



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“OBTENCIÓN DE CUERO DE TILAPIA CON LA UTILIZACIÓN DE
DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES”**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

AUTOR

JULIO HERNÁN CALI GUSQUI

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Enrique César Vayas Machado.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Sonia Mercedes Vallejo Abarca.
DIRECTOR DE TESIS

Dra. M.C. Sonia Eliza Peñafiel Acosta.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 19 de noviembre del 2012.

AGRADECIMIENTO

Cuando un sueño se hace realidad es cuando uno mismo pone ganas en realizarlo, por lo que veo necesario dar gracias a;

Dios que es el todopoderoso por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Escuela Superior politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Industrias Pecuarias por permitir estudiar y ser un profesional porque detrás de cada sueño siempre hay personas que me apoyan,

A mi directora de tesis, Ing. Sonia Vallejo, y en especial al Ing. Luis Hidalgo por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi investigación de tesis con éxito,

A todos mis profesores quienes han sabido compartir sus conocimientos, haciendo de mí una mejor persona.

El más sublime agradecimiento a mis Padres (+), por su apoyo, cariño, me impulsaron al camino de ser un profesional y a mis hermanos, después de los momentos más difíciles que hemos pasado.

Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, que Diosito les provea de muchas bendiciones.

Julio

DEDICATORIA

Todos mis triunfos obtenidos, como mi vida misma, es dedicada a mis padres (+) que supieron darme todo en vida, y siempre será un ejemplo a seguir, por haberme enseñado a ser una persona de bien y luchador para salir adelante, por el amor que supieron dar a sus hijos los llevo siempre en el corazón. Juan Alberto Cali Allauca (+) María Cristina Gusqui Macas (+), que descansen en paz y desde allá me colman de bendiciones. Les llevaré en mi corazón toda mi vida, a Dios por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar una más de mis metas propuestas, y por haber estado conmigo en los momentos que más lo necesitaba.

Julio

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Formulas	x
Lista de anexos	xi
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. GENERALIDADES DE LA TILAPIA	3
B. PIEL DE TILAPIA	5
1. <u>El colágeno y sus propiedades fisicoquímicas en la piel de pescado</u>	6
2. <u>Defectos de la piel</u>	7
a. Manchas	7
b. Cortes de desuello	8
c. Cicatrices	8
d. Quemaduras	8
e. Piel delgadas y esponjosas	8
3. <u>Inspección de la piel</u>	9
4. <u>Clasificado de la piel de tilapia</u>	9
C. SALES CURTIENTES DE CROMO	10
D. SALES CURTIENTES DE ALUMINIO	13
1. <u>Curtición con sulfato de aluminio</u>	13
2. <u>Parámetros de la curtición al aluminio</u>	15
E. CURTICION VEGETAL	15
1. <u>El guarango</u>	16
a. Propiedades	18
b. Marcas comerciales	20
2. <u>Aprovechamiento integral del guarango</u>	21
3. <u>El guarango en la industria del curtido</u>	22
F. CONSERVACIÓN Y EXTRACCION DE LA PIEL DE TILAPIA	23
G. PROCESOS DE RIBERA PARA PIELES DE TILAPIA	24

1.	<u>Remojo</u>	24
2.	<u>Descarnado</u>	25
3.	<u>Sulfuración y calero</u>	26
H.	PROCESOS DE CURTIDO DE LA PIEL DE TILAPIA	26
1.	<u>Desencalado y rendido</u>	26
2.	<u>Piquelado</u>	27
3.	<u>Curtición</u>	27
4.	<u>Rebajado</u>	30
I.	PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES DE TILAPIA	31
1.	<u>Neutralizado</u>	31
2.	<u>Recurtido</u>	31
3.	<u>Teñido y engrase</u>	32
4.	<u>Secado</u>	33
J.	PROCESOS DE ACABADO EN SECO	33
1.	<u>Ablandado</u>	33
2.	<u>Acabado en seco</u>	34
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	36
1.	<u>Materiales</u>	36
2.	<u>Equipos</u>	36
3.	<u>Productos químicos</u>	36
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
1.	<u>Resistencias físicas</u>	38
2.	<u>Análisis sensoriales</u>	39
3.	<u>Análisis económico</u>	39
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	42
1.	<u>Análisis sensorial</u>	42

2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	42
a.	Resistencia al rasgado	43
b.	Flexometría	43
c.	Porcentaje de elongación	44
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO)	46
1.	<u>Flexometría</u>	46
2.	<u>Resistencia al rasgado</u>	49
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	51
B.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO) POR EFECTO DE LOS ENSAYOS	54
1.	<u>Flexometría</u>	54
2.	<u>Resistencia al rasgado</u>	54
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	57
C.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS	59
1.	<u>Flexometría</u>	59
2.	<u>Resistencia al rasgado</u>	62
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	64
D.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO)	66
1.	<u>Llenura</u>	66
2.	<u>Suavidad</u>	69
3.	<u>Finura de flor</u>	71
D.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS	73

	DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS	
1.	<u>Llenura</u>	73
2.	<u>Suavidad</u>	76
3.	<u>Finura de flor</u>	76
E.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS	78
1.	<u>Llenura</u>	78
2.	<u>Suavidad</u>	81
3.	<u>Finura de flor</u>	83
F.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	85
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	87
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	88
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	89
	ANEXOS	

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó las características físicas y sensoriales del cuero de tilapia curtido con diferentes tipos de curtientes (aluminio, guarango y cromo), con 3 tratamientos, 4 repeticiones, y un tamaño de la unidad experimental de 3, las mismas que fueron replicadas 2 veces consecutivas, modelados bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial. En el análisis de las resistencias físicas de flexometría, ($80,75 \text{ N/cm}^2$), resistencia al rasgado (30,88 ciclos), y porcentaje de elongación(48,88 %), se registraron los mejores resultados en las pieles de tilapia curtidas con cromo, valores que al ser cotejados con las Normas técnicas de la Asociación Española del Cuero, superan ampliamente los límites de calidad. Al realizar la evaluación sensorial se registró la mayores calificaciones de llenura (4.75 puntos), suavidad (4.38 puntos) y finura de flor (4,75 puntos), en las pieles curtidas con cromo, las mismas que alcanzan puntuaciones de excelente. El efecto de los ensayos tanto para las resistencias físicas como para las calificaciones sensoriales no registró diferencias estadísticas, es decir se consiguió estandarizar las características del cuero. En la evaluación económica del beneficio costo se determinó la mayor rentabilidad al curtir las pieles de tilapia con cromo (1,23), es decir el 23% de ganancia, por lo que se recomienda curtir pieles de tilapia con cromo.

ABSTRACT

In the installation of Skin Tannery Laboratory of the FCP (Cattle Sciences Faculty), of the ESPOCH, the physical and sensorial characteristics of tanned tilapia skin were evaluated with different types of tanning (aluminum, loutish and chromium), with 3 treatments, 4 repetitions and size of the experimental unit of 3, which were replied 2 consecutive times, modeled under a complemented at random Design with bivariate arrangement. In the analysis of the physical resistances of flexometry, (80.75 N/cm²), tear resistance (30.88 cycles) and elongation percentage (48.88%), the best results were registered in the tilapia skins tanner with chromium, values that when were compared with the technical regulations of the Skin Spain Association, got over widely the quality limits. In the sensorial evaluation it was registered the best scores on fullness (4.75 scores), softness (4.38 points) and flower finesses (4.75 points), in the tanned skins with chromium, which obtained excellent scores. The effect of the essays as for physical resistances as well as for sensorial score didn't register statistical differences, this is skin characteristics were standardized. In the economical evaluation of profit – cost, the biggest profitability was determined when tanning tilapia skins with chromium UDS (1.23), this is 23% profit, so it is recommended to tan tilapia skins with chromium.

LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. COMPOSICIÓN ANALÍTICA DEL GUARANGO.	20
2. PROCESOS DE CURTIDO DE LA PIEL DE TILAPIA.	29
3. RECURTIDO DE PIELES DE TILAPIA.	30
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	35
5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
6. ESQUEMA DEL ADEVA.	38
7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO).	47
8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	57
9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS.	60
10. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO).	67
11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	74
12. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS.	80
13. EVALUACIÓN ECONÓMICA.	86

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	48
2.	Comportamiento de la resistencia al rasgado del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	50
3.	Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	52
4.	Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.	56
5.	Comportamiento de la resistencia al rasgado y porcentaje de elongación del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.	58
6.	Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	61
7.	Comportamiento de la resistencia al rasgado del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	63
8.	Comportamiento del porcentaje de elongación a la ruptura del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	65
9.	Comportamiento de la llenura del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	68
10.	Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	70
11.	Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).	72
12.	Comportamiento de la llenura del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayo	75

13.	Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.	77
14.	Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.	79
15.	Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	82
16.	Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	84

LISTA DE FIGURAS

Nº		Pág.
1.	Partes anatómicas internas de la tilapia.	4
2.	Fulonero controlando un curtido con cromo y otro con sales de titanio.	11
3	El guarango.	17

LISTA DE FÓRMULAS

Nº		Pág.
1.	Fórmula química de una curtición al cromo.	12

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Lastometría del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
2. Resistencia al rasgado del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
3. Elongación del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
44. Llenura del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
5. Suavidad del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
6. Finura de flor del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
7. Detalle de los artículos confeccionados con cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).
8. Receta para remojo pelambre y desencalado de pieles de tilapia.
9. Receta para rendido o purgado 1^{er} piquelado 2^{do} piquelado curtido y basificado.
10. Receta para rehumectación escurrido neutralizado recurtido remojo y escurrido.
11. Receta para neutralización otintura engrase y acabados.

I. INTRODUCCIÓN

Las pieles son un recurso natural que proviene de diferentes especies animales, que en términos económicos pueden aportar una mejora sustancial de ingresos, si se tienen conocimientos del proceso de curtido así como información técnico-económica de los productos que se pueden elaborar. En la actualidad, el país atraviesa por una situación macroeconómica adversa, que afecta grandemente a las poblaciones con más necesidades de desarrollo. En ese sentido, el conocimiento de tecnologías para el manejo de recursos que aún no se utilizan, tales como la piel de especies comercialmente explotadas, puede ser un factor importante en el desarrollo de nuevas industrias. Las pieles no son aprovechadas para su producción, industrialización y comercio dentro de las actividades pecuarias, debido a que los mismos sistemas de producción en explotaciones pecuarias mantienen fija su atención en el desarrollo industrial.

Otro aspecto de importancia a mencionarse es que las tecnologías en la actualidad, sólo son accesibles a los sectores con mayor poder de adquisición, por lo que transferir tecnologías fundamentales y de bajo presupuesto al área rural es en este momento un tema de relevancia para el desarrollo de la industria nacional. Por otro lado, es necesario descubrir nuevos espacios (nacionales e internacionales) donde, la manufactura artesanal pueda incursionar. Existe una alta demanda de producción de pieles de bovino; la piel de cerdo puede ser una alternativa en función del tiempo, además se puede ir descubriendo nuevos espacios para diferentes tipos de piel como la de tiburón y tilapia, las cuales en la actualidad no se aprovechan como debieran y frecuentemente son exportadas a lugares donde la actividad se encuentra en franco desarrollo. De acuerdo con lo planteado anteriormente, siempre seguirá siendo como meta prioritaria de la presente investigación, dar las herramientas necesarias y adecuadas a las industrias para la transformación de pieles con un alto potencial de desarrollo y poco explotadas en el mercado ecuatoriano.

Las pieles de la especie que se investigara en este estudio, se encuentran a la espera de un mejor uso para el beneficio de las comunidades rurales. Productos elaborados de estas pieles aportarán diversidad de productos nuevos, originales

y novedosos, con un plan de desarrollo dirigidos a la actividad turística, con aumentos constantes en ingreso de divisas para el país. Mediante el tratamiento químico a las pieles de la piel de tilapia, se obtendrán gamuza y piel que serán utilizadas para la confección de artículos diversos como carteras, bolsos, cinturones, accesorios y otros artículos de uso personal y para el hogar. Como parte de las acciones para el fortalecimiento de las cadenas productivas acuícolas y pesqueras en el ámbito comercial y valor agregado, a la producción de tilapia en nuestro país. Transformar la piel de pescado en cuero para artesanía se puede definir como “pescar dos peces con el mismo anzuelo”. De poco valor nutritivo y responsable hasta del 8% de masa corporal, la piel se convierte en un gran problema para los productores. Utilizada junto con las vísceras en la molienda para obtener una ración, la piel dificulta el proceso de trituración por la rigidez de sus fibras. Sin embargo, la piel de tilapia ya curtida es usada como materia prima, en la fabricación artesanal de artículos de cuero, transformándose en una fuente extra de ingresos para pequeños y medianos productores, propiciando de esta forma el aprovechamiento del 100% del pescado y reduciendo los desperdicios y la contaminación ambiental, es por esto que se plantearon los siguientes objetivos

- Obtener cuero de tilapia con utilización de diferentes tipos de curtiente para el uso artesanal.
- Determinar el mejor curtiente (alumbre, cromo, guarango), en la curtición de piel de tilapia.
- Producir un cuero de tilapia resistente, con buena elongación y flexibilidad con la utilización de tres diferentes tipos de curtientes.
- Evaluar las características físicas y sensoriales del cuero de tilapia, en la curtición de la piel, utilizando los diferentes tipos de curtientes.
- Estimar la rentabilidad mediante el indicador beneficio / costo en la elaboración de cuero de tilapia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES DE LA TILAPIA

Wong, L. (2003), señala que la tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia *Cichlidae*, originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente. Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son y así como varios híbridos de estas especies. La menos deseable es a pesar de que fue la primera especie en distribuirse fuera de África; tanto como crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño que aunque requieren mayor tamaño para su reproducción.

Saavedra, M. (2003), indica que las tilapias se adaptan fácilmente a las condiciones de los diversos cuerpos de agua en que han sido introducidos, tales como arroyos, ríos, lagos, lagunas, presas, estanques, estuarios e incluso hábitats marinos. Aceptan con facilidad diferentes tipos de alimento, tanto los producidos naturalmente como los alimentos artificiales (derivados de subproductos agrícolas). La clasificación de la especie es el siguiente:

- Clase: Perciformes.
- Suborden: Percoides.
- Familia: Cichlidae.
- Género: Tilapia.
- *Oreochromis niloticus* blanca (Rocky mountain).

Regenstein, A. (2000), manifiesta que la tilapia roja es un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de las cuatro especies más importantes del género, las características de la especie son:

- Rango de pesos adultos: 1.000 a 3.000 gramos.
- Edad de madurez sexual: Machos (4 a 6 meses), hembras (3 a 5 meses).
- Número de desoves: 5 a 8 veces / año.
- Temperatura de desove: Rango 25°C a 31°C.
- Número de huevos/hembra/desove: En buenas condiciones mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1.500 dependiendo de la hembra.
- Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- Tipo de incubación: Bucal.
- Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 machos por cada 3 hembras.
- Tiempo de cultivo: Bajo buenas condiciones de 7 a 8 meses, cuando se alcanza un peso comercial de 300 gramos; dependiendo de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs noche, densidad de siembra y técnica de manejo. Las partes anatómicas internas de la tilapia se describen en la figura 1.

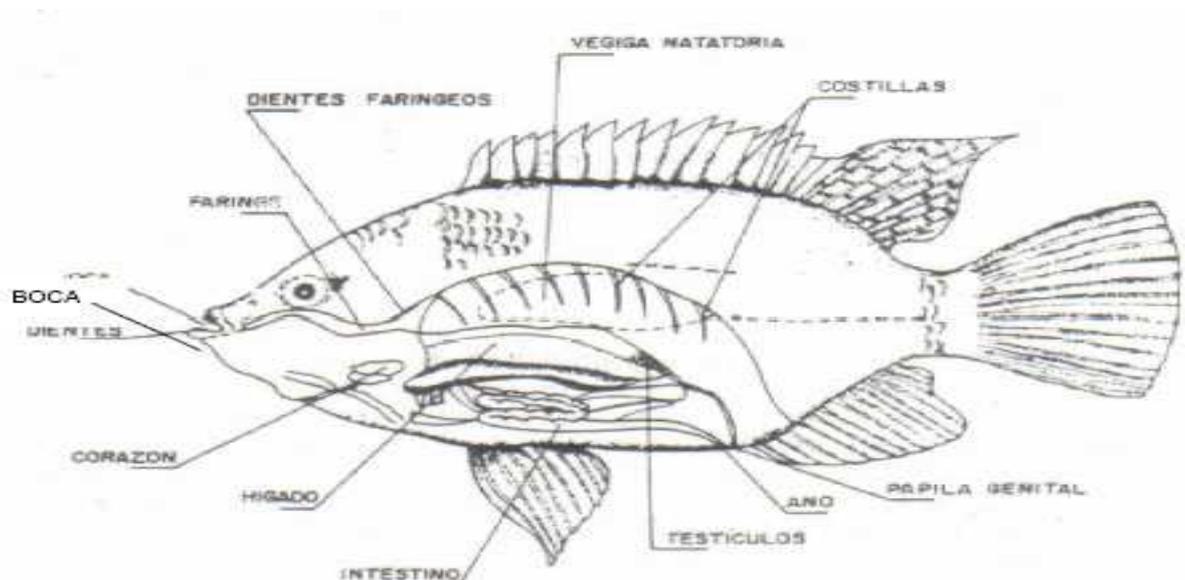


Figura 1. Partes anatómicas internas de la tilapia.

B. PIEL DE TILAPIA

Martin, M. (1990), afirma que la piel de tilapia es la más utilizada en la transformación en cuero para la confección de artesanías. Debido a que es la especie preferida por los pescadores; y, corresponde al 60% de los peces criados en los estanques. En menor cantidad son utilizadas las pieles de pacú y matrinxã, ambos peces de escama. Por la función que se atribuye a la piel como barrera entre el pez, al medio en que habita (fangoso y turbio) y al reducido tamaño de sus ojos, es probable que gran parte de la interacción de la tilapia con el ambiente se haga a través de la piel. La piel es el límite entre el cuerpo y el ambiente.

Wong, L. (2003), señala que una de las principales funciones de la piel es de protección, ya que el mucus secretado por las glándulas mucosas cubre el cuerpo del pez, protegiéndolo contra bacterias, hongos y otros microorganismos, adicionalmente, lo lubrica reduciendo la fricción corporal en el agua mientras nada, esto le permite alcanzar grandes velocidades. La piel cumple una función importante en la reparación de heridas superficiales, inmediatamente después de una lesión, la herida es cerrada por el mucus el cual contiene un gran número de linfocitos. Las células marginales de la herida pueden multiplicarse rápidamente para formar una delgada capa protectora y progresivamente se completa la curación de la herida.

Castillo, L. (2006), manifiesta que la piel de la tilapia es delgada consta de dos capas (epidermis y dermis), además de una capa hipodérmica subcutánea. La epidermis de los peces consta de un epitelio plano estratificado no queratinizado. El número de capas celulares puede variar de dos en las larvas hasta diez o más en los adultos. En las especies pelágicas, la epidermis es frecuentemente más gruesa en las áreas dorsales del cuerpo, mientras que las especies bentónicas la epidermis presenta mayor grosor en las superficies que cubren la parte ventral. En general la epidermis de los peces presenta diferentes tipos de células como células epiteliales entre las cuales se encuentran regularmente células mucosas, células clava de gran tamaño, células sensoriales (botones gustativos, neuromastos), fibras nerviosas. La dermis está compuesta por tejido conjuntivo

denso o fibroso; posee algunas capas de células de pigmento en la parte marginal entre la epidermis y la capa subcutánea (hipodermis), las cuales dan el color a los peces, macrófagos y mastocitos. La hipodermis separa la parte interna de la dermis del músculo subyacente es considerada como una variante del tejido conjuntivo, especializado en el almacenamiento de lípidos, cuyas células principales son los adipocitos, que se encuentran en una malla de tejido conjuntivo reticular, en el cual es posible observar capilares sanguíneos.

1. El colágeno y sus propiedades fisicoquímicas en la piel de pescado

Saavedra, M. (2003), indica que el colágeno es la principal proteína fibrosa de los animales superiores y se encuentran en el tejido conjuntivo; es la más abundante de todas las proteínas de los vertebrados superiores y constituye alrededor de un tercio, o más de la proteína total del cuerpo. Cuanto mayor y más pesado es el animal tanto es mayor la fricción del colágeno que contribuye a las proteínas totales. Se ha dicho muy adecuadamente, que una vaca por ejemplo, se mantiene en forma tal principalmente gracias a las fibrillas de colágeno de su pellejo, tendones y otros tejidos conjuntivos.

Wong, L. (2003), señala que en el pellejo de la tilapia las fibrillas de colágeno forman una red entrecruzada en láminas, quedando porciones de ella en dirección perpendicular a la flor. Desde el punto de vista de su estructura primaria, el aminoácido constituyente más abundante es la glicina. Schneider, A. (2003), considera a la molécula de colágeno formadas por glicinas prolinas hidroxiprolinasagininina o lisina sea tiroxina, aspártico, glutámico e histidina, que se van repitiendo hasta constituir las cadenas poli peptídicas que por uniones laterales entre sí dan la molécula de colágeno. Aunque los colágenos de diferentes especies difieren algo en la secuencia de estas moléculas la mayor parte contienen alrededor de 35% de glicina, 12% de prolina y un 9% de hidroxiprolina. Los grupos de hidrogeno se forman entre un grupo carbonilo de una cadena poli peptídica y un grupo amino de otra cadena adyacente. Los puentes de hidrogeno son muy comunes en la configuración de proteínas y es la base química fundamental que el curtido debe tener clara para comprender el

complejo comportamiento del colágeno frente al pH, temperatura y otras variables fisicoquímicas.

