llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

**A. Mediciones experimentales**

trat	ensayo	REPETICIONES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1	5	4	5	5	5	4	5	5
T1	2	4	4	3	4	3	4	4	3
T2	1	3	3	2	3	2	2	3	3
T2	2	4	4	5	3	3	3	4	3
T3	1	4	3	3	4	3	4	3	5
T3	2	5	5	4	5	5	4	5	5

**B. Análisis de varianza**

F.V.	SC	GL	CM	FISHER			PROB	SIGN
				cal	0.05	0.01		
TOTAL	40,7	47	0,87	2,51				
TRATAMIENTO	26,2	5	5,23	15,16	2,44	3,49		
FACTOR A	12,0	2	6,02	17,44	3,22	5,15	0.007	**
FACTOR B	1,3	1	1,33	3,86	4,07	7,28	0.75	ns
INT A*B	12,8	2	6,40	18,53	3,22	5,15	0.001	**
ERROR	14,5	42	0,35					

**C. ESTADÍSTICOS GENERALES**

CV	15,33
MG	3,83
SxA	0,42
SxB	0,34
SxA*B	0,21

**D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de curtiembre vegetal**

Tipo de cortiente	Media	Rango
Quebracho	4,19	a
Mimosa	3,13	b
Guarango	4,19	a

E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos

Ensayos	Medias	Grupo
Ensayo 1	3,67	a
Ensayo 2	4,00	a

F. Separación de medias por Tukey por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
T1E1	4,75	a
T1E2	3,63	b
T2E1	2,63	c
T2E2	3,63	b
T3E1	3,63	b
T3E2	4,75	a

**Anexo 6. Finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

A. Mediciones experimentales

trat	ensayo	REPETICIONES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	1	5	4	5	5	5	4	5	5
T1	2	4	4	3	4	3	4	4	3

T2	1	3	3	2	3	2	2	3	3
T2	2	4	3	4	3	4	4	4	4
T3	1	5	5	5	5	5	5	4	5
T3	2	5	5	4	5	5	4	5	4

### B. Análisis de varianza

F.V.	SC	GL	CM	FISHER			PROB	SIGN
				cal	0.05	0.01		
TOTAL	39,9	47	0,85	3,75				
TRATAMIENTO	30,4	5	6,08	26,89	2,44	3,49		
FACTOR A	20,0	2	10,02	44,30	3,22	5,15	0.009	**
FACTOR B	0,1	1	0,08	0,37	4,07	7,28	0.58	ns
INT A*B	10,3	2	5,15	22,75	3,22	5,15	0.007	**
ERROR	9,5	42	0,23					

### C. ESTADÍSTICOS GENERALES

CV	11,77
MG	4,04
SxA	0,34
SxB	0,27
SxA*B	0,17

### D. Separación de medias por Tukey por efecto del tipo de cortina vegetal

Tipo de cortina	Media	Rango
Quebracho	4,19	b
Mimosa	3,19	c
Guarango	4,75	a

E. Separación de medias por Tukey por efecto de los ensayos

Ensayos	Medias	Grupo
Ensayo 1	4,08	a
Ensayo 2	4,00	a

F. Separación de medias por Tukey por efecto de la interacción

Interacción	Media	Grupo
T1E1	4,75	b
T1E2	3,63	c
T2E1	2,63	d
T2E2	3,75	c
T3E1	4,88	a
T3E2	4,63	b

**Anexo 7. Kruskal Wallis de la redondez de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

Variable Respuesta: Redondez  
 Variable Explicativa: Tipos de curtientes  
 Número de Casos: 48

Grupos	N	Suma de Rangos	Rm	Rango Medio
1	16	435.0000	27.1875	
2	16	203.0000	12.6875	
3	16	538.0000	33.6250	

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 18.7774

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 21.7336

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0002E-1

**Anexo 8. Kruskal Wallis de la llenura de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

Variable Respuesta: LLenura

Variable Explicativa: Tipos de curtientes

Número de Casos: 48

---

Grupos	N	Suma de Rangos Rm	Rango Medio
1	16	472.5000	29.5313
2	16	232.0000	14.5000
3	16	471.5000	29.4688

---

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 12.2451

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 13.4890

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0012

**Anexo 9. Kruskal Wallis de la finura de flor de las pieles de cuy curtidas con diferentes taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango).**

Variable Respuesta: Finura de flor  
Variable Explicativa: Tipos de curtientes  
Número de Casos: 48

---

Grupos	N	Suma de Rangos	Rm	Rango Medio
1	16	416.5000	26.0313	
2	16	197.5000	12.3437	
3	16	562.0000	35.1250	

---

Estadístico de Kruskal-Wallis (sin corrección por empates): 21.4702

Estadístico de Kruskal-Wallis (con corrección por empates): 24.0174

Grados de Libertad: 2

p-valor: 0.0006E-2