Regenstein, A. (2000), manifiesta que el hecho de que las cadenas polipeptídicas del colágeno, contengan hidroxiprolina que raramente se encuentra en otras proteínas, ocurra la formación de otro tipo de puente de hidrogeno por la unión de un grupo carbonilo de una cadena con el grupo OH situado en el anillo pirrólico de la hidroxiprolina en una cadena adyacente, dando con ello una mayor estabilidad a la estructura secundaria en comparación con otras proteínas. Cabe agregar la importancia de la temperatura en la estabilización de los puentes de hidrogeno. El aumento de la temperatura desestabiliza estos enlaces y por lo tanto la estructura secundaria, en general puede decirse que a mayor número de puentes de H, más temperatura se requiere para su desestabilización.

2. Defectos de la piel

Para <http://www.defectosdelaíeldetilapia.com>.(2011), los defectos más comunes que se pueden encontrar en las pieles de tilapia sean estos por la procedencia del animal, por defectos mecánicos, por los procesos de desuello, y por los procesos de curtición son las siguientes:

a. Manchas

Según <http://www.defectosdelaíeldetilapia.com>.(2011), son causadas por una manipulación descuidada, sobre todo cuando la piel permanece mucho tiempo sin ser salada o cuando se utiliza muy poca sal. Otras causas son el contacto con agua, el sobrecalentamiento de la piel apilada y el salado de la piel que ya ha empezado a descomponerse. Para evitar las manchas basta con seguir estas instrucciones:

- Salar la piel lo más pronto posible y evitar el contacto de la piel fresca o salada con agua dulce.
- Deshacer las pilas de pieles saladas cada 7 o 10 días dejando que se enfríen luego volverlas a apilar.

- Si por alguna razón a pesar de estar bien saladas empiezan a descomponerse es mejor desechar las pieles podridas y resalar las restantes con una mezcla de 98 partes de sal y 2 partes de pentaclorofenato de sodio.

b. Cortes de desuello

Para <http://defectospieltlapia.com>.(2011), son causados por un desollador inexperto o en la mayoría de los casos por descuido. Para evitar esto conviene dejar una capa de carne de aproximadamente 3 cm de espesor entre la piel y el cuchillo de desuello. Deben incluirse aquí los agujeros causados por anzuelo, lo cual se evita usando líneas o redes para la captura de las tilapias.

c. Cicatrices

<http://wwwpieldetilapia.com>.(2011), señala que son defectos naturales causados por peleas o por accidentes durante la vida de la tilapia. Deben incluirse aquí los raspones causados por el roce de la tilapia con objetos puntiagudos o cortantes cuando es izado. No vale la pena cuidar una piel que por su número de cicatrices y la colocación de estas es prácticamente inservible.

d. Quemaduras

Regenstein, A. (2000), manifiesta que son arrugas profundas, duras y muy cerradas, causadas por haber dejado la piel mucho tiempo en agua sin persegante y sal o por una prolongada exposición de la piel al sol.

e. Pieles delgadas y esponjosas

Saavedra, M. (2003), indica que son usualmente producidas durante el desuello al halar la piel de la tilapia dejando parte de la misma adherida a la canal, la manera más eficaz de evitar esto es seguir al pie de la letra las instrucciones para el desollado. Algunos de los defectos no se pueden evitar, pero si se presta el debido cuidado y atención la mayoría de las pieles llegaran a la tenería en buenas condiciones con lo que se obtendrá un mejor precio.

3. Inspección de la piel

Martin, M. (1990), afirma que el proceso seguido internacionalmente para la inspección, clasificación y valoración de las pieles de tilapia.

- Se mide la piel de tilapia de la cabeza a la cola para determinar su tamaño y se aprecia su simetría.
- Con un cepillo de cerdas se cepilla fuertemente, si se desprende la escama dejando ver partes claras en la piel es señal de que se ha producido descomposición. Se debe comprobar el número y colocación de cicatrices, quemaduras y agujeros en la piel.
- Manteniendo la piel a contra luz con el revés de la misma hacia el examinador se determina si hay cortes de desuello, que son puntos o líneas translucidas que penetran más de la mitad del espesor de la piel.

4. Clasificado de la piel de tilapia

Atena, A. (2005), reporta que las pieles de tilapia se clasifican según el número y clase de defectos así como el área aprovechable de acuerdo al tamaño y simetría de las mismas.

- Primera o grado A: Son pieles con un 100 a 95% de área aprovechable con no más de 3 cicatrices en las zonas de la cabeza y la cola, no debe presentar signos de descomposición y su simetría debe ser casi perfecta.
- Segunda o grado B: Para esta clasificación se considera grado B aquellas pieles que tienen entre un 95% a 75% de área aprovechable, con no más de dos cortes de cuchillo en las zonas de la cabeza y la cola, con un máximo de 2 cicatrices en la zona del lomo, ninguno de los defectos puede sobrepasar los 2 cm de longitud, buena simetría y no deben presentar signos de descomposición.
- Tercera o grado C: Son pieles con no más de 3 cortes pequeños de cuchillo en las zonas de la cabeza y la cola, 1 corte de cuchillo en la parte del vientre y no más de 4 cicatrices localizadas en el lomo, cabeza y cola, de tal manera

que la superficie aprovechable sea de 75% a 50% del área total de la piel, cualquier otra piel se considera inservible o de poco interés.

C. SALES CURTIENTES DE CROMO

Mann, I. (1991), manifiesta que desde que Knapp en 1858 descubrió el uso del cromo como material curtiente, se han editado numerosas publicaciones intentando explicar la química y tecnología de la curtición al cromo. La mayoría de estas publicaciones están vinculadas con la mejora de la fijación del cromo sobre el colágeno de la piel. El proceso de curtición puede describirse tanto como un fenómeno químico (reacción entre los diversos componentes), como físico (difusión de los mismos hacia el interior de la piel).

Si el técnico curtidor introduce cualquier variación en los parámetros físicos o químicos del proceso de curtición, puede variar la eficiencia de la misma, no sólo en la relación cromo fijado/cromo total sino en las características del cuero obtenido. El curtido de pieles con sales de cromo representa el 80 % de la producción total de cueros en el mundo. Las ventajas que representa este método de curtición se pueden enumerar como:

- Muy buen nivel de calidad constante y uniforme.
- Producción racional.
- Acabado económicamente ventajoso.

Prado, J. (1995), afirma que estas ventajas tan convenientes que difícilmente modifique su liderazgo en un futuro inmediato. Sólo en el ámbito del cuero para tapicería automotriz, tapicería de muebles y/o algunas vestimentas y cueros medicinales hacen que diferentes fábricas o curtiembres fabriquen artículos libres de cromo, en la figura 2, se ilustra en fulonero controlando. Esta singular performance del curtido con sales de cromo, es un excelente motivo para seguir trabajando en el problema ecológico que esto representa, es decir la carga de aguas residuales debido a su elevado tenor de cromo y desarrollar todas las posibilidades tecnológicas existentes para reducirlo a valores aceptados por la normativa ambiental del lugar.



Figura 2. Fulonero controlando un curtido con cromo y otro con sales de titanio.

Thorstensen, E. (2002), afirma que en el pasado, al realizar un curtido clásico, sólo se podían aprovechar aproximadamente 60-80 % del curtiente ofrecido. Los factores a controlar y que una vez controlados mejoran el agotamiento, se conocen desde la década del sesenta, a través de la ecuación empírica de Wiegand. Esta ecuación confirma que el agotamiento del baño se puede mejorar mediante el ajuste de los siguientes factores:

- Aumento del tiempo de rotación.
- Control y/o reducción de la relación de baño.
- Incremento de la basicidad (valor pH).
- Incremento de la temperatura.

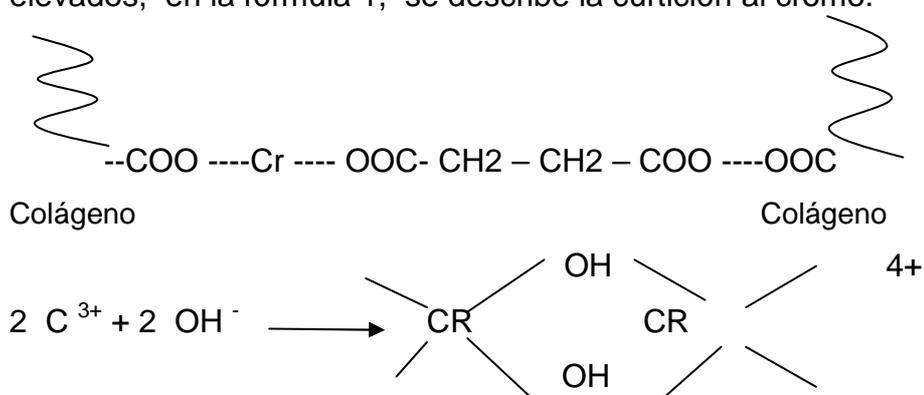
Soler, J. (2004), reporta que a través de esta fórmula podemos calcular modificaciones de los factores o parámetros para alcanzar una cierta mejora en el agotamiento de los baños de cromo. Las condiciones de validez de lo anterior sólo son aplicables al proceso de curtido cromo clásico. En la práctica, las condiciones básicas para el cumplimiento del modelo anterior son difíciles de mantenerse, utilizando el modelo físico-matemático anterior, se puede calcular:

- En un baño de 70 %.
- Una temperatura final de curtido de 40° C.
- Un tiempo de 40 horas.
- Se obtiene un agotamiento del 98%.

Según [http://wwwsalescurtientesdecromo.\(2011\)](http://wwwsalescurtientesdecromo.(2011)), para lograr los valores anteriores en proceso de curtido, se deben mantener todos los otros parámetros tienen que mantenerse en forma absoluta. Por ejemplo para obtener: la reducción del baño y la regulación de la temperatura se requieren las correspondientes técnicas:

- Regulación de la velocidad del fulón.
- Control automático de temperatura y otros que a veces no es posible encontrar en cualquier empresa.

Churchill, J. (1993), indica que un aumento de la basicidad sólo es posible en forma limitada. Así, que una basicidad del curtiente al cromo de más del 50 % (según Schorle N/cm²er), donde la astringencia del curtiente es relativamente elevada, para agotar totalmente, esto imposibilita prácticamente la difusión, y el curtiente se precipita sobre la superficie del cuero. La causa para esto es la formación de grandes complejos de cromo. Todo lo anterior transcurre a pH elevados, en la fórmula 1, se describe la curtición al cromo.



Fórmula 1. Fórmula química de una curtición al cromo.

Soler, J. (2004), manifiesta que para una distribución lo suficientemente pareja del cromo en el corte del cuero se requiere: curtir dentro de los valores de pH bajos hasta lograr una total penetración a través del corte transversal de la piel. Recién entonces se puede aumentar la basicidad elevando el pH. Si deseamos alcanzar una distribución pareja del cromo en el corte del cuero se requiere, primero curtir a valores de pH bajos hasta lograr una total penetración a través del corte transversal de la piel. Entonces, luego recién de esta penetración, se puede aumentar la basicidad elevando el pH.

D. SALES CURTIENTES DE ALUMINIO

Portavella, M. (1995), menciona que a pesar de que las sales de aluminio se han utilizado como productos curtientes desde hace casi tanto tiempo como las materias curtientes vegetales, el cuero obtenido tiene el defecto que su acción curtiente es reversible simplemente por lavado del cuero con agua. Por ello, la curtición con aluminio solo se utiliza para propósitos muy concretos como es el de curtir pieles de animales pequeños como es el caso de los conejos, chinchillas, cuyes, truchas, tilapias, etc.

1. Curtición con sulfato de aluminio

Hidalgo, L. (2004), indica que el sulfato de aluminio ha sido utilizado históricamente para tratar todo tipo de aguas, ya sea para el consumo humano como para mejorar la calidad de los efluentes industriales o cloacales, en el encolado de papel, como mordiente en tintorerías y otros usos. En la actualidad se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas. El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido mayormente por la industria papelera como encolante en método ácido. Se comercializa sólido con concentraciones de 16% ó 17% expresado como Al_2O_3 y líquido con concentraciones que varían entre 7 y 8% de Al_2O_3 . La fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117g de alumbre amoniacal (sulfato de amonio y aluminio) o de alumbre potásico (sulfato de potasio y aluminio) en un litro de agua; y otra 75g de carbonato de sodio cristalizado y 15g de sal común en medio litro de agua. Se vierte la solución de sal y carbonato lentamente sobre la solución de alumbre, removiéndola

constantemente. La solución combinada se mezcla para usarla con suficiente harina para formar una pasta clara mezclando primero la harina con un poco de agua para evitar que se formen terrones.

Según <http://www.colvet.es>.(2011), la piel limpia y blanda, como se ha descrito antes, debe sujetarse bien estirada con la parte carnosa hacia arriba, sobre una tabla se cubre con una capa de 3 ml de espesor, aproximadamente de la pasta curtiente, protegiendo con una hoja de papel o tela, colocada de modo que no establezca un contacto demasiado íntimo con la pasta. Al siguiente día, raspar la mayor parte de la pasta y aplicar una nueva capa de la misma, repitiendo esta misma operación durante 2 o 3 días más, según el grosor de la piel. Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira. Lo siguiente se lleva a cabo del mismo modo que en las otras técnicas.

Para <http://www.infovetciencias.com>.(2011), enseguida, se procede a sacarla del curtiente, escurriéndolas de la manera en que se describió antes para que se sequen lo más posible (dejándolas solo húmedas) y proceder al siguiente paso.El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5-3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero y forma lacas con los taninos. El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción den alrededor de los 107°C y tiene una mejor resistencia al desgaste. Las sales de aluminio también se incorporan en una curtición al cromo con el fin de conseguir un aumento en la firmeza del cuero y facilitar el esmerilado. Además este tipo de curtición mixta favorece el agotamiento del baño de cromo. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales.

Soler, J. (2004), manifiesta que el aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena. El aluminio difiere del cromo en el sentido de que

la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha.

2. Parámetros de la curtición al aluminio

Para [\(http://www.infovetcienciasarticulo.com\)](http://www.infovetcienciasarticulo.com).(2011), los parámetros que se toman en cuenta para la curtición al aluminio son:

- Fuerte formación de hidrólisis en solución para lavados como sales de cromo. Se debe curtir en baños lo más cortos posible y observar el contenido de sal neutra en el baño. Fuertes precipitaciones.
- Los enlaces de las fibras de la piel se dan rápido y en combinación con curtientes de cromo fuertemente en la superficie.
- La temperatura de encogimiento es menor que la de los cueros curtidos al cromo (aproximadamente 80-90° C).
- Añadidos en parte a la curtición al cromo mejoran el grado de agotamiento de cromo en el baño restante.
- En la curtición al aluminio pura, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes.

E. CURTICIÓN VEGETAL

Artigas, M. (1987), reporta que el curtido vegetal es tan antiguo como la historia misma del hombre y es el que emplea sustancias curtientes vegetales, llamadas "taninos". El curtido vegetal surgió a partir de la observación que puso en evidencia que si una piel cruda se ponía en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas se manchaba y esas zonas que en principio se creían dañadas, finalmente resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están muy repartidos en la naturaleza (más de 400 variedades). Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales. La mayor riqueza en cuanto

a sustancias curtientes se encuentra en la corteza que cubre las ramas; raramente se puede hallar en las hojas siendo una excepción por ejemplo el zumaque. También la madera es rica en sustancias curtientes sólo en un corto número de árboles; en cambio, hay una serie de frutos que contienen gran cantidad de dichas sustancias.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el tanino se encuentra localizado en una sola parte, pero en algunos casos se encuentra simultáneamente en varias partes de la planta. 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. 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.

1. El guarango

Bacardit, A. (2004), manifiesta que sus flores son de color amarillo rojizo dispuestos en racimos de 8 cm a 15 cm de largo. Sus frutos son vainas explanadas e idehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas de 0.6 cm a 0.7 cm de diámetro y son de color pardo negruzco cuando están

maduros. Inflorescencia con racimos terminales de 15 a 20 cm de longitud con flores ubicadas en la mitad distal. Flores hermafroditas, zigomorfas; cáliz irregular provisto de un sépalo muy largo de alrededor de 1 cm, con numerosos apéndices en el borde, cóncavo; corola con pétalos libres de color amarillento, dispuestas en racimos de 8 a 20 cm de largo, con pedúnculos pubescentes de 5 cm de largo, articulado debajo de un cáliz corto y tubular de 6 cm de longitud, los pétalos son aproximadamente dos veces más grandes que los estambres. La propagación de plántulas se realiza normalmente por semilla, siendo el número de semillas por kilogramo de 6.000 aproximadamente. Estas presentan un poder germinativo que oscila entre 80 y 90%, generalmente con buena energía germinativa. La germinación es epigea, se inicia entre los 8 a 12 días y finaliza a los 20 días, lo cual requiere un tratamiento pregerminativo para acelerar y uniformizar la germinación, ya que presenta una testa dura. En la figura 3, se ilustra el guarango.



Figura 3. El guarango.

<http://www.ivu.orgspanishtrans.html>.(2011), afirma que cada árbol de guarango puede rendir un promedio de 20 Kg a 40 Kg de vaina cosechándolos dos veces al año. Generalmente un árbol de guarango da frutos a los tres años, y si es silvestre a los cuatro años. Su promedio de vida es de cien años y el área que ocupa cada árbol es de 10 metros cuadrados. es un arbusto que se adapta bien a condiciones semiáridas, a suelos degradados y a terrenos laderosos, que necesita de poquísimos cuidados y cuyo rango geográfico se extiende por todos

los Andes, desde Venezuela hasta Chile, ha estado a punto de desaparecer en nuestro país. Como podemos imaginar, no ha sido su fragilidad la causa, sino el poco interés que despertaba para el uso humano; esta indiferencia lo desterró a eriales y quebradas. No siempre se lo consideró inútil.

a. Propiedades

<http://www.meigaweb.com>. (2011), manifiesta que la diferencia entre el guarango y los otros extractos vegetales es que cuando se utiliza sólo en tripa, se obtiene un cuero blanco y resistente a la luz. Es muy importante para los curtidores que quieren teñir en colores pastel con un criterio vegetal. El guarango tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difícil de oxidar, porque contiene poco ácido gálico libre, es también el extracto para el cual la relación tanino/no tanino es la más alta con una fuerte acidez natural. Por eso es el tanino el más astringente del mercado. Si esta propiedad es interesante para producir pieles crispadas o a grano tosco, puede ser un inconveniente cuando no se presta atención.

Artigas, M. (1987), afirma que para utilizar el guarango, hay que prestar atención al control del pH de la piel cómo del baño. Tiene que estar entre 4.0 y 4.8. Una solución para eliminar este inconveniente es preferir la forma molida en vez del extracto.

- Tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difícil de oxidar, porque contiene poco ácido gálico libre. Es también el extracto para el cual la relación tanino/no tanino es la más alta con una fuerte acidez natural. Por eso es el tanino más astringente del mercado. Si esta propiedad es interesante para producir pieles crispadas o a grano tosco, puede ser un inconveniente cuando no se presta atención. Para utilizar la Tara, hay que prestar atención al control del pH de la piel cómo del baño. Tiene que estar entre 4.0 y 4.8. Una solución para eliminar este inconveniente es preferir la forma molida en vez del extracto.
- Una buena calidad de guarango debe tener partículas medidas de 200 μ , sin sal de hierro ni espinas y con menos de 20% de insolubles. Entonces, antes

de ir más lejos, el curtidor tiene que seleccionar el origen del tanino y excluir las materias primas no tratadas- a pesar de que sean baratas- a fin de evitar problemas tales como manchas negras, cicatrices o un grano tosco, durante el tratamiento del cuero.

- El guarango molido y afinado es menos astringente que el extracto, permitiendo varios usos en los baños de curtido. Eso puede ser una alternativa a los extractos y sintanes más corrientes, porque el cuero se queda claro con una buena resistencia a la luz y es lloeno gracias a los insolubles.
- La acidez gálica del guarango molido (pH 3.2/3.3), la vuelve muy interesante para fijar los colorantes y otros extractos vegetales de la familia de los catecoles (Mimosa, Quebracho, etc.) y reducir la cantidad de ácido fórmico.

Adzet J. (1995), señala que el tanino del guarango, es de la clase del pirogalol, pero contiene también una pequeña cantidad de derivados catequímicos. Composición analítica media del guarango en polvo según el método filtro, se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN ANALÍTICA DEL GUARANGO.

Componente	Porcentaje
Taninos	55 / 60%
No taninos	4%
Insolubles	2.5%
Agua	3.5%
pH	3.2 / 3.3
Puntos rojos	0.8
Puntos amarillos	1.2
Rel.t/nt	3.5

Fuente: <http://cueronet.com/tecnica/.htm>. (2011).

[\(http://www.aqeic.es\)](http://www.aqeic.es).(2011), indica que como puede observarse, el tanino del guarango, no contiene prácticamente sustancia colorante, por lo que combinado con la piel, produce un cuero de color muy claro y una excelente resistencia a la luz. Este producto, da un cuero firme y flexible, dejando el grano de la flor limpio y compacto, la resistencia de la flor a la tensión de rotura es más alta que la conseguida con cualquier otro tanino vegetal. Mezclado con otros extractos, el guarango en polvo se presta bien para el curtido de pieles de Camello, cabra, reptil y para el recurtido de toda clase de curtidos al cromo, ya bien sean para plena flor ó corregida, principalmente para tonos claros ó pastel. La cantidad de guarango en polvo, que debe de emplearse en recurtidos de cueros al cromo es del 5 al 8 % del peso rebajado, mientras que en combinación con otros extractos para una curtición vegetal se puede alcanzar hasta un 50 % de cantidad vegetal, da excelentes resultados, en pieles de tilapia.

b. Marcas comerciales

Según [\(http://www.monografias.com\)](http://www.monografias.com).(2011), las marcas comerciales del guarango que podemos encontrar en el mercado son:

- Retan TB: Extracto atomizado de las vainas de Tara. Contiene 73-75% de taninos con una astringencia importante. Sólo se utiliza para cueros especiales tales como los granos crispados, encuadernación y cocodrilo.
- Retan TA: Guarango molido y micromizado. Se presta mucha atención para disminuir a lo máximo la proporción de hierro. Es un producto que puede utilizarse para varios usos y es una alternativa perfecta a los agentes curtientes sintéticos para recurtir cueros flexibles tales como los para el automóvil. A pesar de solamente ser molido, este producto contiene más de 50% de taninos y solamente 10-15% de insolubles.
- Retan TL: Es una variedad de guarango líquido. Muy interesante para los sistemas de curtición automatizados. Es el compuesto el más blanco a base de guarango.

2. Aprovechamiento integral del guarango

Gilberg, H. (2001), afirma que el guarango se encuentra al estado silvestre y poseen un inmenso potencial médico, alimenticio e industrial, siendo de gran utilidad para la producción de hidrocoloides o gomas, taninos y ácido gálico, entre otros. Además, es utilizada en la protección de suelos, especialmente cuando no se dispone de agua de riego, a fin de dar buena protección a muchas tierras que hoy están en proceso de erosión y con fines comerciales. Se usa frecuentemente en asociación con cultivos como el maíz, papa, habas, alfalfa, sorgo o pastos. No ejerce mucha competencia con los cultivos, por su raíz pivotante y profunda y por ser una especie fijadora de nitrógeno; así como tampoco por su copa, que no es muy densa y deja pasar la luz. Debido a su pequeño porte y a su sistema radicular profundo y denso, es preferida para barreras vivas, control de cárcavas y otras prácticas vinculadas a conservación de suelos en general, sobre todo en zonas áridas o semiáridas.

Mann, I. (1991), indica que el aprovechamiento de los frutos permiten obtener numerosos productos de interés. La vaina representa el 62% del peso de los frutos y es la que precisamente posee la mayor concentración de taninos, que oscila entre 40 y 60%. Estos taninos se utilizan en la industria para la fabricación de diversos productos, o en forma directa en el curtido de cueros, fabricación de plásticos y adhesivos, galvanizado y galvanoplásticos, conservación de aparejos de pesca de condición bactericida y fungicida, como clarificador de vinos, como sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza, en la industria farmacéutica por tener un amplio uso terapéutico, para la protección de metales, cosmetología, perforación petrolífera, industria del caucho, mantenimiento de pozos de petróleo y como parte de las pinturas dándole una acción anticorrosiva.

Bacardit, A. (2004), manifiesta que otro elemento que se obtiene de los taninos de la guarango, es el ácido gálico, que es utilizado como antioxidante en la industria del aceite, en la industria cervecera como un elemento blanqueante o decolorante, en fotografía, tintes, como agente curtiembre, manufactura del papel, en productos de farmacia y otros relacionados al grabado y litografía. Las semillas, de uso forrajero, tienen en su composición porcentual en peso el 40% de

cáscara, 27% de gomas, 26.5% de germen (almendra) con altísimo contenido de proteínas de gran concentración de metionina y triptofano de buena calidad; grasa y aceites que podrían servir para el consumo humano y 7.5% de humedad. De esta parte del fruto, se obtienen aceites, goma (usada para dar consistencia a los helados), harina proteica y derivados como: jabones, pinturas, barnices, esmaltes, tintes de imprenta, mantecas y margarinas comestibles, pues presenta un contenido de ácidos libres de 1,4% (ácido oleico) es aceptable comercialmente aceptable por su baja acidez. Industrialmente se integra como parte de los medicamentos gastroenterológicos, para curar úlceras, cicatrizantes, por sus efectos astringentes, antiinflamatorios, antisépticos, antidiarréicos, antimicóticos, antibacterianos, antiescorbúticos, odontálgicos y antidisentéricos, siendo más utilizados aquellos que producen constricción y sequedad.

Hidalgo, L. (2004), señala que es utilizada, muy frecuentemente en la medicina tradicional para aliviar malestares de la garganta; sinusitis; infecciones vaginales y micóticas; lavado de los ojos inflamados; heridas crónicas y en el diente cariado; dolor de estómago; las diarreas; cólera; reumatismo y resfriado; depurativo del colesterol. La madera sirve para la confección de vigas, viguetas o chaclas, para construir viviendas; mangos de herramientas de labranza de buena calidad y postes para cercos. Así como leña y carbón debido a sus bondades caloríficas.

3. El guarango en la industria del curtido

Soler, J. (2004), manifiesta 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. El recurtido vegetal utiliza extractos de: cortezas, madera, hojas, frutos (Guarango), agallas y de raíces. Los componentes de los extractos corresponden a los siguientes tipos de taninos: pirocatecol, pirogalol y elágicos. Todos ellos taninos hidrolisables o

condensados, ambos tipos de taninos, hidrolizables y condensados, se emplean en la industria del cuero por:

- Su gran poder curtiente, permitiendo obtener una amplia variedad de cueros, que se diferencian en flexibilidad y resistencia.
- Impide que las fibras colágenas aglutinen en granos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible.
- Los hace inmune al ataque bacteriano, aumenta temperatura de encogimiento, permite la sustitución del cromo y aprovechamiento de los residuos en el curtido de la piel.

F. CONSERVACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA PIEL DE TILAPIA

Adzet J. (1995), reporta que la piel de los pescados ha sido utilizada por los pueblos aborígenes del litoral siberiano para confeccionar ropas, las espinas de pescado han sido utilizadas por los seres humanos prehistóricos y por los pueblos hasta hace poco llamados "primitivos" para confeccionar artefactos, en especial agujas de coser. Para lograr una buena conservación de las pieles es necesario que estas se contaminen lo mínimo posible durante el fileteado y su posterior transporte a la sección de conservación. Para ello se recomienda que al sacar la piel del animal se recoja directamente en recipientes limpios y adecuados para que no se contaminen con los restos de carne producido por el fileteado que en mayor o menor cantidad pueden encontrarse en el suelo. La grasa de pescados muchas veces se ha utilizado como una *cola* o pegamento. La piel fresca recién obtenida, contiene un 50-70% de agua y constituye un buen medio alimenticio para las bacterias de la putrefacción. Si disminuimos la humedad por debajo del 30% se dificulta el crecimiento de dichas bacterias. Por esto una desecación hasta un 12 ó 15% de agua o una eliminación completa del agua mediante tratamiento con sal es suficiente para su conservación.

Atena, A. (2005), asevera que la mejora de la calidad en las pieles debe ser considerada como una actividad continua que beneficia a los distintos componentes de la cadena de valor del cuero: Pequeños productores, curtidores, los eslabones de manufactura y comercialización; y, el usuario como receptor

final del artículo elaborado. Las pieles, luego del desuello, si no son conservadas apropiadamente sufren alteraciones por el ataque de microorganismos presentes en el medio ambiente. Por lo tanto, si las pieles no son procesadas inmediatamente en la curtiembre es necesario preservarlas para su adecuado almacenamiento. La degradación biológica (con diferentes grados de extensión) que sufren luego del desuello afecta la calidad de los cueros que se elaboran con ellas.

G. PROCESOS DE RIBERA PARA PIELES DE TILAPIA

Según <http://wwwcurtidopieltilapia.com>.(2011), los procesos de ribera para la curtición de la piel de tilapia comprenden el remojo, descarnado y calero a continuación se describirán cada uno de los procesos:

1. Remojo

El mismo sitio web <http://wwwcurtidopieltilapia.com>.(2011), manifiesta que el remojo es uno de los denominados trabajos de ribera se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre. Cuyo objetivo es quitar de la piel todos los componentes no adecuados para correcta elaboración de un cuero, preparando la compleja estructura fibrosa del colágeno para la siguiente fase de curtición. En los procesos de conservación de la piel y se observa que en todos ellos se alcanzan valores de deshidratación importantes, cuyo objetivo es preservarla de la descomposición originada por los microorganismos proteolíticos. Las pieles saladas tienen un grado de deshidratación muy poco favorable a la reacción con productos curtientes. Antes de la curtición, debe llevarse la piel al estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y 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. Se sabemos que sólo puede curtirse o transformarse en cuero la capa central, que por absorción y combinación de sustancias curtientes sufre durante los procesos de curtición una estabilización de su estructura proteica, volviéndose imputrescible.

Churchill, J. (1993), señala que el remojo consiste en un lavado el cual tiene por objeto, limpiar las pieles, eliminar parte de la sal y las impurezas presentes. Lo que ocurre corresponde al proceso de remojo propiamente. La abundante agua coopera con una mejor humectación de la piel. El tensoactivo acelera el proceso y elimina parcialmente las grasas naturales que en conjunto con bactericidas dejan las pieles en tripa limpias de suciedad. En resumen el proceso de remojo tiene como objeto que las pieles saladas adquieran una flexibilidad similar a la que tenía cuando se separó del animal.

2. Descarnado

Este proceso es muy importante ya que de esto depende una buena penetración de productos curtientes. Una vez efectuado la recolección de las pieles estas pasa a la sección de conservación, luego se rehidrata, continua con el descarnado. Ahí se extienden sobre una mesa limpia con el lado carne hacia arriba para efectuar un descarnado total y un pequeño recortado. Consiste en quitar en lo posible toda la carne de la piel con un cuchillo bien afilado y teniendo el cuidado de no hacer agujeros, ya que esto le haría perder su valor comercial, en esta operación deberá eliminarse de la piel todas aquellas partes que no sirvan para la obtención de cuero, tales como colas, partes de espinas, ya que estos restos por su propia naturaleza y grosor son difíciles de secar adecuadamente o que la sal de conservación llegue a penetrar y que perjudique el proceso. El descarnado de la piel de tilapia puede realizarse de dos formas, una utilizando una descarnadora de extremos abiertos para pieles pequeñas. Y la otra para descarnar a mano para lo cual se debe contar con un cuchillo de descarnado provisto de doble mango y un banco de descarnado que debe tener entre 1.5 y 2mts de largo, un ancho de 1 metro siguiendo su curva exterior, la altura más conveniente es aquella que iguala la cintura del operario. La superficie del banco de descarnado debe estar libre de irregularidades y se debe limpiar luego de descarnar la piel con el fin de que no se produzcan daños a las mismas.

Hidalgo, L. (2004), reporta que una vez descarnadas se lavan las pieles dos veces durante 3 horas cada vez con un 100% de salmuera a 15° Be, estos

lavados se pueden hacer en bombo o en un molinete resistente a la corrosión, seguidamente se vuelve a adicionar 100% de la salmuera a 15° Be y se agregan 3% acetato de sodio en polvo y 3% de carbonato de sodio previamente disuelto en 10 veces su peso de agua, luego de 6 horas de rotación lenta 4-6r.p.m el pH del baño debe ser 2.9 a 3.2, si este no fuese el caso el pH debe corregirse mediante la adición de acetato de sodio o ácido acético según sea el caso. Una vez que el pH de la disolución es igual al de la piel, lo que ocurre aproximadamente 12 horas después de iniciada la desacidificación química es posible comenzar a curtir las pieles.

3. Sulfuración y calero

Rohm, T. (1991), señala que la sulfuración y calero tiene como objeto retirar la capa pigmentada gelatinosa y la totalidad de las escamas; así como también, abrir la estructura fibrilar del colágeno. Las sales alcalinas como el sulfuro de sodio y el hidróxido de sodio, producen un hinchamiento alcalino debido al pH, en cuyo valor de los grupos ácidos del colágeno se encuentran ionizados negativamente y ocurre una repulsión de cargas entre las moléculas de proteína.

H. PROCESOS DE CUTIDO DE LA PIEL DE TILAPIA

1. Desencalado y rendido

Prado, J. (1995), manifiesta que el objetivo del desencalado es eliminar la cal absorbida por la piel y disminuir el pH a un nivel tal que el rendido sea posible. Esta disminución del pH debe ser tanto en el baño como en la superficie e interior del cuero consiguiéndose con ello que el efecto alcalino que produce el hinchamiento se anule. La fenolftaleína es un indicador de pH, el cual adquiere una coloración roja cuando el pH es mayor que 8.5 e incoloro cuando el pH es inferior a este. El rendido ocurre mediante la acción de enzimas, las cuales pueden ser de origen bacteriano o pancreático y que aflojan las fibras de la piel, obteniéndose ello un cuero caído y suelto.

2. Piquelado

Soler, J. (2004), reporta que el piquelado tiene como objetivo otorgar a la piel un pH bastante ácido de tal forma que alcance un rango entre 2.4 y 2.8 permitiendo así que la curtición al cromo ocurra, ya que la disolución del óxido de cromo y la penetración del cromo en el interior de la piel ocurre en este rango de pH. Para llegar a estos niveles de pH se debe tener en cuenta que las pieles son muy sensibles a los ácidos fuertes ya que estos tienen a obstruir y quemar las pieles, por ello es necesario trabajar solo con ácidos débiles y solos en forma diluida por lo menos 10 veces. Este proceso debe ocurrir en bombo de marcha lenta 8 r.p.m, para que las pieles no tengan un fuerte golpeteo y así conseguir que el interior del cuero logre alcanzar estos valores de pH, de lo contrario ocurre la curtición muerta, donde solo queda en la superficie de la piel.

3. Curtición

Portavella, M. (1995), indica que la curtición de las pieles tiene como objeto detener o evitar el proceso de putrefacción de estas. La curtición tiene lugar a través de taninos vegetales como el guarango, sales minerales tales como cromo, aluminio, etc.; y, de curtientes sintéticos como por ejemplo los derivados fenólicos. Estos reactivos curtientes tienen su acción ya sea como relleno de la estructura fibrilar de la piel o directamente sobre el colágeno. Dependiendo del tipo de curtición que se realice se obtendrá un tipo de cuero con características determinadas. Por ejemplo, una curtición al cromo dará un cuero resistente, en cambio una curtición vegetal dará un cuero con una resistencia al rasgado muy bajo y en el caso de los curtientes sintéticos dependerá de la naturaleza de este. En varios países del mundo, como Japón, México, Cuba, Chile, Colombia, Ecuador y otros, utilizan la piel de pescado en la elaboración de cuero. Sin embargo, no es producto ampliamente promocionado, a tal punto que dentro de las naciones señaladas la mayor parte de los habitantes no tienen conocimiento alguno sobre el tema.

Bacardit, A. (2004), afirma que los artículos más confeccionados con esta materia prima son: carteras, billeteras, portafolios, chaquetas, monederos, llaveros, porta

chequeras, cinturones, correas par relojes, apliques para traje de baño y pantalones, zapatos y otros artículos se pueden confeccionar con la piel de pescado. En Ecuador existen experiencias en la utilización de la piel de tilapia para la confección de llaveros. También se tiene conocimiento de que se fabrica apliques para la ropa y artes decorativas para mesones y portarretratos. En 1990 se realizaron unas pequeñas pruebas con varias especies de peces, obteniendo resultados positivos en la fabricación de cuero, utilizando la piel de la corvina de roca (*Brotulaclarkae*) y el dorado (*Coryphaenahippurus*), con las que se hicieron billeteras.

Hidalgo, L. (2004), señala que el curtido de la piel de tilapia es sumamente ecológico y que le proporciona a la piel durabilidad, resistencia y buen aspecto estético, sus usos son en marroquinería calzado y vestimenta, la piel ya curtida es muy delgada pero altamente resistente y durable presenta una forma trapezoidal alargada y sus dimensiones promedian de 8 a 12 cm de ancho máximo, de 2 a 3 cm de ancho mínimo y el largo de 35 a 45 cm. En el cuadro 2, se describe el proceso de curtido de la piel de tilapia.

Gilberg, H. (2001), señala que estos 2 neutralizantes se añaden juntos y se mueven durante 10 minutos y después se dejan reposar por 2 horas, se lavan con agua a 50° C y luego se realiza el recurtido de las pieles de tilapia que se describen en el cuadro 3. Una vez desadificadas las pieles, se procede a drenar el bombo o la molineta y se agregan un 100% de salmuera a 10° Be, 12% de una sal de cromo de 33% de basicidad y un 1% de formiato de sodio, luego de que la piel ha sido atravesada por el cromo se agregan 1% de aceite bisulfitado o de aceite catiónico se rueda por 30 minutos más y se procede a basificar mediante el uso de bicarbonato de sodio diluido en 10 veces su peso de agua, las precauciones que se deben tomar para la basificación deben ser las mismas que para cualquier curtido con sales de cromo. Una vez concluida la curtición se lavan las pieles con agua fría, se drena el bombo y se apilan las pieles durante 48 horas.

Cuadro 2. PROCESOS DE CURTIDO DE LA PIEL DE TILAPIA.

Proceso	Producto	Porcentaje
Pesado de las pieles		
Remojo de pieles	Sulfuro de sodio y cal	
	Agua	500%
	sulfuro de sodio	4 %
	cal	7 %
Mover ocasionalmente durante 1 semana unos 5 minutos, una vez caída la escama se procede a lavar por lo menos 3 veces con agua limpia.		
Desencalado		
	agua	500 %
	sulfato de amonio	4%
	bisulfito de sodio	1 %
Mover ocasionalmente durante 8 horas 5 minutos, luego se lava 3 veces.		
Piquelado	agua	400 %
	sal	80 g,/ litro de agua
Se mueve 5 minutos cada 20 minutos, por un lapso de 1 hora		
	ácido fórmico	1.5 %, diluido 10 veces su peso
Se mueve 5 minutos cada 20 minutos en el lapso de 1 hora		
	ácido sulfúrico	1.2% diluido 10 veces su peso,
Se mueve 5 minutos cada 20 minutos en el lapso de 1 hora, se deja reposar durante 24 horas exactas		
	romo	10 %
Se mueve durante 5 minutos, luego ocasionalmente se mueve (tiempo 2 horas)		
	Bicarbonato de sodio	100 gramos diluido 20 veces su peso en 3 partes
Se deja reposar con movimiento ocasional durante 5 días, una vez transcurrido los 5 días se sacan las pieles y se dejan reposar durante 3 días		
	agua 50°C	800 %
	bicarbonato de sodio	1 % diluido 10 veces su peso
	formiato de sodio,	0.5%

Fuente: Bacardit, A. (2004).

Cuadro 3. RECURTIDO DE PIELES DE TILAPIA.

Proceso	Producto	Porcentaje
Recurtido	agua 50° C	80 %
	mimosa	5 % mover por 10 minutos
	quebracho	8 % mover por 15 minutos
	grasa no derivada de un animal marino	8%
<ul style="list-style-type: none"> Mover por 20 minutos, y luego ocasionalmente se mueve durante 5 horas 		
	ácido oxálico	0.5% se mueve por 5 minutos
	ácido fórmico	1.5% diluido 10 veces su peso
<ul style="list-style-type: none"> Se mueve durante 10 minutos, y se deja reposar 1 hora se dejan las pieles reposar durante 1 día en sombra se secan las pieles en sombra, se ablandan a mano. 		

Fuente: Gilberg, H. (2001).

4. **Rebajado**

Gilberg, H. (2001), señala que el objetivo de esta operación es darle al cuero el espesor requerido para su artículo final, se rebaja en una máquina de rebajar de un ancho de 50 centímetros. Luego del reposo las pieles curtidas se escurren en la maquina escurridora dejando una humedad en la piel de 60% al 50%, la cual es la apropiada para el proceso de rebajado el cual se puede hacer en cualquier tipo de máquina de rebajado, aunque la experiencia muestra que las más convenientes son aquellas que tienen un ancho útil de 450 a 600N/cm² y poseen extremos abiertos, un operario capacitado puede rebajar de 50 a 75 pieles diarias.

I. PROCESOS DE ACABADO EN HÚMEDO DE PIELES DE TILAPÍA

1. Neutralizado

Mann, I. (1991), afirma que el objetivo es neutralizar el cuero desde su interior hasta la superficie dependiendo del tipo de cuero a hacer; también, es importante controlar el pH del baño así como el del cuero ya que una sobre neutralización daría una flor suelta, una precipitación del recurtiente, una mala penetración del recurtiente, anilinas y engrase, dando pieles manchadas, duras y también da problemas para su secado y acabado final. Previa a la neutralización se lavan las pieles con un 300% de agua a 30° C durante 30 minutos para eliminar los restos de cromo no fijado y las sales neutras que se encuentran presentes en el cuero rebajado. Se drena el bombo y se adiciona 200% de agua a 30° C, 1% de formiato de sodio y 0.5 % de bicarbonato de sodio diluido en 20 veces su peso de agua y se rueda a 12-15 r.p.m, durante 40 minutos a 1 hora, o hasta que las pieles muestren un color azul-verdoso en el corte cuando se aplican unas gotas del indicador verde de bromocresol. Cuando la piel ha llegado a este punto se drena el bombo y se lava con 300% de agua a 40° C durante 15 minutos, para eliminar las sales formadas en el proceso de neutralizado, luego se drena el bombo y se procede al engrasado del cuero.

2. Recurtido

Prado, J. (1995), menciona que es el proceso en el cual se le da una determinada calidad al cuero. Por ejemplo: cueros blandos o duros, elásticos o rígidos, suaves o ásperos, etc. Esto se logra mediante la adición de reactivos precisos y específicos los cuales se encuentran en el mercado de la industria química bajo distintas denominaciones de fantasía, también se pueden utilizar curtientes vegetales, minerales o sintéticos, los cuales no cambiarán en lo absoluto que el cuero presente una curtición al cromo. La diferencia está en las cualidades que aquellos reactivos otorgaran al producto final, en todo caso, cualquiera que sea el producto agregado el objetivo es rellenar el cuero y darle una determinada calidad final. Existe en el mercado una gran diversificación de productos que sirven como recurtientes los cuales en su mayoría son de origen

sintético. Dependiendo del tipo de características del cuero así serán sus % y productos para su recurtición tales como: extractos vegetales, naftalenos, fenólicos, resínicos, glutaraldehído, acrílicos, se muestra un tipo de recurtido para cuero de tilapia: 5% extracto quebracho, 4% naftaleno, 3% fenólico, 4% resínico.

3. Teñido y engrase

Para <http://www.teñidopieltilapia.com>.(2011), el objetivo del teñido es darle color dependiendo del tono requerido al cuero, los colorantes aniónicos son bastantes adecuados para el teñido. En el teñido se ponen de manifiesto, dependiendo de las características del colorante así como del tipo de cuero a teñir, varias fuerzas de enlace que actúan en diversas fases escalonadas, según sea su radio de acción. Se podrían considerar tres fases: fuerzas de atracción entre iones actúan formándose uniones salinas, fuerzas de enlace actúan dando lugar a formación de puentes de hidrógeno y por último se corresponde a los procesos de deshidratación y secado en la que prevalecen fuerzas de muy corto alcance que permiten una combinación adicional entre el colorante y el cuero.

Rohm, T. (1991), reporta que el engrasado es darle la suavidad requerida al cuero dependiendo de su utilización final, con el objeto de lograr un buen engrase adecuado es necesario utilizar diferentes tipos de engrasantes para conseguir un equilibrio y uniformidad en lo respecta a penetración interna y superficial, otorgando un tacto suave y delicado, con un aspecto natural del cuero. Estos engrasantes son anión-activos, adecuados para la fabricación de emulsiones, aceites en agua, pero no agua en aceite. Para preparar de la forma más correcta las emulsiones, el aceite debe ser añadido en por lo menos 5 veces su peso en agua, a una temperatura de 60-70° C. Si se prepara la emulsión en forma agua en aceite, durante la dilución que va a seguir en el bombo hará que la emulsión se rompa lo que dará lugar a que el engrase se deposite superficialmente y de lugar a un cuero grasiento.

4. Secado

El secado depende del medio usado y la forma de conducir esta aparente y simple operación física, se producen modificaciones importantes en las características del cuero terminado. Reducción de la humedad y concentración de la superficie, al secar al aire colgados libremente el cuero se encoge, se dobla, endurece y se pronuncia el poro. Para obtener características buenas y contrarias se debe secar pegando a una placa plana. Las menos evidentes son: variación del punto isoeléctrico, formación de diversos enlaces en las fibras, productos y migraciones de sustancias solubles a la superficie. El secado rápido origina un cuero de mala calidad, mientras que un secado lento y controlado produce todo lo contrario.

J. PROCESOS DE ACABADO EN SECO

1. Ablandado

Hidalgo, L. (2004), señala que una vez secado el cuero se produce a efectuar el ablandado deseado de acuerdo a la aplicación final del artículo, durante el proceso de secado, con el retiro del agua superficial y de los capilares, se da una compactación (acomodación), y una retracción de las fibras, resultando en un cuero rígido en ciertas áreas. El ablandamiento es una operación que consiste en romper mecánicamente la adhesión entre las fibras confiriéndole al cuero flexibilidad y blandura. La finalidad del mismo consiste entonces en:

- Descompactar las fibras compactas durante el secado, esto es hacer que las fibras que sufrieron retracción vuelvan a sus posiciones originales, a través de un traccionamiento mecánico.
- Promover una acción lubricante de los aceites de engrase instalados en la estructura fibrosa.

2. Acabado en seco

Portavella, M. (1995), indica que una vez el cuero ablandado las fibras está en su punto de absorción de resinas, que se aplican con una brocha de la manera siguiente, de la cola hacia la cabeza, esto para que haya una mayor absorción uniforme en el cuero, luego se prensa en la prensa de acabado, una vez prensado se les aplica un spray de laca de nitrocelulosa diluida 1 a 3 con thinner.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicado en la Provincia de Chimborazo, cantón Riobamba kilómetro 1½ Panamericana Sur. A una altitud de 2.754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02". El tiempo de duración de la presente investigación fue de 126 días, las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2009
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (N/cm2/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61.4
Viento / velocidad (m/s).	2.50
Heliofonia (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2010).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 72 pieles de tilapia, las mismas que fueron adquiridas en las explotaciones de tilapia de la provincia de Pastaza.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 72 pieles de tilapia.
- Mesa.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Tinas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Tijeras.
- Mandiles.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Felpas.
- Frascos.
- Envases.
- Manguera.

2. Equipos

- Bombos de remojo, curtido y recurtido.
- Molineta.

3. Productos químicos

- Cloruro de Sodio (NaCl o sal en grano).
- Formiato de Sodio (NaCOOH).

- Bisulfito de Sodio (NaHSO_3).
- Ácido Fórmico (HCOOH).
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).
- Ácido Oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).
- Sulfato de amonio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$].
- Bicarbonato de sodio Na (HCO_3^-).
- Guarango.
- Cromo (Cr).
- Sulfato de aluminio.
- Ríndente.
- Grasa animal sulfatada.
- Lanolina.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Pigmentos
- Anilinas.
- Recurtientetara.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de las características físicas y sensoriales del cuero de tilapia curtido con diferentes tipos de curtientes (aluminio, guarango y cromo), los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial; donde, el factor A fueron los diferentes tipos de curtiente y el Factor B, las réplicas o ensayos consecutivos. En el cuadro 5, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

En el cuadro 6, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tipos de Ensayos	Código	T.U.E.	Repetición	Pieles/ Tratamiento
T1 Alumbre 1	T1E1	3	4	12
T1 Alumbre 2	T1E2	3	4	12
T2 Guarango 1	T2E1	3	4	12
T2 Guarango 2	T2E2	3	4	12
T3 Cromo 1	T3E1	3	4	12
T3 Cromo 2	T3E2	3	4	12
Total de pieles				72

Fuente: Cali, J. (2011).

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A*B	2
Error	18

Fuente: Cali, J. (2011).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Flexometría (N/ cm^2).
- Resistencia al rasgado (ciclos).
- Porcentaje de elongación a la ruptura (%).

2. Análisis sensoriales

- Llenura (puntos).
- Suavidad (puntos).
- Finura de flor (puntos).

3. Análisis económico

- Costo de producción.
- Beneficio costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales serán sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables.
- Separación de medias ($P < 0.05$) a través de la prueba de Tuckey para las variables que presentaron significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables sensoriales.
- Análisis de Regresión y Correlación.
- Costos de producción.
- Análisis de Beneficio /Costo.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 72 pieles de tilapia; puesto que, se investigó 3 tratamientos con 4 repeticiones, un tamaño de la unidad experimental de 3, las mismas que fueron replicadas 2 veces consecutivas, provenientes de diferentes acuíferos de la provincia de Pastaza, y que fueron sometidas al siguiente procedimiento:

- Almacenamiento: Una vez terminada la recolección de las pieles, se apiló piel contra piel y se aplicó uniformemente naftalina. El almacenamiento se llevó a cabo en un lugar fresco y libre de plagas.
- Remojo: se sumergieron las pieles obtenidas, en agua fría y limpia, cambiando el agua cada hora, variando el tiempo de inmersión entre 12 a 24 horas y dependiendo del estado en que se encontraron las pieles.
- Lavado: En este procedimiento las pieles se lavaron con la urilsulfato de sodio. Para ello, se utilizó los contenedores y las disoluciones aconsejadas por el protocolo de las empresas químicas y una temperatura promedio entre 32-37 °C.
- Pesado: Se pesan las pieles, las cuales fueron colocadas una a una en una balanza tomando el dato en gramos para el cálculo del porcentaje de peso seco de la piel.
- Descarnado: Luego del ablandamiento y lavado de cada una de las pieles, fueron extendidas sobre una superficie lisa, con el lado flor hacia abajo y mediante un cuchillo se removió con sumo cuidado los trozos de carne, grasa y cartílagos que hubiera arrastrado el desuello, con el objeto de que las soluciones curtientes penetren en forma uniforme a los tejidos, ya que con esta operación quedaron al descubierto los poros de la piel. Con el descarne en los flancos, se tuvo mucho cuidado, ya que esta parte es muy delgada y propensa a roturas. Lo más frecuente es efectuar el desprendimiento de la piel iniciándolo en la nuca para terminar en la cola.
- Pelambre y Sulfuración: Esta operación permite, separar la dermis de la epidermis, produciendo la soltura de las escamas y un mayor o menor hinchamiento del tejido. Para ello se sometió al influjo de álcalis, siendo la cal hidratada y el sulfuro de sodio los productos utilizados. La cal hidratada provocó el hinchamiento de la piel y el sulfuro de sodio disolvió las escamas.
- Desencalado: Esta operación complementa a la anterior, permite aflojar la raíz de la escama y eliminarla. En este proceso, se eliminó la cal que fue incorporada mecánicamente, absorbida capilarmente y combinada químicamente durante el pelambre por transformación de las sales fácilmente solubles. En este proceso se utilizó conjuntamente sulfato de amonio y bisulfito de sodio.

- Piquelado: Para esto se preparó la piel para el curtido vegetal o curtido al cromo, utilizando ácido sulfúrico al 1 % para bajar el pH. Con esto se consiguió una disminución de la astringencia de los elementos curtientes. Además del ácido, se utilizó sal para controlar el hinchamiento y evitar así una hidrólisis ácida. El piquelado se utilizó también para la conservación.
- Curtido: Curtir significa transformar la piel en cuero, sometiéndola a un tratamiento tal que les haga resistente de un modo más duradero a la descomposición al mojarse y flexible en estado seco. El curtido hace al cuero resistente a los microorganismos, aquí se aplicó los diferentes tipos de curtientes.

A las pieles se les aplicó tres diferentes fórmulas que comprenden la curtición con guarango, con cromo y con sulfato de aluminio. Cada una de las fórmulas fue aplicada en condiciones controladas de humedad relativa, pH y temperatura. Se realizaron 3 tratamientos con 4 repeticiones y 2 réplicas. Las pieles curtidas de esta manera fueron colocadas en mesas especiales dentro de galeras de 10 por 5 metros, ubicadas en la sede experimental que fue el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Las pieles fueron inspeccionadas diariamente, así mismo se evaluó cualquier cambio de color, de consistencia, y de humedad de las pieles, los datos fueron colocados en tablas de registro para su posterior tabulación.

- Engrase y estiramiento: Para el engrase se utilizó aceites bisulfitados, sulfonados o sulfatados. El estiramiento se comprobó al tacto, y son las partes más delgadas que hay que trabajar con más suavidad para evitar los desgarramientos. Para ello se colocó el cuero con la cara de la carne hacia abajo sobre el borde del filo de la mesa, haciendo que la piel ejerza presión sobre esta, mientras la desplaza hacia arriba y hacia abajo.
- Esmerilado y Ablandado: Posterior al estiramiento se realizó el esmerilado cuya finalidad fue quitar adherencias y rebajar las partes gruesas para que las pieles queden uniformes, además se les proporcionó docilidad. Este procedimiento se realizó pasando piedra pómez o lija sobre la piel, haciéndolo varias veces hasta obtener la uniformidad.

- Acabados: Una vez que el cuero fue ablandado las fibras se encontraron en su punto de absorción de resinas, que se aplicaron con una brocha de la manera siguiente, de la cola hacia la cabeza, esto para que haya una mayor absorción uniforme en el cuero, luego se prensó y una vez prensado se les aplicó un spray de laca de nitrocelulosa diluida 1 a 3 con thinner.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se efectuó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que indicaron que características debían presentar cada uno de los cueros de tilapia dando una calificación de 5 correspondiente a MUY BUENA; 3 a 4 BUENA; y 1 a 2 BAJA; en lo que se refiere a llenura, suavidad y finura de flor.
- Para detectar la llenura se palpó el cuero utilizando las yemas de los dedos tomando en cuenta que el enriquecimiento de las fibras colagénicas sea uniforme, y se lo calificó de acuerdo a la escala antes propuesta.
- Para calificar la finura de flor de la piel de tilapia luego de realizar el curtido con diferentes tipos de curtiente tanto mineral como vegetal, se utilizó el sentido del tacto para poder observar la presencia o no de arrugas en la piel al doblarlo hacia el interior, especialmente en los cuellos y faldas; y además, observar si el cuero es muy fino o está grueso.
- Para juzgar la suavidad se palpó el cuero de tilapia deslizándolo sobre las yemas de los dedos para observar principalmente la caída ya que un cuero es medido por el grado de suavidad y caída que hace de la badana una materia prima muy útil para la confección de los más delicados artículos como son bolsos, pantuflas, artesanías, entre otras.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la tenería “Curtipiel Martínez” de la ciudad de Ambato, y se basó en las Normas Técnicas de la Asociación Química Española de la Industria del Cuero.

a. Resistencia al rasgado

El ensayo del rasgado se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para que resista las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La resistencia al rasgado es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. La característica esencial del ensayo del rasgado es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo del rasgado es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. El procedimiento a seguir fue:

- Se efectuó la medición del espesor de cada probeta de cuero de tilapia de acuerdo con la norma técnica IUP 4.
- Se realizó dos medidas. Se tomó la media aritmética de las dos medidas como el espesor de la probeta.
- Se ajustó el dinamómetro de forma tal que los extremos doblados de los accesorios para rasgado estuvieran en ligero contacto el uno con el otro. Se colocó la probeta sobre los extremos doblados de manera que estos sobresalieran a través de la ranura de la probeta y con el ancho de los extremos doblados dispuestos paralelamente a los lados de la ranura de la probeta. Se apretó la probeta firmemente a los accesorios.
- Se colocó la máquina en marcha hasta que la probeta se desgarre y se consideró como fuerza de rasgado la máxima carga alcanzada.

b. Flexometría

En el uso diario del cuero se experimenta una brusca deformación que le lleva de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produce una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quiebra y se

agrieta. Se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro. Este instrumento, contiene una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquiere una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupó en el momento de la primera fisura de la flor. La acción no se detuvo hasta el momento de la rotura total del cuero, en el que se anotó de nuevo la distensión y la carga, aunque estos datos tienen sólo un carácter orientativo, los pasos a seguir fueron:

- Se realizó dos medidas y se tomó la media aritmética de las dos medidas como el espesor de la probeta. Se ajustó el lastómetro de forma tal que los extremos doblados de los accesorios para rasgado estuvieran en ligero contacto el uno con el otro.
- Luego se colocó la probeta sobre los extremos doblados de manera que estos sobresalieran a través de la ranura de la probeta y con el ancho de los extremos doblados dispuestos paralelamente a los lados de la ranura de la probeta. Se apretó la probeta firmemente a los accesorios.
- Finalmente se puso la máquina en marcha hasta que la probeta se desgarró y se consideró como fuerza de rasgado la máxima carga alcanzada.

c. Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura es un indicativo del alargamiento o elongación del cuero, se calcula como la diferencia entre la separación final y la separación inicial de la probeta. Esta diferencia se expresa como porcentaje de la separación inicial. La elongación puede determinarse a una fuerza dada o a la rotura (elongación máxima): La fórmula aplicada fue:

$$\% \text{ de elongación a la rotura} = \left(L_2 - \frac{L_0}{L_0} \right) * 100$$

Donde:

L_2 = es la separación de las mordazas a la rotura.

L_0 = es la separación inicial de las mordazas.

Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente elongaciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones, para lo cual se realizó lo siguiente:

- Se cortó una ranura en la probeta de cuero, los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas se fijaron por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usó en el ensayo de tracción.
- Cuando se puso en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el rasgado del cuero hasta su rotura total.
- Este método es prácticamente equivalente al ASTM D 2212 "Slit tear resistance of leather" y al UNE 59024. En todos ellos se tomó la fuerza máxima alcanzada en el ensayo. La resistencia al rasgado se expresó en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta, en Newtons/cm^2 , aunque a efectos prácticos es más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO)

1. Flexometría

Las mediciones reportadas en el análisis de varianza de la flexometría del cuero de tilapia tratado con tres diferentes curtientes registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), entre medias, reportándose el valor más alto en esta medición en los cueros curtidos con cromo (T3), cuyo valor en las medias fue de $80,75 \text{ N/cm}^2$, en tanto que los cueros curtidos con guarango (T2), presentaron valores intermedios en esta característica física, cuyas medias fueron de $78,00 \text{ N/cm}^2$, mientras que las respuestas más bajas las registraron los cueros curtidos con alumbre (T1), presentando valores en sus medias de $76,38 \text{ N/cm}^2$, como se reporta en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 1.

Para explicar la superioridad de la flexometría al curtir pieles de tilapia con curtiente mineral cromo se revisará lo expuesto por Mann, I. (1991), quien menciona que el curtido de pieles con sales de cromo representa el 80% de la producción total de cueros en el mundo, ya que las ventajas que representa este método de curtición son variadas entre las más importantes se debe anotar que los cueros presentan muy buen nivel de calidad constante y uniforme, las fibras del cuero presentan una elasticidad y resistencia muy alta lo que hace que al ser expuesta a fuerzas opuestas que lo estiren el cuero se extenderá una longitud superior antes de romperse, de esta manera se explica el por qué los cueros que fueron tratados con el cromo como curtiente presentaron un valor mayor en la medición de la flexometría. Además se puede acotar que este curtiente mineral proporciona una mayor flexometría del cuero destinado a la marroquinería, sin embargo sólo en el cuero para tapicería automotriz, tapicería de muebles y/o algunas vestimentas y cueros medicinales hacen que diferentes fábricas o curtiembres fabriquen artículos libres de cromo.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO).

VARIABLES FÍSICAS	TIPOS DE CURTIENTE			\bar{x}	CV	Sx	Prob.	Sign
	Alumbre	Guarango	Cromo					
	T1	T2	T3					
Flexometría, N/cm ² .	76,38 c	78,00 b	80,75 a	78,38	1,72	0,48	0,001	**
Resistencia al rasgado, ciclos.	24,63 c	27,75 b	30,88 a	27,75	3,70	0,36	0,001	**
Porcentaje de elongación, %.	42,88 c	44,13 b	48,88 a	45,29	3,18	0,51	0,001	**

Fuente: Cali, J. (2012).

\bar{x} : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

ns: Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P< 0.05).

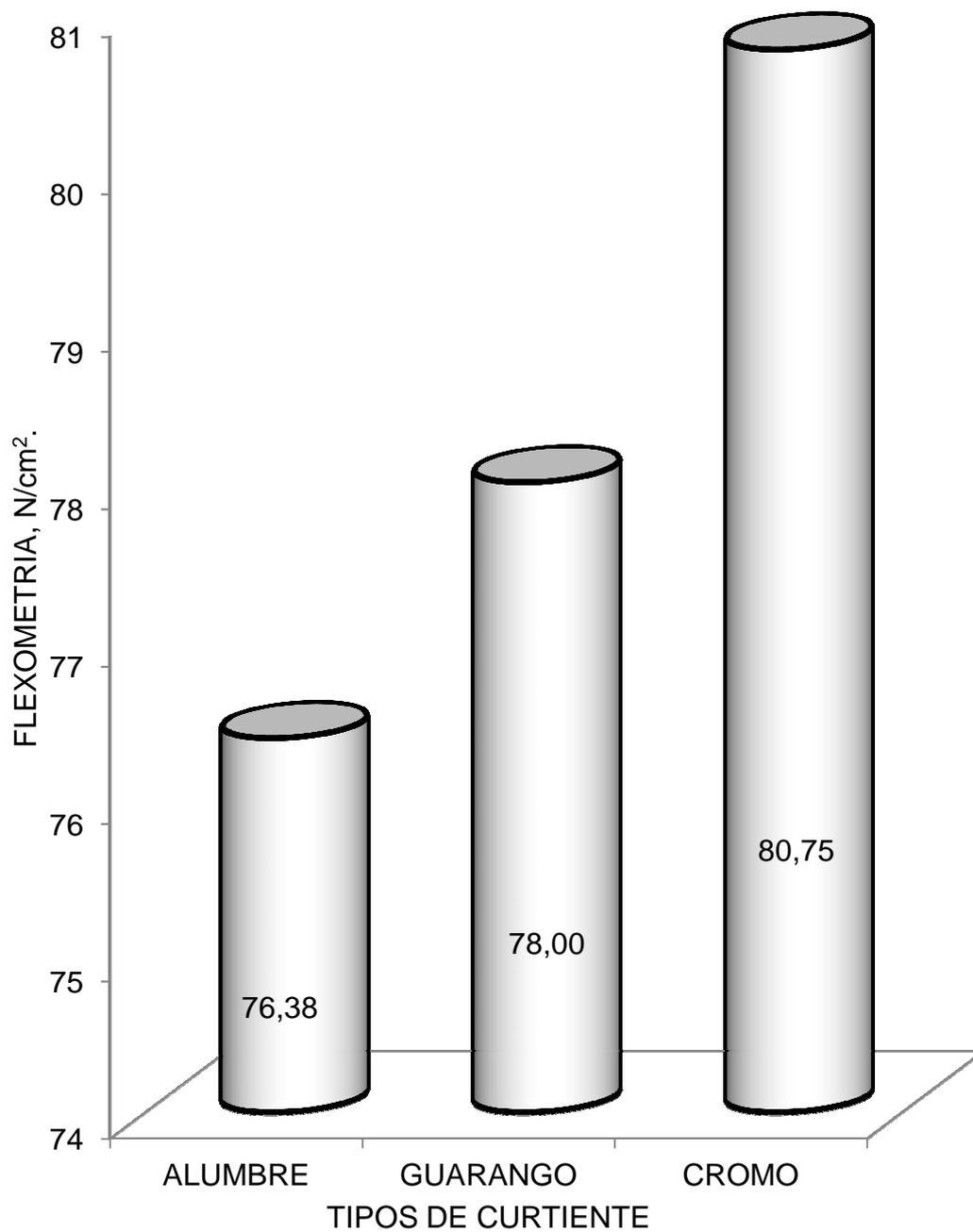


Gráfico 1. Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Los valores determinados para la flexometría fluctuaron entre 76.38 y 80.75 N/cm², los cuales corresponden al valor menor y mayor respectivamente que contrastados con los reportes de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP 9 (2001), son superiores al valor referencial, que señala que la flexometría debe ser igual o superior a 75 N/cm², por ende indiferentemente al curtiente utilizado los cueros de tilapia presentaran en el uso diario una resistencia a las bruscas deformaciones a las que está expuesto y que le lleva de la forma plana a la forma espacial sin romperse. Esta transformación produce una fuerte tensión en la capa de la flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel, pero de acuerdo a los reportes expresados de flexometría, se demuestra que este cuero es lo suficientemente resistente para evitar que la estructura fibrilar no se quiebre y se agriete.

2. Resistencia al rasgado

El análisis de varianza de la resistencia al rasgado en los cueros de tilapia estableció diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre cada tratamiento por efecto de los diferentes tipos de curtiente, evidenciándose además que en los cueros curtidos con cromo, (T3), se reportan los valores más altos de la investigación, registrando un valor en las medias de 30.88 ciclos, paralelamente en los cueros tratados con guarango(T2) como curtiente se presentó un valor intermedio, con 27.75 ciclos, y finalmente los cueros curtidos con alumbre (T1), presentaron las medias de menor valor, reportándose 24.63 ciclos, como se ilustra en el gráfico 2. Los resultados obtenidos infieren superioridad en el rasgado al curtir los cueros de tilapia con cromo lo que se puede explicar con lo expuesto por Portavella, M. (1995), quien indica que la curtición de las pieles tiene como objeto detener o evitar el proceso de putrefacción de estas. La curtición tiene lugar a través de taninos vegetales como el guarango, sales minerales tales como cromo, aluminio, etc.; y, de curtientes sintéticos como por ejemplo los derivados fenólicos. Estos reactivos curtientes tienen su acción ya sea como relleno de la estructura fibrilar de la piel o directamente sobre el colágeno aumentando la resistencia de las mismas, dependiendo del tipo de curtición que se realice se obtendrá un tipo de cuero con características determinadas, por ejemplo cuando

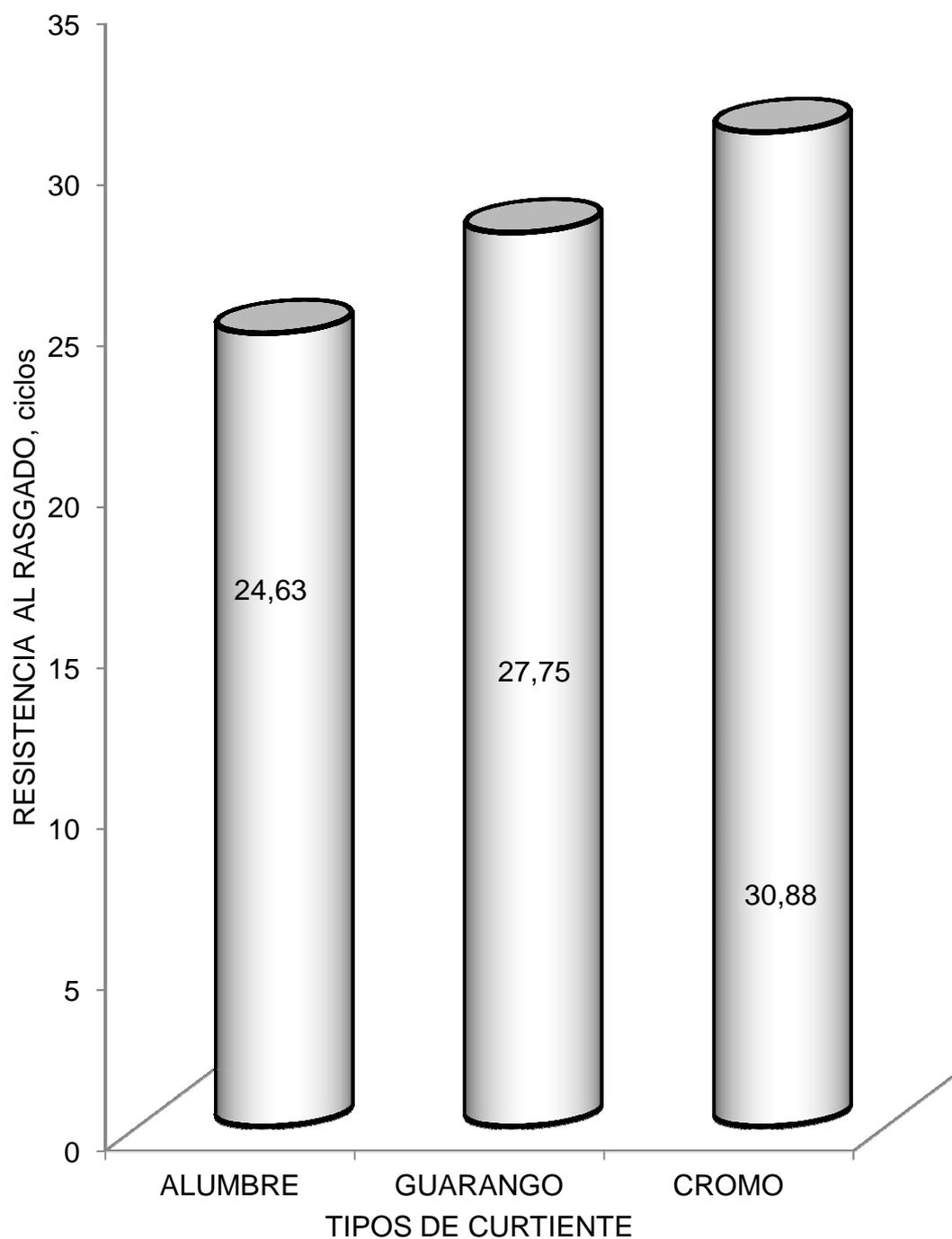


Gráfico 2. Comportamiento de la resistencia al rasgado del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

se realiza una curtición al cromo se producirá un cuero resistente y más flexible con una alta resistencia al rasgado, en cambio una curtición vegetal proporcionará un cuero con una resistencia al rasgado bajo y en el caso de los curtientes con sales de alumbre presentan un poca fijación del curtiente con las fibras de colágeno y por ende una pobre resistencia al rasgado.

Al cotejar los valores obtenidos de resistencia al rasgado de los cueros de tilapia con los propuestos por la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP8 (2001), para esta medición observamos que se encuentran por encima del valor referencial, que indica que la resistencia al rasgado no debe ser menor de 25 ciclos, por ende podemos expresar que el cuero de tilapia procesado con cualquiera de los tres curtientes presentara una resistencia al rasgado muy buena por lo que el cuero tendrá una alta capacidad para resistir las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La resistencia al rasgado es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión, de mejor manera en los cueros tratados con cromo.

Lo antes mencionado está en relación con lo expuesto por Churchill, J. (1993), quien señala que el curtido de la piel de tilapia es sumamente ecológico y que le proporciona a la piel durabilidad, resistencia y buen aspecto estético, sus usos son en marroquinería calzado y vestimenta, la piel ya curtida es muy delgada pero altamente resistente y durable presenta una forma trapezoidal alargada y sus dimensiones promedian de 8 a 12 cm de ancho máximo, de 2 a 3 cm de ancho mínimo y el largo de 35 a 45 cm.

3. Porcentaje de elongación

Al revisar el análisis de la varianza del porcentaje de elongación de los cueros de tilapia que se ilustran en el gráfico 3, tratados con tres diferentes curtientes se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), entre tratamientos, por lo que de acuerdo a la separación de medias según Tukey, se

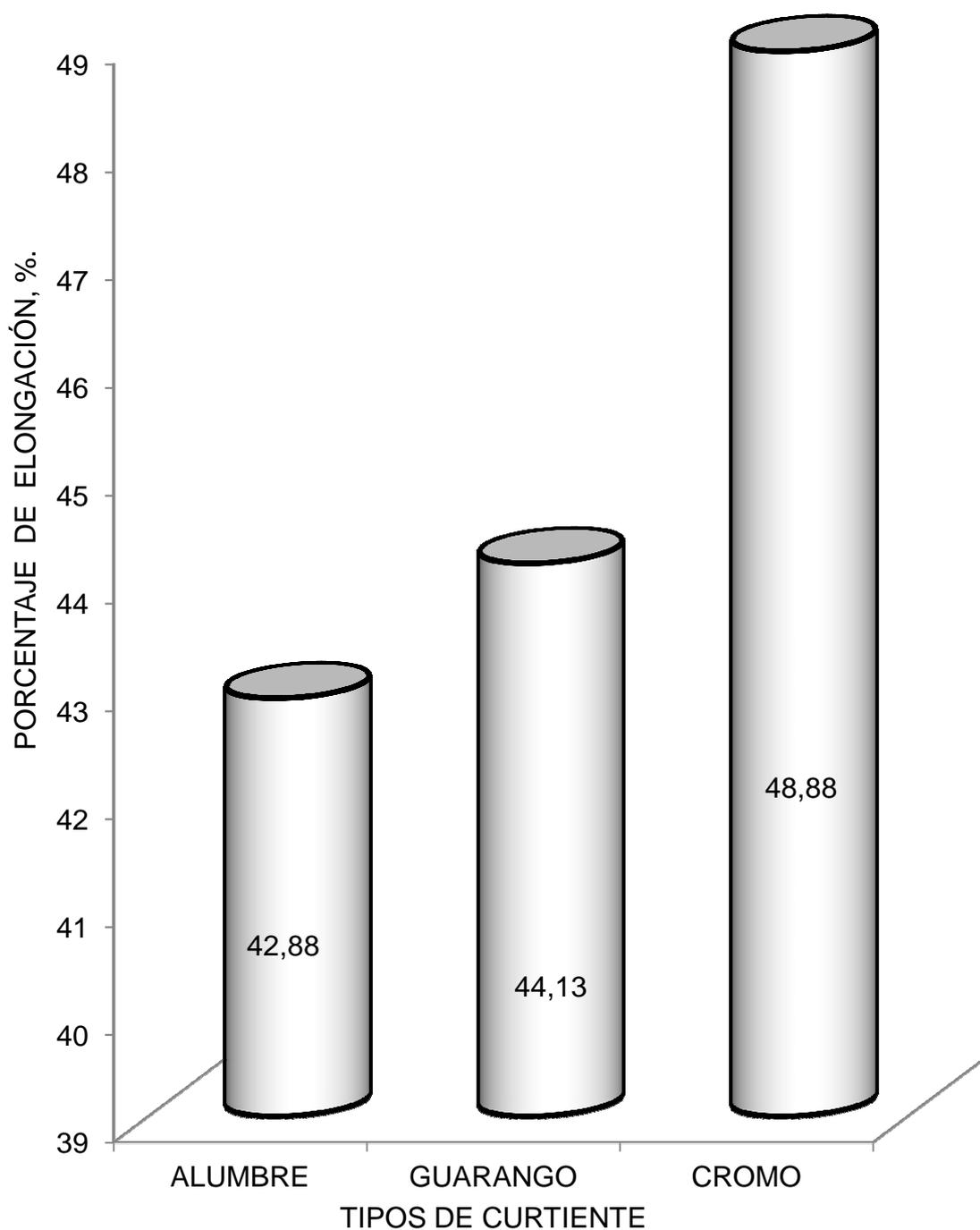


Gráfico 3. Comportamiento del porcentaje de elongación del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

considera que el valor mayor se reporta en los cueros tratados con cromo como curtiente (T3), obteniéndose medias de 48.88%, seguido de los cueros tratados con guarango (T2), que reportan valores de 44.13%, y en último lugar se posicionan los cueros que fueron tratados con las sales de alumbre(T1), que presentaron valores en sus medias de 42.88%.

Cotejando los resultados de la presente investigación con los parámetros establecidos por Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP 20 (2001), reporta que para el valor de elongación sea óptimo debe ser superior a 35% para este tipo de cueros, revisando los valores reportados vemos que los cueros de todos los tratamientos superan la norma antes expuesta, por ende presentarán una buena elasticidad, flexibilidad y plasticidad, que son necesarias para resistir a las exigencias del uso diario en el producto final al que estarán destinados dichos cueros sin afectar la comodidad y confort del usuario final, y de mejor manera en los cueros tratados con cromo como curtiente.

Lo que guarda relación con lo expuesto en <http://www.infovetciencias.com>.(2011) quien indica que el porcentaje de elongación antes de la ruptura, consiste en el estiramiento progresivo hasta el punto de fragmentación de las cadenas fibrosas del cuero, registrando tanto el valor máximo de carga como la deformación sufrida respecto a la medida inicial (%), el cual se mejora con la utilización de cromo como curtiente, ya que este producto penetra mejor en la estructura fibrilar de la piel, y al combinarse con el colágeno estructural el compuesto formado es más estable, organizado y resistente, generando una mejor elasticidad de los cueros antes de que las fuerzas externas actúen sobre la superficie y provoquen el rompimiento de las fibras de colágeno. El entrecruzamiento se lleva a cabo por las valencias principales a través de lazos de coordinación (vínculos complejos) con los grupos COOH del colágeno, es aconsejable utilizar cromo en polvo que no se puede enmascarar previo a su uso salvo disolviéndolo, pero como en este caso el ion que predomina tiene carga negativa, será necesario disolver en caliente y reposar un día para otro, hasta que se revierta la carga de negativa a positiva, permitiendo que el cuero de tilapia sea más fuerte para resistir especialmente el estiramiento el momento de la confección del artículo.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO) POR EFECTO DE LOS ENSAYOS

1. Flexometría

Al revisar el análisis de varianza de la flexometría de los cueros de tilapia curtidos con tres diferentes tipos de curtientes (alumbre, guarango y cromo), no se presentaron diferencias estadísticas, ($P < 0.3$) entre medias por el efecto de los ensayos, registrándose únicamente una leve superioridad de carácter numérica en el valor en los cueros pertenecientes al segundo ensayo (E2), cuyo valor en la media fue de 78.67 N/cm^2 , en comparación de los cueros pertenecientes al primer ensayo (E1), que registraron medias de 78.08 N/cm^2 , como se reporta en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 4. Al evidenciar una ausencia de diferencias estadísticas entre los ensayos se puede señalar que la ligera superioridad del primer ensayo ante el segundo se debe únicamente a la calidad de la materia prima ya que como indica Atena, A. (2005), al adquirir las pieles no se tiene conocimiento del sistema de conservación que ha sido utilizado; y, si ha sido realizado inmediatamente después del faenamiento; y, por ser un producto altamente putrescible tiene un tiempo de vida útil muy corto por lo que es necesario conservarla seguidamente después de ser desollado el animal, o realizar rápidamente los trabajos de ribera, todo esto desemboca que entre ensayos exista una ligera diferencia entre las características de flexometría de las pieles sin tener su origen en fluctuaciones del proceso.

2. Resistencia al rasgado

En la evaluación del análisis de varianza de la resistencia al rasgado del cuero de tilapia se puede inferir que no existe diferencias significativas ($P < 0.31$), a efecto de los ensayos consecutivos, pero se puede apreciar que la media del primer ensayo (E1), es ligeramente inferior al valor de la media del segundo ensayo (E2), en un carácter netamente numérico, reportándose un valor de 27,50 ciclos para el

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	EFECTO DE LOS ENSAYOS		Sx	Prob	Sign
	Primer ensayo	Segundo ensayo			
	E1	E2			
Flexometría N/cm ² .	78,08 a	78,67 a	0,39	0,3	ns
Resistencia al rasgado, ciclos.	27,50 a	28,00 a	0,30	0,68	ns
Porcentaje de elongación, %.	45,42 a	45,17 a	0,42	0,68	ns

Fuente: Cali, J. (2012).

Sx. Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

sign: Significancia.

ns: Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P< 0.05).

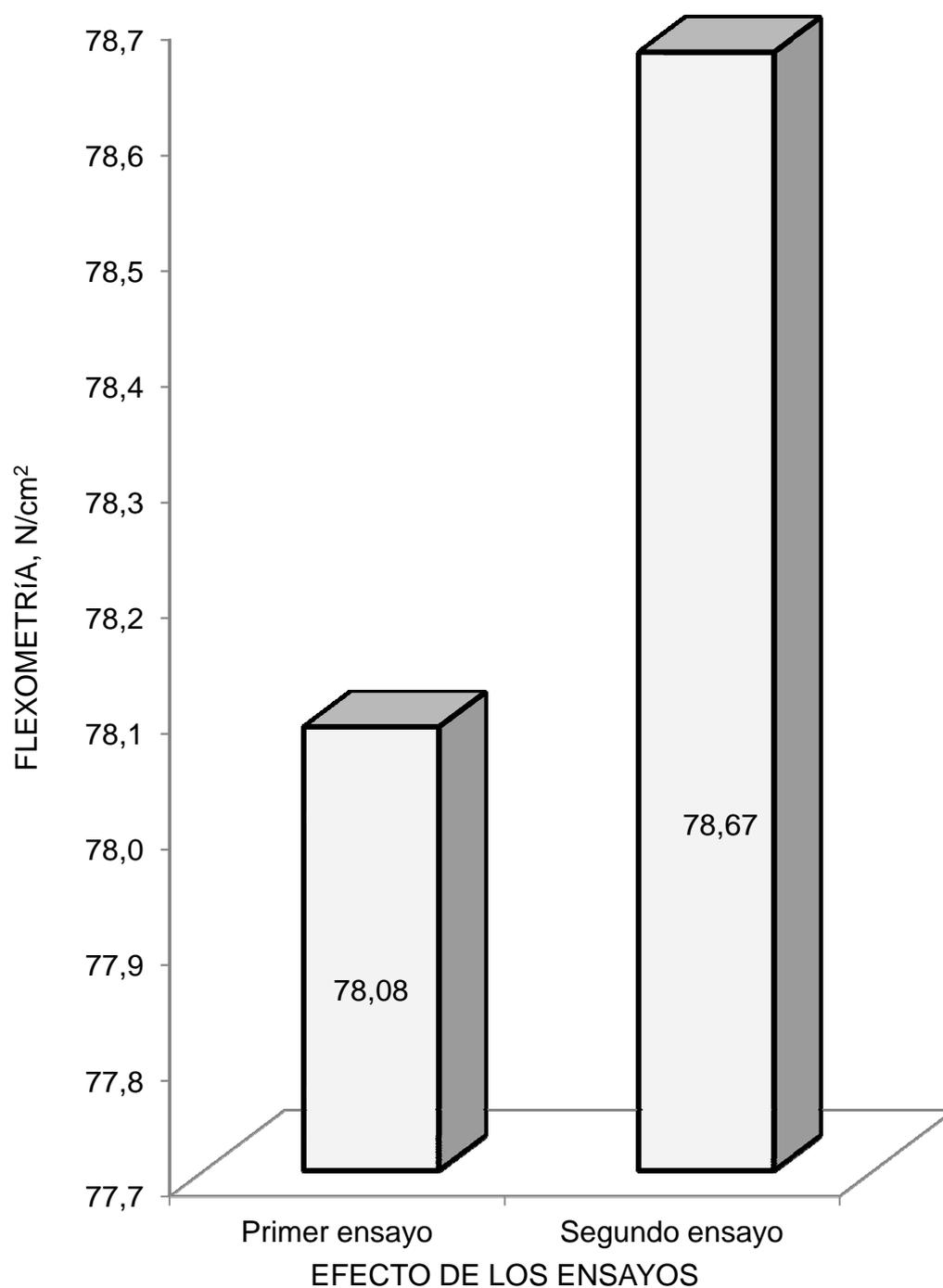


Gráfico 4. Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.

primer ensayo y 28.00 ciclos para el caso de las pieles del segundo ensayo. Verificando la inexistencia de diferencias numéricas entre los ensayos se puede excluir factores del proceso de curtido en cada ensayo como los causantes de la ligera diferencia en las medias de resistencia al rasgado, por ende, para poder explicar esta discrepancia en los valores se tomará en cuenta lo que expone Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que las características de la materia prima entre lotes de recepción es muy variada, debiéndose esto a las características del animal de origen, el tipo de proceso con que se extrae la piel del animal, el tipo y calidad de la conservación de las pieles entre otros, generando de esta manera una ligera variación.

Especialmente en lo que respecta a las resistencias físicas que son las que más se ven afectadas, ya que para los cueros curtidos al cromo, el test de rasgado es el indicativo de que la estructura proteica está estabilizada por el curtiente. Es importante destacar que la resistencia al rasgado debe ser medida en términos de área y no sólo lineal, sin embargo las resistencias del cuero pueden ser evaluadas de forma simple, realizando un corte en el cuero y traccionándolo, si el cuero se desgarrar fácilmente es señal de una baja resistencia al rasgado.

3. Porcentaje de elongación

En el análisis de varianza del porcentaje de elongación de los cueros de tilapia con la utilización de diferentes tipos de curtientes, no se presentaron diferencias estadísticas, ($P < 0.71$) entre medias por el efecto de los ensayos, registrándose numéricamente un leve superioridad en el valor en los cueros del primer ensayo (E1), con un valor en la media de 45,42% , siendo ligeramente superior a las medias de los cueros en el segundo ensayo que reportaron un valor de 45,17%, como se ilustra en el gráfico 5. Al no presenciarse diferencias estadísticas podemos indicar que la mínima diferencia entre las medias del primer ensayo y el segundo ensayo se deben a factores ajenos a la aplicación de los diferentes tipos de curtientes en el proceso de curtido como son especialmente la precisión en el pesaje de las materias primas y sobre toda la calidad de las mismas, además ya que las condiciones de trabajo fueron similares

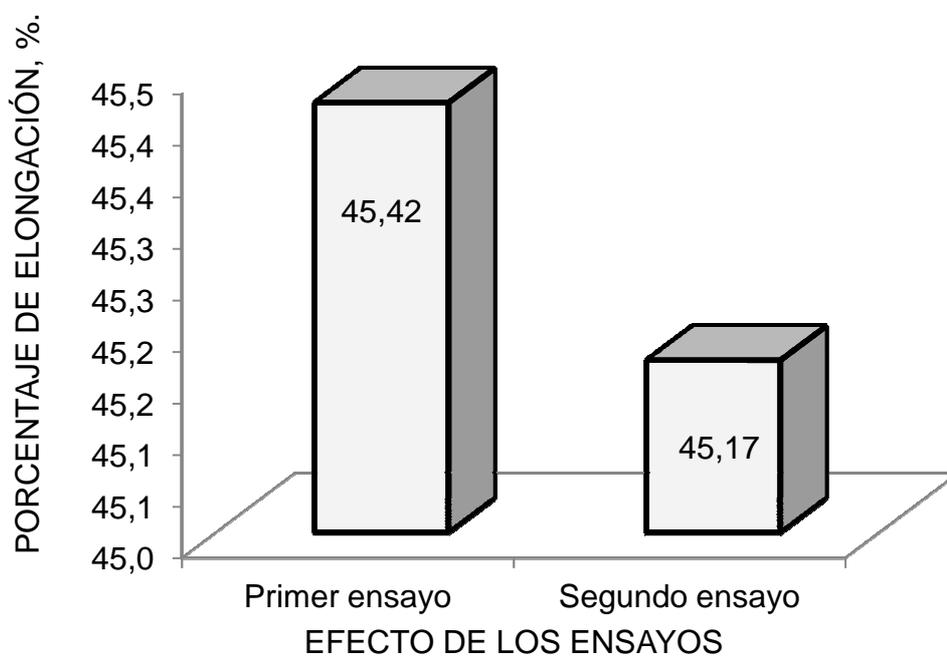
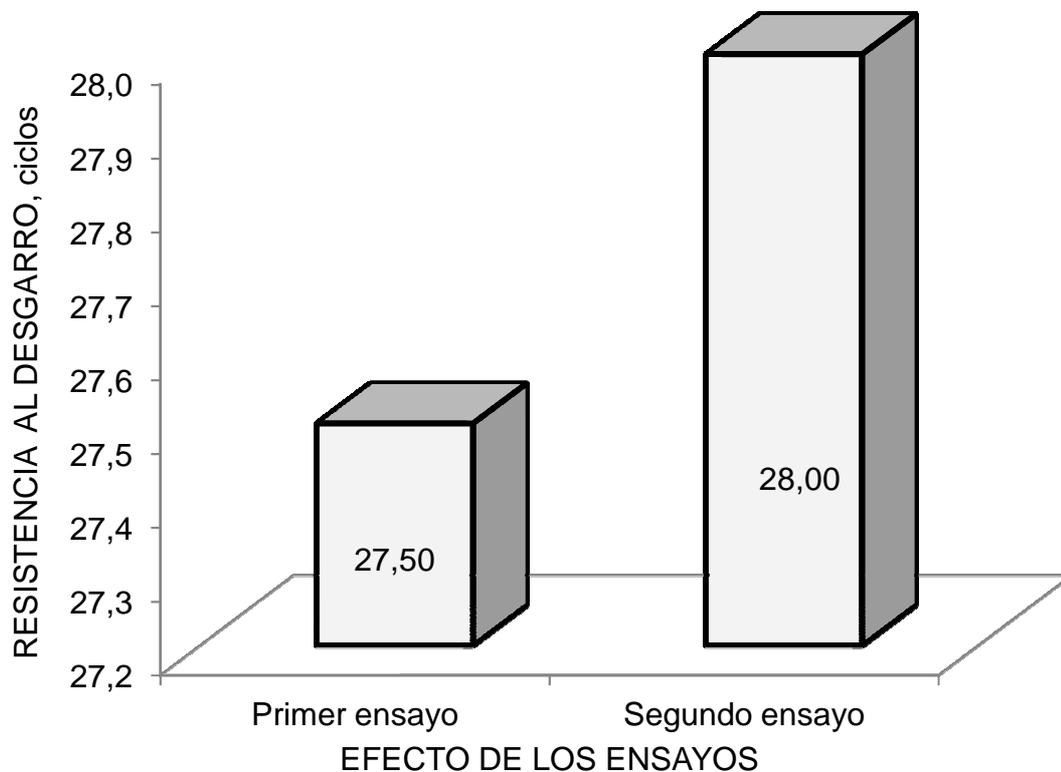


Gráfico 5. Comportamiento de la resistencia al rasgado y porcentaje de elongación del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.

y controladas y lo único que no se pudo vigilar es la calidad de la materia prima que fue sorteada al azar correspondió en el primer ensayo a pieles mejor conservadas, con buena estructura fibrilar como lo demuestra la superioridad en la elongación de los cueros de tilapia. Otro factor que refuerza estas afirmaciones es el perfeccionamiento en el sistema de trabajo especialmente en lo que tiene que ver con la precisión en el pesaje de los productos químicos como también al seguir las instrucciones del director de la investigación en tiempos en cada uno de las fases de todo el proceso de transformación de la piel en cuero, permitiendo la reproducibilidad de las características físicas entre cada una de las partidas del cuero y más aún en las de tilapia que son pequeños, y los productos ingresan a las fórmulas de curtido son muy bajos .

C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS

1. Flexometría

En la evaluación del análisis de varianza de la flexometría del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes curtientes (alumbre, guarango y cromo), y los ensayos consecutivos no se registraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos sin embargo numéricamente se puede observar que las respuestas más altas son reportadas en los cueros curtidos con cromo en el segundo ensayo (T3E2), cuyas medias fueron de $81,00 \text{ N/cm}^2$, y que desciende a $80,50 \text{ N/cm}^2$ en los cueros curtidos con igual curtiente mineral pero en el primer ensayo (T3E2), a continuación se ubicaron los cueros curtidos con alumbre en el primero y segundo ensayo con medias de $77,50 \text{ N/cm}^2$ y $78,50 \text{ N/cm}^2$, que además de compartir significancia con los cueros curtidos con alumbre del segundo ensayo (T2E2), reportaron el mismo valor de flexometría es decir $77,50 \text{ N/cm}^2$, finalmente las respuestas menos eficientes se registraron en los cueros curtidos con alumbre pero en el primer ensayo con medias de $75,25 \text{ N/cm}^2$, que se reporta en el cuadro 9, y se ilustra en el gráfico 6.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS.

VARIABLES FÍSICAS	INTERACCIÓN TIPOS DE CURTIENTE POR ENSAYOS							Sx	Prob	Sign
	Alumbre		Guarango		Cromo					
	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2				
Flexometría, N/cm ²	75,25	a 77,50	a 78,50	a 77,50	a 80,50	a 81,00	a 0,67	0,8	ns	
Resistencia al rasgado, ciclos	24,00	a 25,25	a 27,75	a 27,75	a 30,75	a 31,00	a 0,51	0,45	ns	
Porcentaje de elongación, %.	43,25	a 42,50	a 44,25	a 44,00	a 48,75	a 49,00	a 0,72	0,79	ns	

Fuente: Cali, J. (2012).

Prob: Probabilidad.

sign: Significancia

ns: Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P< 0.05).

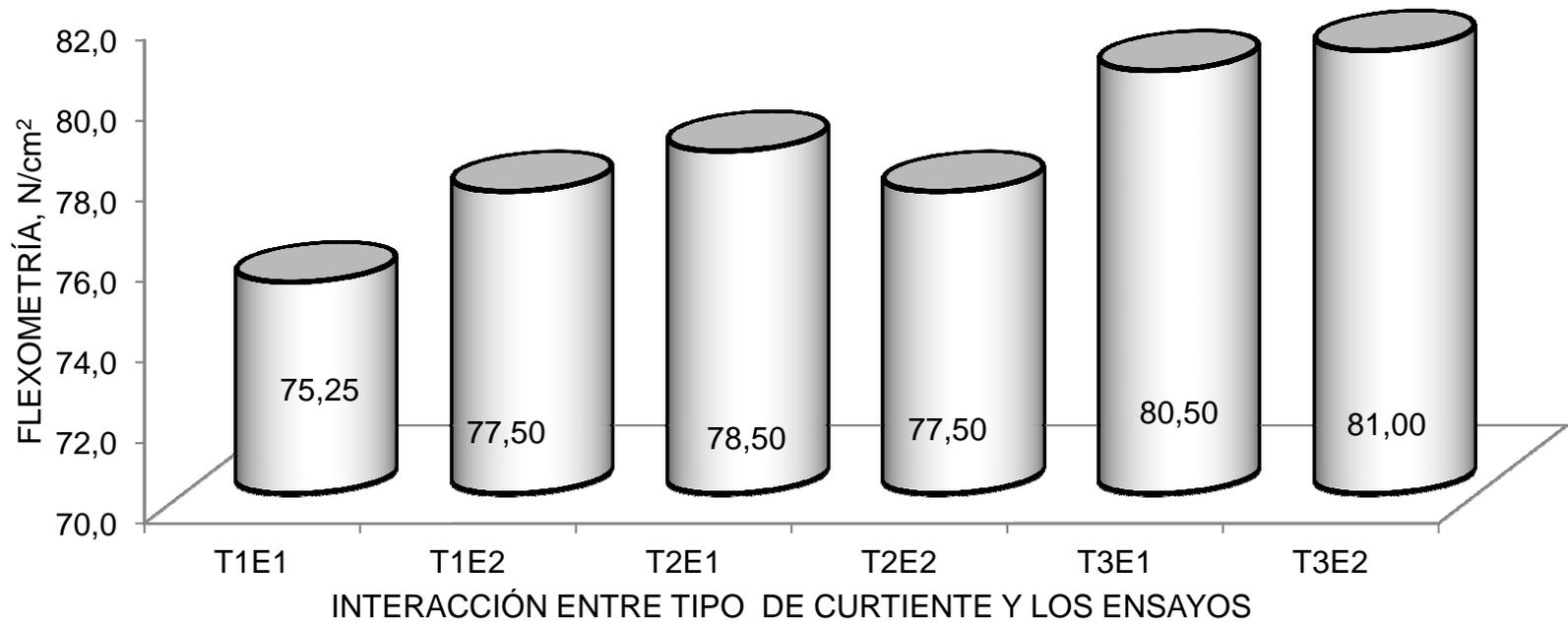


Gráfico 6. Comportamiento de la flexometría del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.

De acuerdo al análisis reportado se infiere que el lote de cuero curtido con cromo en el segundo ensayo (T3E2), registra una buena flexibilidad, con una buena maleabilidad para la confección del artículo al que va a ser destinado en este caso carteras, maletas, accesorios de vestimenta entre otros, y sobre todo, se permite obtener una repetitividad de la calidad entre una y otra partida que es una condición muy buscada dentro de una fábrica de transformación de la piel en cuero, (tenería), que muchas veces tiene la necesidad de producir un cuero en segunda instancia exactamente igual al primero, es decir con las mismas resistencias físicas y cualidades sensoriales.

2. Resistencia al rasgado

En la valoración de la resistencia al rasgado por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente y los ensayos consecutivos no se reportaron diferencias estadísticas entre medias, sin embargo aleatoriamente la mejor resistencia al rasgado lo reporta el cuero de tilapia curtido con cromo en el segundo ensayo (T3E2), con medias de 31,00 ciclos y que desciende en los cueros del tratamiento T3 en el primer ensayo, (T3E1), a 30,75 ciclos; al igual que en el tratamiento T2 en el primero y segundo ensayo que reportaron una media de 27,75 ciclos para los dos casos en estudio, posteriormente se ubicaron los cueros curtidos con alumbre (T1) en el segundo ensayo (T1E2); con medias de 25,25 ciclos mientras que las valoraciones más bajas fueron reportadas en los cueros del tratamiento T1 (alumbre), en el primer ensayo (T1E1), con medias de 24,00 ciclos, como se ilustra en el gráfico 7.

Sin embargo al comparar con las exigencias de calidad del cuero para marroquinería de la Asociación Española de Normalización del cuero que infiere un mínimo de 25 ciclos, podemos ver que al utilizar cada uno de los curtientes sea alumbre, guarango o cromo y en los diferentes ensayos se supera esta exigencia de calidad, produciéndose un cuero que resista fácilmente las condiciones de uso tanto en el momento de la confección del artículo final como también en el uso diario.

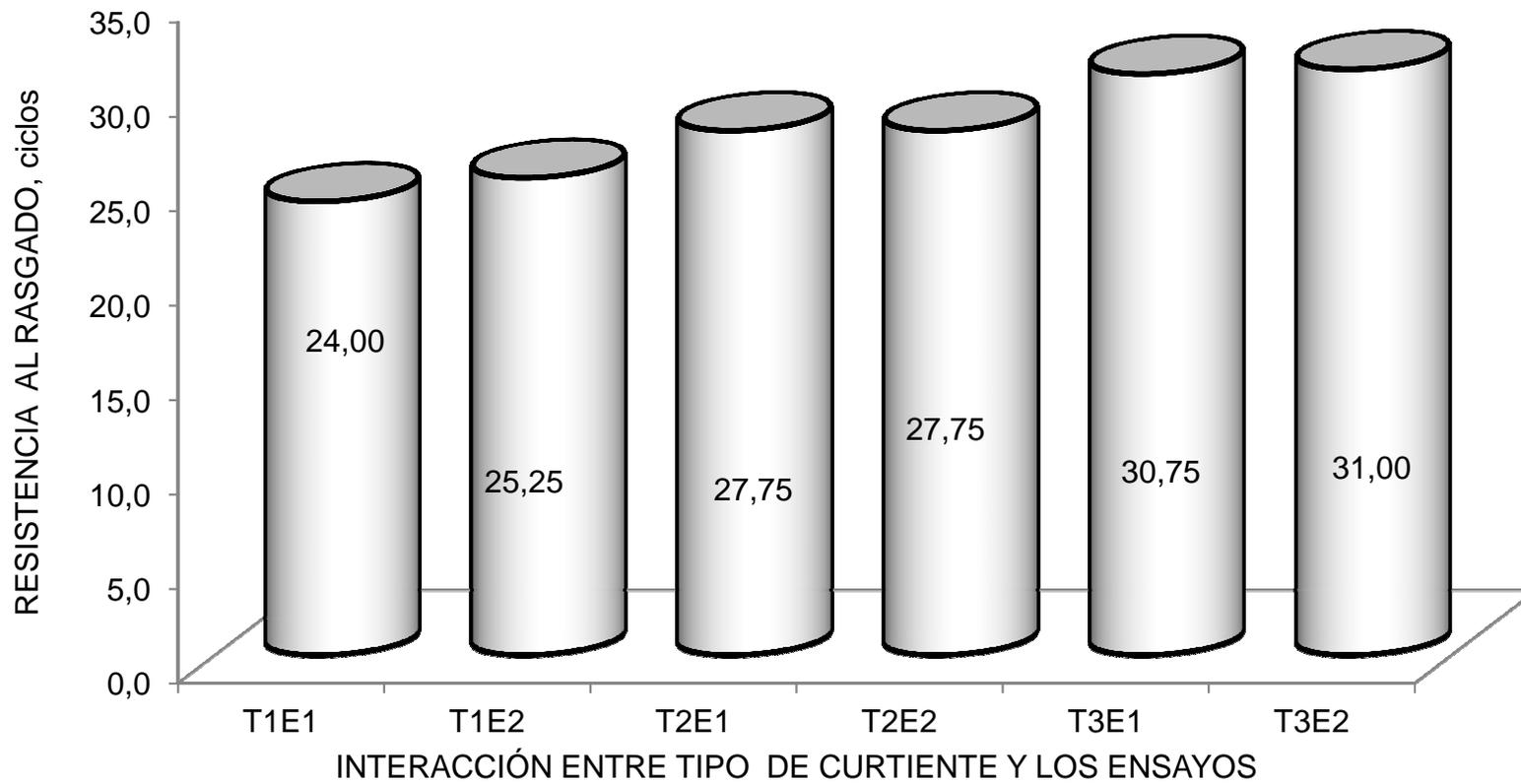


Gráfico 7. Comportamiento de la resistencia al rasgado del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de cortiente y los ensayos.

3. Porcentaje de elongación

Las medias registradas para el porcentaje de elongación del cuero de tilapia no reportaron diferencias significativas ($P < 0.79$), entre tratamientos, por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente (factor A) y los ensayos consecutivos, (factor B), como se ilustra en el gráfico 14, presentándose la mejor elongación en los cueros curtidos con cromo en el segundo ensayo (T3E2), que reportaron medias de 49,00% y que compartieron rangos de significancia con los cueros del tratamiento en mención pero en el primer ensayo (T3E1), con medias de 48,75% , seguida de los cueros curtidos con guarango en el primero y segundo ensayo (T2E1 y T1E2), con 44,25% y 44% respectivamente, mientras que los valores menos eficientes fueron los reportados por los cueros en los que se utilizó como curtiente el alumbre en el segundo ensayo (T1E2), con medias de 42,50%, como se ilustra en el gráfico 8.

Cumplíendose con una tendencia similar a las características físicas antes evaluadas en que la mejor elongación está dada por la curtición con cromo, que se puede mezclar con otras nutriciones para tener mayor dispersión y penetración entre las fibras colagenicas, permite la estabilización de la estructura fibrosa por la formación de enlaces transversales, con la utilización del cromo curtiente base, que eleva las resistencias físicas del cuero de tilapia. Lo que es corroborado con las afirmaciones de Churchill, J. (1993), que reporta que en la curtición al cromo se forman en la piel numerosos enlaces transversales fuertes que unen a los grupos carboxílicos ionizados, para este propósito se utilizan los sulfatos de cromo básicos, que superan a otro tipo de curticiones sean de origen mineral, vegetal o mixtas.

Mientras que en los ensayos más altos únicamente se identifica superioridad, que se debe a circunstancias ajenas al tipo de curtiente sino más bien con la precisión al realizar el protocolo de la investigación como también en la calidad de la materia prima; sin embargo los valores observados en todos los lotes de cuero se encuentran dentro de los rangos exigidos por la Asociación Española del Cuero en su Norma Técnica, IUP 20 (2002), que infiere como límite mínimo 35%.

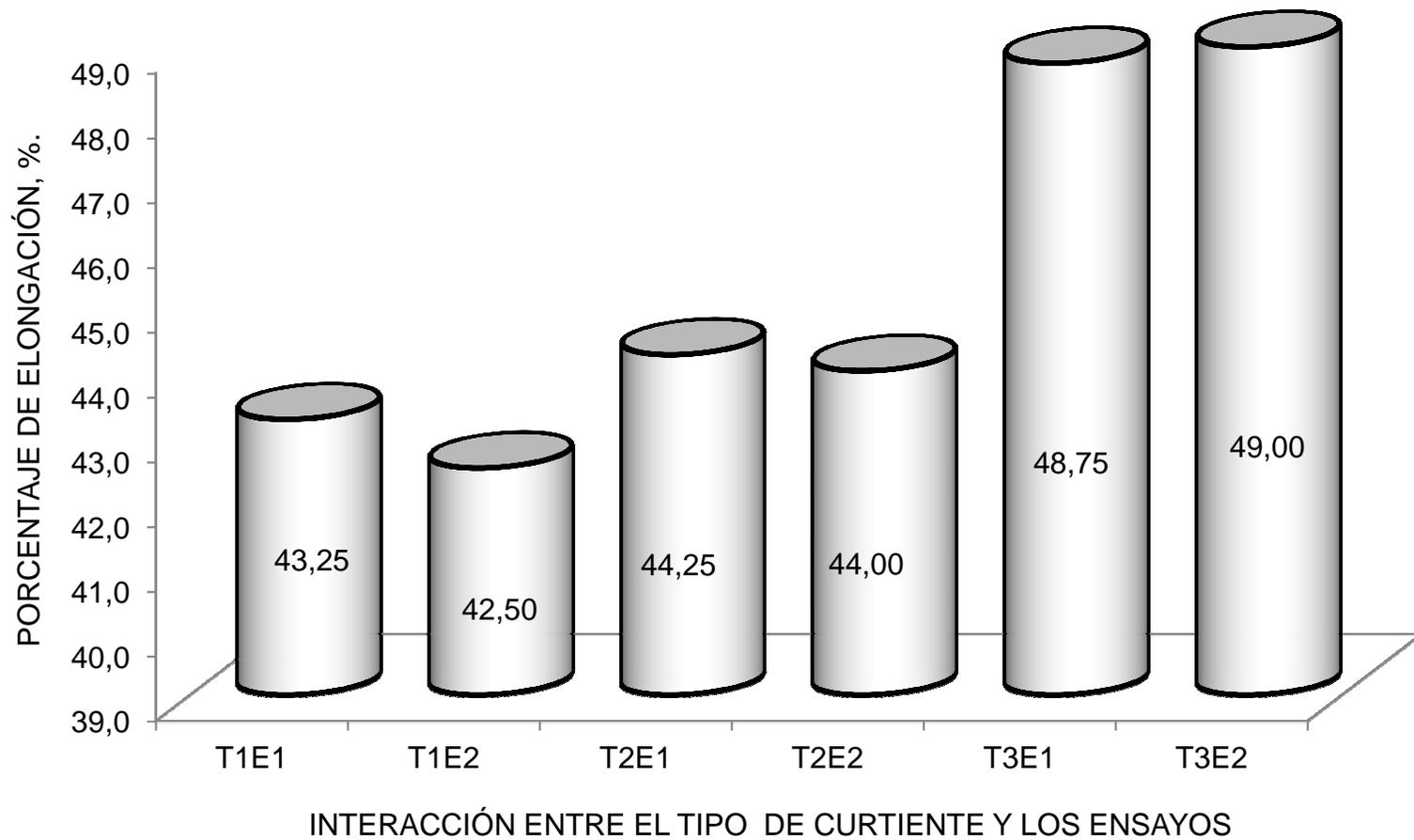


Gráfico 8. Comportamiento del porcentaje de elongación a la ruptura del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.

D. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO).

1. Llenura

Al considerar el análisis de la varianza para la característica sensorial de llenura se reportan diferencias altamente significativas entre las medias de los cueros en los que se trabajó con tres diferentes curtientes ($P < 0.001$), así las valoraciones más altas pertenecen a los cueros curtidos con cromo, (T3), cuyos valores en medias fueron de 4.75 puntos, y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), paralelamente a estas respuestas se ubicaron los cueros tratados con guarango (T2), que presentaron valores intermedios, con 4.00 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala, y finalmente los valores más bajos se presentaron en los cueros tratados con sales de alumbre (T1), en su curtido con medias de 3.38 puntos y condición buena, como se reporta en el cuadro 10, y se ilustra en el gráfico 9. Al revisar la media general presentada en esta medición (4.04 puntos) y compararla con la escala de ponderación expuesta por Hidalgo, L. (2012), observamos que los valores de la media general se encuentra en un rango de muy buena, pero con características más eficientes al utilizar cromo como curtiente, ya que este mineral se introduce totalmente entre el tejido interfibrilar eliminando los espacios vacíos, lo que provoca la compactación ideal del cuero ya que pasa a ser parte del complejo colágeno piel como un solo cuerpo, es decir no con ello se pierde la curvatura ideal para ser utilizada en artículos destinado a la confección de marroquinería.

Los valores de llenura, guardan relación con lo expuesto por Bacardit, A. (2004), quien manifiesta que la llenura del cuero está dada por la compactación de la estructura fibrilar que al doblarlo hacia adentro forma una curvatura la cual nos demuestra la riqueza del entretejido fibrilar. Puesto que los grupos reactivos del colágeno reaccionan de mejor manera con los productos curtientes de cromo que enriquecen al colágeno, proporcionando mayor llenura y que es un requisito indispensable para la confección de marroquinería; además, debe permitir que la prenda confeccionada a más de brindar comodidad al usuario no se deforme

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO).

VARIABLES SENSORIALES	TIPOS DE CURTIENTE			\bar{x}	CV	Sx	Prob.	Sign.
	Alumbre	Guarango	Cromo					
	T1	T2	T3					
Llenura, puntos.	3,38 c	4,00 b	4,75 a	4,04	7,86	0,30	0,02	*
Suavidad, puntos.	3,13 c	3,88 b	4,38 a	3,79	6,97	0,33	0,04	*
Finura de flor, puntos.	3,75 c	4,50 b	4,75 a	4,33	5,57	0,26	0,04	*

Fuente: Cali, J. (2012).

\bar{x} : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

Sx: Desviación estándar

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

*: Significativo: Letras distintas en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P< 0.01).

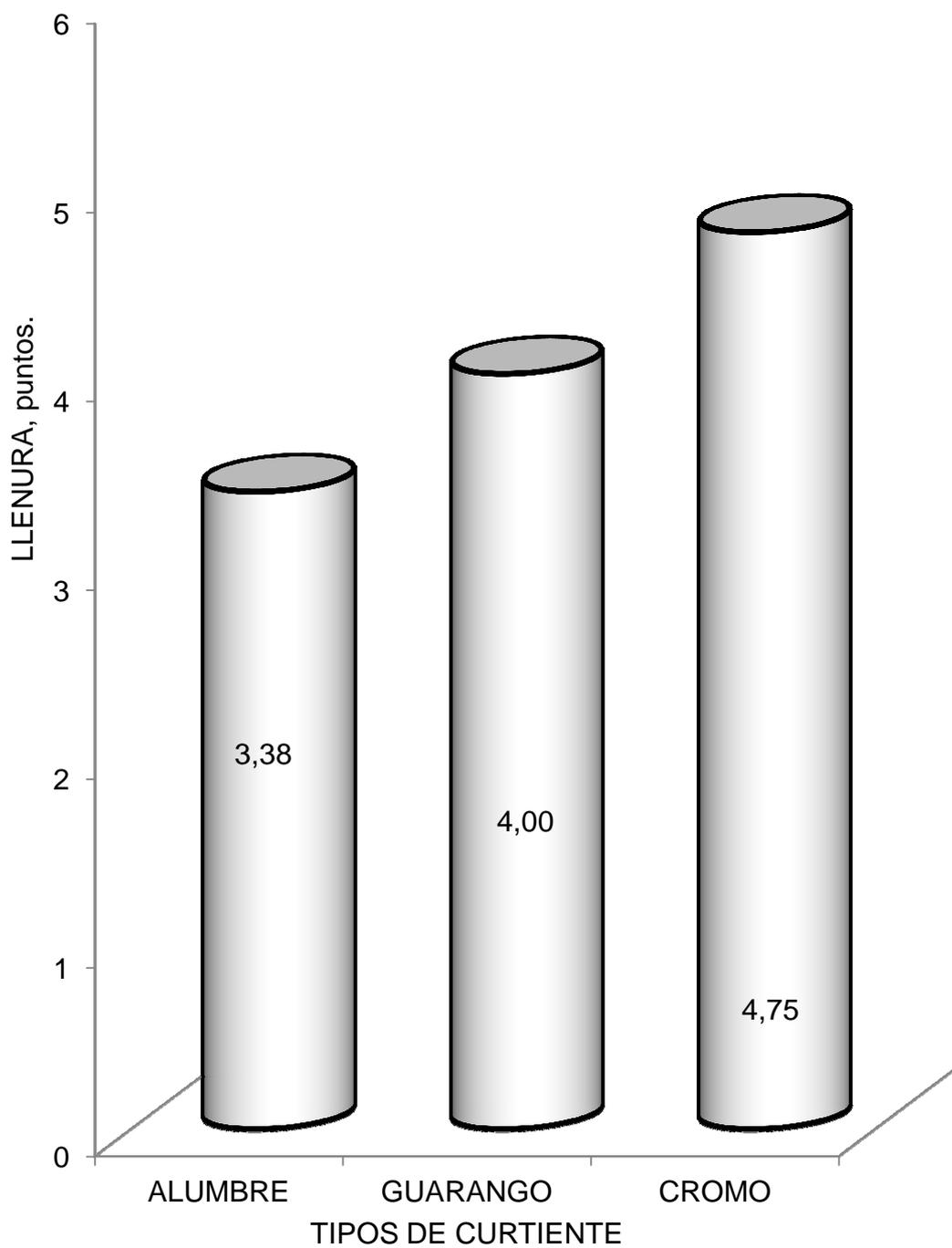


Gráfico 9. Comportamiento de la llenura del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

fácilmente y disminuya el envejecido del cuero, es decir que permite establecer la calidad desde el punto de vista de los atributos del producto. Igualmente el análisis sensorial de llenura se refiere a la medición y cuantificación de las características de los productos, ingredientes o modelos evaluables por los sentidos humanos

2. Suavidad

Los valores de la calificación de la suavidad del cuero de tilapia tratado con tres curtientes (alumbre, guarango y cromo), presentaron diferencias significativas ($P > 0.04$), entre medias por efecto del tipo de curtiente aplicado, alcanzando la mayor puntuación en la suavidad que es de 4.38 puntos en los cueros tratados con cromo (T3), como curtiente, obteniendo una ponderación de muy buena, según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), luego la característica sensorial de la suavidad desciende a 3,88 puntos y calificación buena en la misma escala de calificación para los cueros tratados con guarango (T2),, como se ilustra en el gráfico 10, y finalmente las calificaciones más bajas fueron las reportadas en las pieles tratadas con alumbre (T1), con calificación de 3.13 puntos, situándose en el rango de buena en dicha escala; es decir, pieles que presentan en la superficie un alto porcentaje de pliegues y arrugas que desmejoran su calidad.

Los análisis antes reportados permiten estimar que la mejor blandura se obtiene al trabajar con cromo, lo que es corroborado en <http://www.sensorial.com>.(2012), que indica que aprendemos y entendemos del mundo a través de nuestros sentidos, y de los procesos sensoriales transformamos la información provista por las sensaciones que vienen de nuestro cuerpo y las que provienen del ambiente, en mensajes con significado, los cuales nos impulsan a conocer la calidad de la materia prima de la cual está elaborado un determinado artículo y que dentro de ello la suavidad que es una de las características de mayor importancia, ya que es una condición de blandura y caída que hacen de la piel un material manejable, lo que es producto de la curtición con cromo que por sus diferentes tipos de enlace con el colágeno retícula sin cambiar la estructura de las fibras naturales de la piel, es un curtido ligero, con textura algo abierta y fácil de

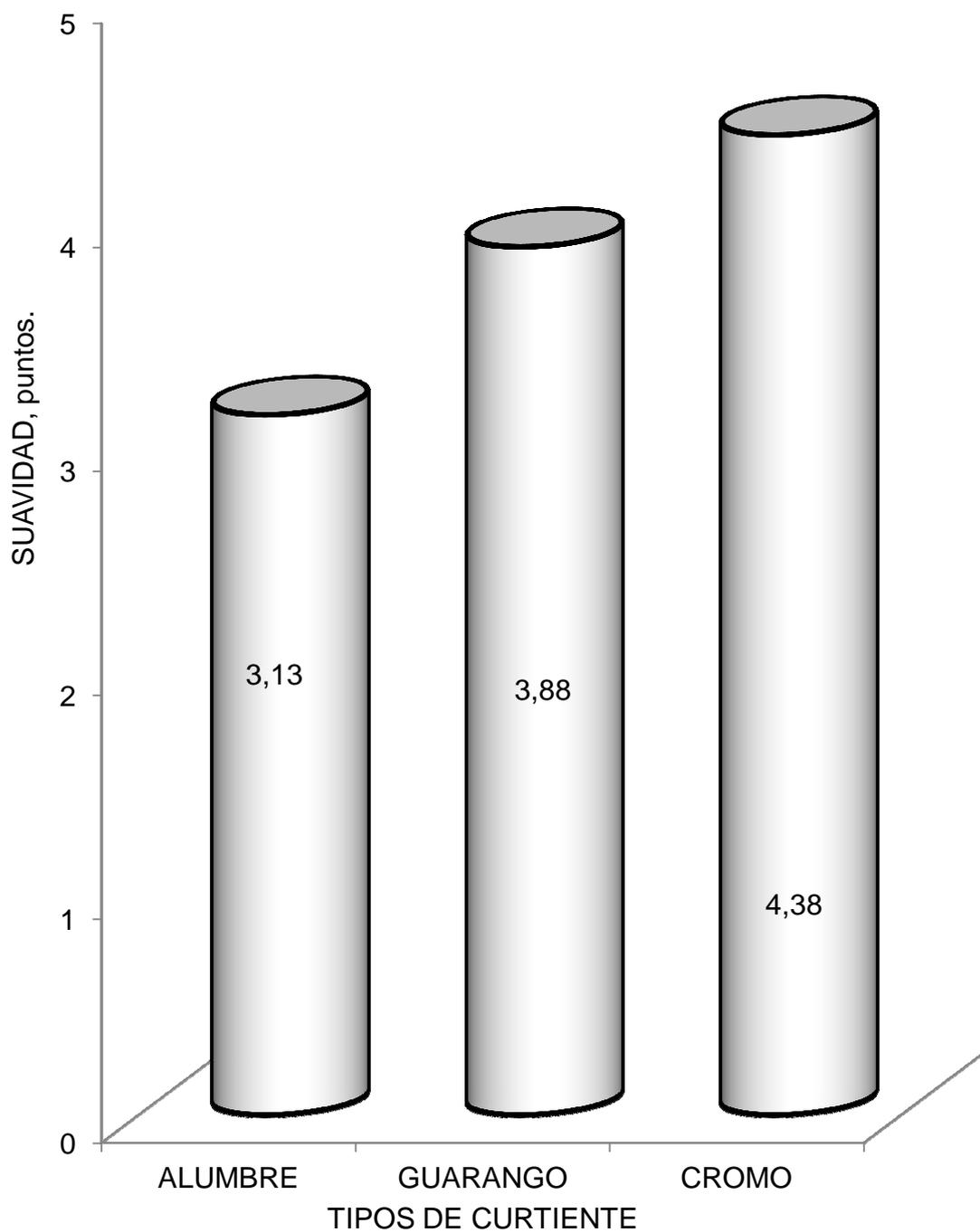


Gráfico 10. Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

teñir a cualquiera de los colores de moda, actualmente, el curtido al cromo es el más utilizado y aproximadamente el 80% del cuero mundial está curtido con este mineral.

3. Finura de flor

Las calificaciones medias reportadas en la finura de flor de los cueros de tilapia registraron diferencias significativas ($P < 0.04$), entre medias por efecto de los diferentes tipos de curtiente, reportándose la calificación más alta en los cueros curtidos con cromo (T3), con medias de 4,75 puntos y calificación de excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que desciende en los cueros curtidos con guarango (T2) a 4.50 puntos y calificación de muy buena, en tanto que los valores más bajos fueron los registrados por los cueros tratados con alumbre (T1), con valores en sus medias de 3.75 puntos y calificación buena según la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 11.

Al reportarse una media general de 4.33 puntos para esta característica sensorial, es un indicativo que los cueros de tilapia presentaran una finura de flor optima, esto quiere decir que con ayuda del sentido del tacto no se aprecian la presencia de arrugas en la piel al doblarlo hacia el interior, especialmente en los cuellos y faldas, y además observar que el cuero es muy fino, lo que brindara al producto terminado una calidad excelente y un mayor cotización por sus características, en especial al utilizar el cromo como curtiente en el proceso, ya que según <http://wwcueronet.net>.(2012), en las operaciones de curtido de las pieles de tilapia lo que se pretende es mejorar los atributos sensoriales del cuero durante su fabricación, procesos que pueden ser relativamente simples o muy sofisticados o complejos, ya que la proyección del producto desde una perspectiva sensorial tiene un campo de acción más amplio.

Lo que hace que su clasificación se eleve en forma significativa y que puede estar ayudado por la aplicación del sulfato de cromo que permite que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente sea mayor y que influye directamente sobre la

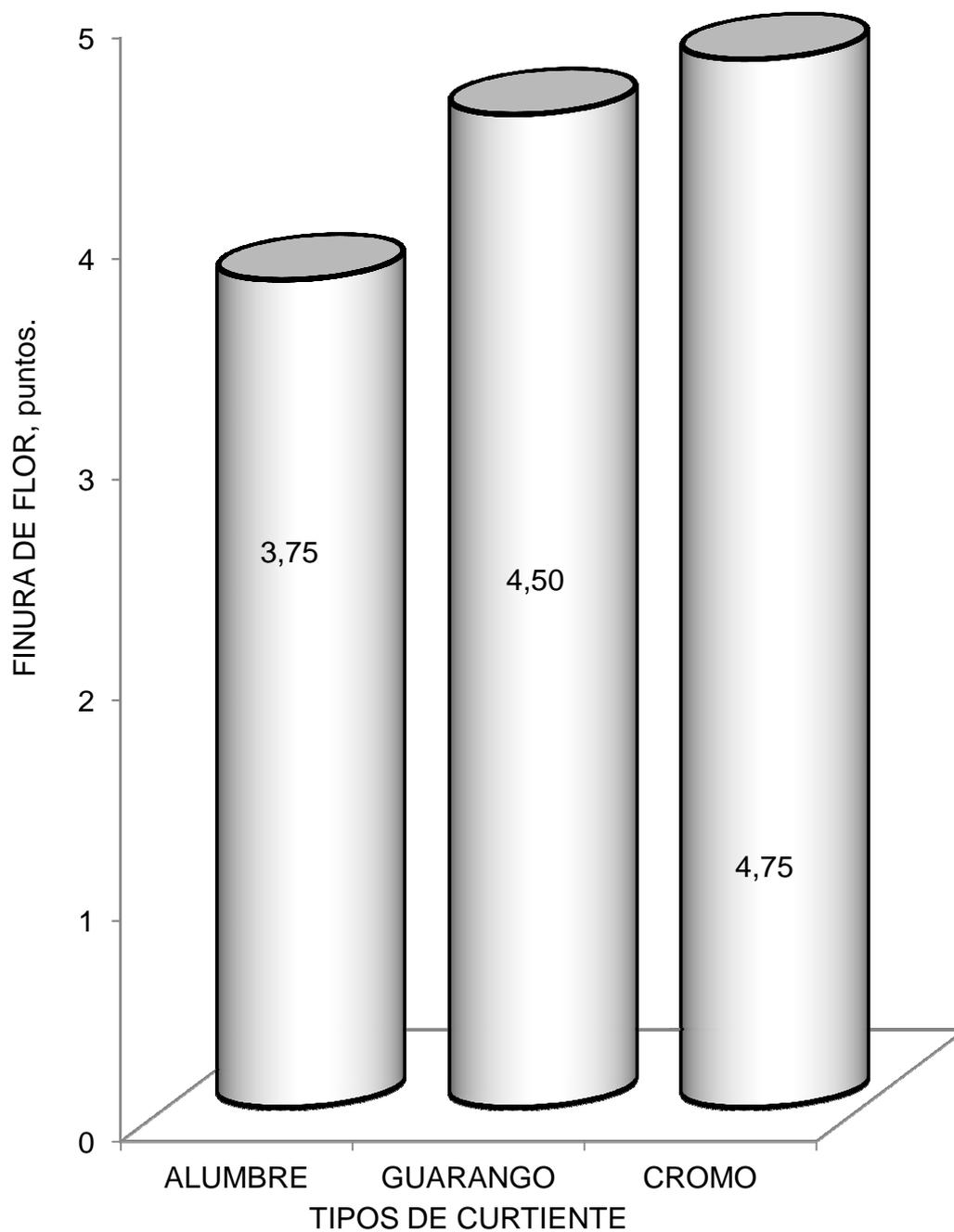


Gráfico 11. Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia por el efecto de los diferentes tipos de cortiiente (alumbre, guarango y cromo).

reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel, interviniendo directamente en la finura de la flor. Prueba de ello es que los curtientes minerales, al combinarse con la piel, desplazan el punto isoelectrico de ésta hacia valores más altos o más bajos y hacen a la carga superficial de las fibras de la piel más negativa y o más positiva, permitiendo elevar la finura de flor del cuero.

D. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS

1. Llenura

Los valores medios obtenidos de la llenura de las pieles de tilapia curtidas con diferentes tipos de curtientes (alumbre, guarango y cromo), no registraron diferencias estadísticas entre medias ($P < 0.05$), por efecto de los ensayos como se reporta en el cuadro 11, y se ilustra en el gráfico 12, únicamente se presentó aleatoriamente los mejores resultados en las pieles del segundo ensayo con medias de 4,08 puntos y condición muy buena, según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), en comparación de las pieles de tilapia del primer ensayo que registraron una llenura media de 4,00 puntos pero conservado la condición de muy buena es la escala antes mencionada, con lo que se puede determinar que en el segundo ensayo tanto la calidad de la materia prima como de los productos químicos, en este caso los distintos tipos de curtientes, presentaron una ligera superioridad, en relación al resto de componentes de la fórmula de curtición empleada en las pieles de tilapia.

Al no reportarse diferencias estadísticas entre los cueros al repicarse los tratamientos y las repeticiones, se puede afirmar que como se realizó la investigación en un ambiente controlado y procurando tener mucho cuidado en el control de los productos químicos, temperaturas, pH y sobre todo tiempo y

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE (ALUMBRE, GUARANGO Y CROMO), POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLES SENSORIALES	EFECTO DE LOS ENSAYOS		Sx	Prob	Sign
	Primer ensayo	Segundo ensayo			
	E1	E2			
Llenura , puntos	4,00 a	4,08 a	0,25	0,81	ns
Suavidad, puntos	3,50 a	4,08 a	0,2657	0,14	ns
Finura de flor, puntos.	4,17 a	4,50 a	0,22	0,29	ns

Fuente: Cali, J. (2012).

Sx. Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

sign: Significancia.

ns: Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P< 0.05).

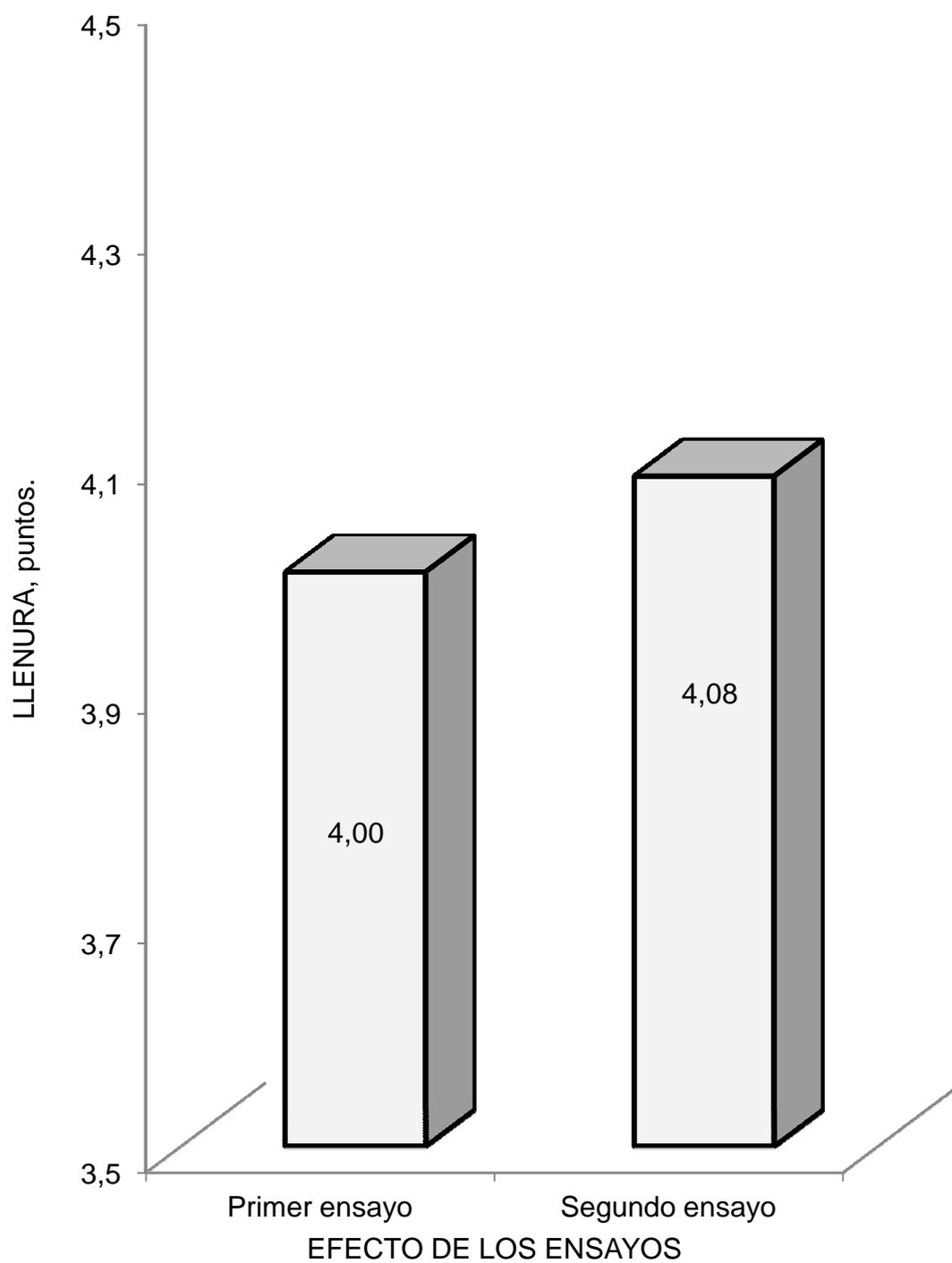


Gráfico 12. Comportamiento de la llenura del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.

velocidad del rodado, las diferencias encontradas únicamente pudieron deberse a factores externos que no se pueden controlar pero que no son influyentes en la calidad del cuero.

2. Suavidad

La evaluación de la característica sensorial de suavidad de los cueros de tilapia curtidos con diferentes tipos de curtiente, no registro diferencias estadísticas ($P < 0.14$), entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, ubicándose únicamente una cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con 4,08 puntos y condición muy buena en la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), y que desciende a 3,50 puntos en los cueros del primero ensayo, como se ilustra en el gráfico 13.

Reafirmando que al no existir diferencias estadísticas entre medias, los cueros presentan cualidades sensoriales similares especialmente para la suavidad que es una de las apreciaciones más importantes al juzgar un cuero de tilapia pues la presencia de escamas en la piel en bruto hace que se torne bastante áspera, pero de acuerdo a los reportes antes mencionados se puede ver claramente que se logra superar este inconveniente a través de las diferentes formulaciones de curtición, ya que como se ha indicado entre tratamientos si se registran diferencias, pero entre ensayos no existen, lo que puede deberse a que en la realización de las diferentes réplicas las condiciones de trabajo fueron homogéneas, lo que nos permite aseverar que a medida que se desarrollaron los ensayos se adquirió precisión en la formulación de la curtición para conseguir las mejores prestaciones sensoriales de suavidad que son indispensables para la presentación del producto final.

3. Finura de flor

En el análisis de la calificación sensorial de finura de la flor de los cueros de tilapia curtidos con diferentes tipos de curtiente, (alumbre, guarango y cromo); no se evidenciaron diferencias estadísticas ($P < 0,29$) entre medias, por efecto de los

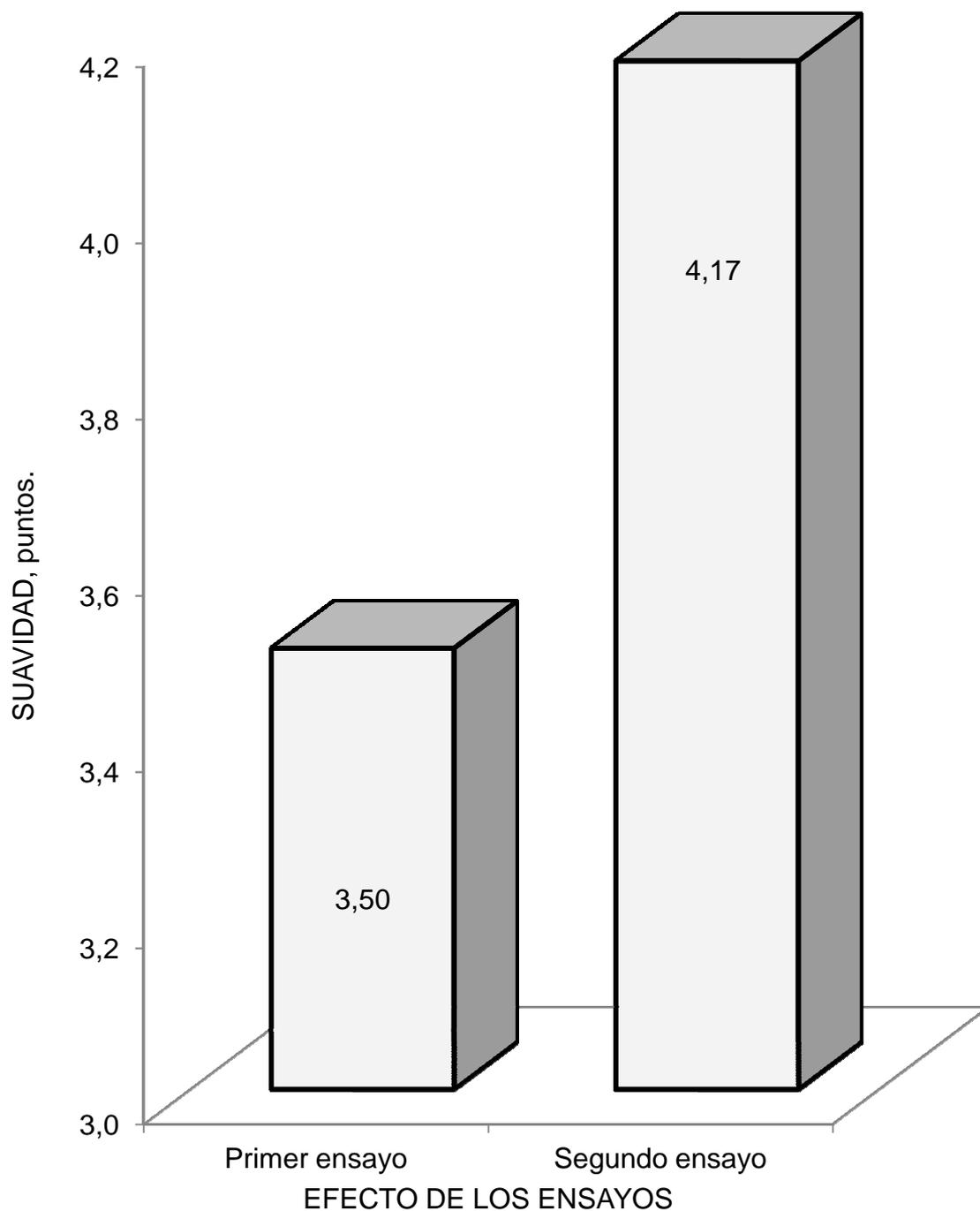


Gráfico 13. Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.

ensayos consecutivos, no obstante se registraron numéricamente las mejores puntuaciones en los cueros del segundo ensayo con valores en sus medias de 4,50 puntos la cual corresponde a una calificación muy buena en la escala que a propuesto Hidalgo, L. (2012), de igual manera y a pesar que es un valor inferior en el segundo ensayo se obtuvo una calificación muy buena en la blandura, con una media de 4,17 puntos, como se ilustra en el gráfico 14, evidenciándose que las condiciones de trabajo entre ensayo y ensayo estuvieron muy bien controladas, y que el engrase en cada tratamiento proporciono al cuero de una blandura muy buena ideal para la confección de llaveros, también se tiene conocimiento de que se fabrica apliques para la ropa billeteras y artes decorativas para mesones y portarretratos logrando solucionar un gran problema ambiental ya que la piel de tilapia antes se tiraba a la basura o se vendía a los puestos callejeros para comida barata.

E. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS

1. Llenura

El efecto que se evidenció por la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos consecutivos, no registraron diferencias significativas ($P < 0,95$), como se reporta en el cuadro 12, reportándose las calificaciones más altas de la investigación en los cueros del tratamiento T3 (cromo) en el primero y segundo ensayo (T3E1 y T3E2), con 4.75 puntos, para los dos casos en estudio; y condición; excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), seguida de los cueros de tilapia curtidos con guarango en el primero y segundo ensayo (T2E1 y T2E2), que también compartieron la misma calificación es decir 4,00 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, para finalmente ubicarse las respuestas obtenidas en los cueros curtidos con alumbre tanto en el primero como en el segundo ensayo (T1E1 Y T1E2), con medias de 3,25 y 3,50 puntos respectivamente y condición baja es decir, cueros con efecto acartonada y que no son útiles para la confección de artículos destinados a la marroquinería,

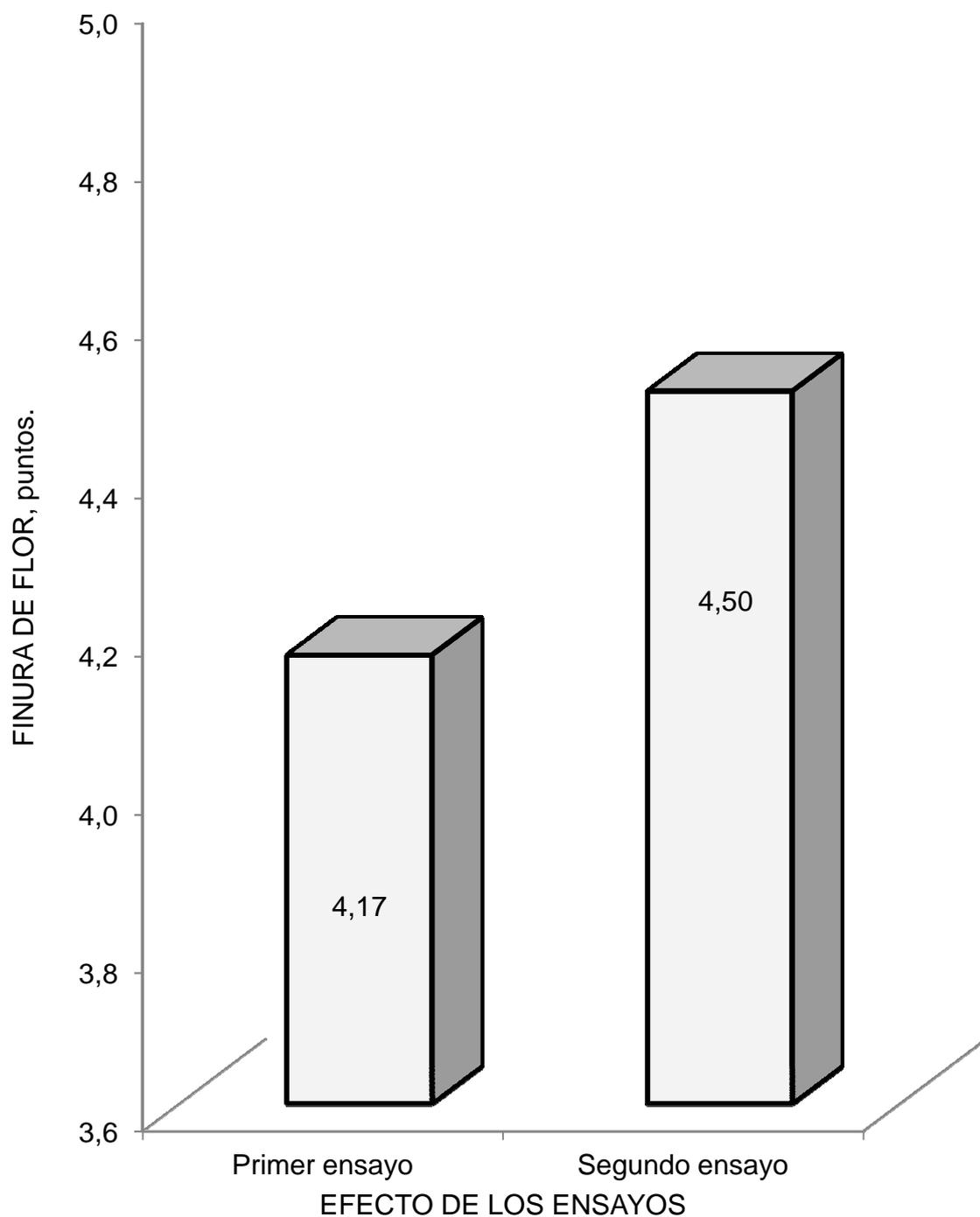


Gráfico 14. Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo), por efecto de los ensayos.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO DE TILAPIA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTE Y LOS ENSAYOS.

VARIABLES SENSORIALES	INTERACCIÓN ENTRE TIPO DE CURTIENTE POR ENSAYOS						Sx	Prob	Sign
	ALUMBRE		GUARANGO		CROMO				
	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Llenura, puntos.	3,25 a	3,50 a	4,00 a	4,00 a	4,75 a	4,75 a	0,43	0,95	ns
Suavidad, puntos.	3,75 a	3,75 a	4,25 a	4,75 a	4,50 a	5,00 a	0,46	0,28	ns
Finura de flor, puntos.	3,75 a	3,75 a	4,25 a	4,75 a	4,50 a	5,00 a	0,37	0,74	ns

Fuente: Cali, J. (2012).

Sx: desviación estándar.

Sign: Significancia.

Prob: probabilidad.

ns: Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey ($P < 0.05$).

pues podrían romper fácilmente su estructura fibrilar, constituida por colágeno que es la principal proteína fibrosa de los animales y se encuentran en el tejido conjuntivo: constituye alrededor de un tercio, o más de la proteína total del cuerpo, es donde actúa el cromo, para curtirlo y transformarlo en una materia imputrescible, mientras más cromo ha ingresado mayor será el llenado del conjunto interfibrilar, por lo tanto al realizar el análisis sensorial del cuero de tilapia se deberá tomar muy en cuenta esta características ya que se está demasiado llena producirá molestias ya que es un artículo que puede ser utilizado en tiempos prolongados.

2. Suavidad

Con la utilización del curtiente cromo en el segundo ensayo (T3E2), se alcanzó la mejor suavidad del cuero de tilapia con medias de 5,00 puntos y calificación excelente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), como se ilustra en el gráfico 15, sin evidenciar diferencias estadísticas entre medias, la cual desciende a 4,50 y 4,75 puntos en los cueros curtidos con guarango y cromo en el segundo y primer ensayo (T2E2 y T3E1), en su orden y calificación muy buena según la escala propuesta. En tanto que los valores más bajos de suavidad se apreciaron en los cueros curtidos con alumbre en el primer y ensayo cuya media fue de 3,75 para los dos casos e estudio y calificación buena según la mencionada escala, es decir cueros duros, acartonados y que presentan una estructura quebradiza, con poca suavidad y caída, por lo que se afirma que la aplicación de curtiente cromo en el segundo ensayo mejora la suavidad del cuero de tilapia.

Lo que puede deberse a lo señalado por Portavella, M. (1995), quien indica que la curtición de las pieles tiene como objeto detener o evitar el proceso de putrefacción de estas, tiene lugar a través de taninos vegetales como el guarango, sales minerales tales como cromo, aluminio, etc.; y, de curtientes sintéticos como por ejemplo los derivados fenólicos. Estos reactivos curtientes tienen su acción ya sea como relleno de la estructura fibrilar de la piel o directamente sobre el colágeno, proporcionando la suavidad característica del cuero producido que en el caso de la presente investigación al trabajar con cromo es la alternativa más beneficiosa, para elevar esta calificación sensorial.

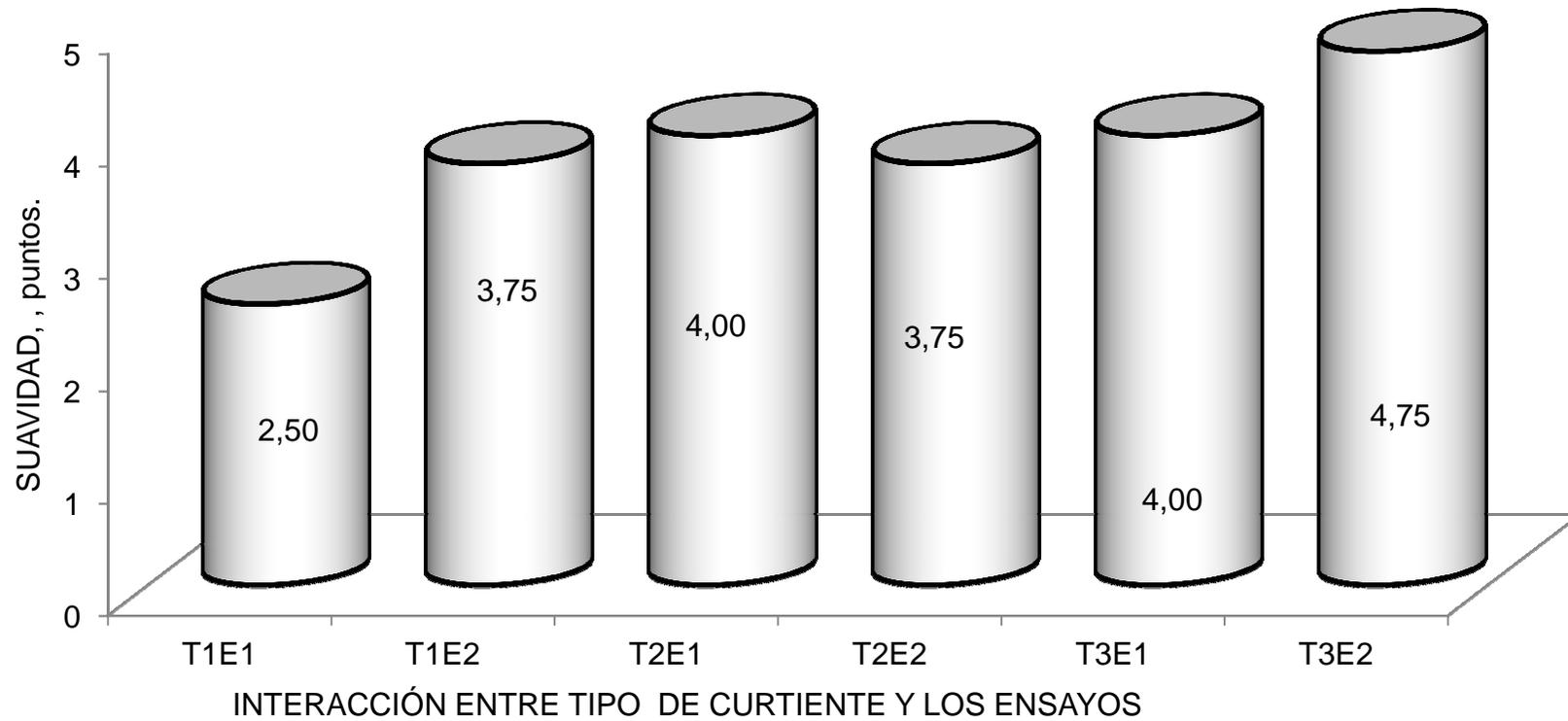


Gráfico 15. Comportamiento de la suavidad del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de cortina y los ensayos.

3. Finura de flor

En la evaluación de la calificación sensorial de finura de flor de los cueros de tilapia, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos consecutivos no se reportaron diferencias estadísticas entre medias sin embargo numéricamente se registra cierta superioridad para los cueros curtidos con cromo en el segundo ensayo (T3E1), que alcanzaron las puntuaciones más altas es decir 5,00 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2012), luego se ubicaron los cueros curtidos con guarango en el segundo ensayo con medias de 4,75 puntos, conservando la condición de excelente, al igual que los cueros curtidos con cromo en el primer ensayo cuyas medias fueron de 4,50 puntos para finalmente ubicarse los cueros curtidos con alumbre en el primero y segundo ensayo que compartieron la misma calificación es decir 3,75 puntos y condición buena según la mencionada escala. Realizando un análisis general de las calificaciones sensoriales por efecto de interacción, curtiente (factor A) por ensayo (factor B), como se ilustra en el gráfico 16, se puede inferir que el cromo en las tres características evaluadas reporta las mejores prestaciones sensoriales que son las más importantes el momento de elegir un producto ya que según cuando hacemos referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial es decir aquellos que pueden percibir nuestros sentidos, se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para artesanos y especialmente los usuarios, que sería muy difícil de medir de otra manera.

Es necesario considerar que el momento de elegir la materia prima es decir cuero de tilapia, más que las características físicas muchas veces las responsables de la elección del cuero sería los atributos sensoriales, y sobre todo al tratarse de una piel exótica como es la de la tilapia que en nuestro mercado es desconocida este análisis se vuelve más complejo ya que estamos tratando de cambiar la cultura tradicional de curtición de pieles de bovino, ovino o caprino, por una piel que presenta una belleza natural insuperable y con la cual se pueden confeccionar múltiples artículos.

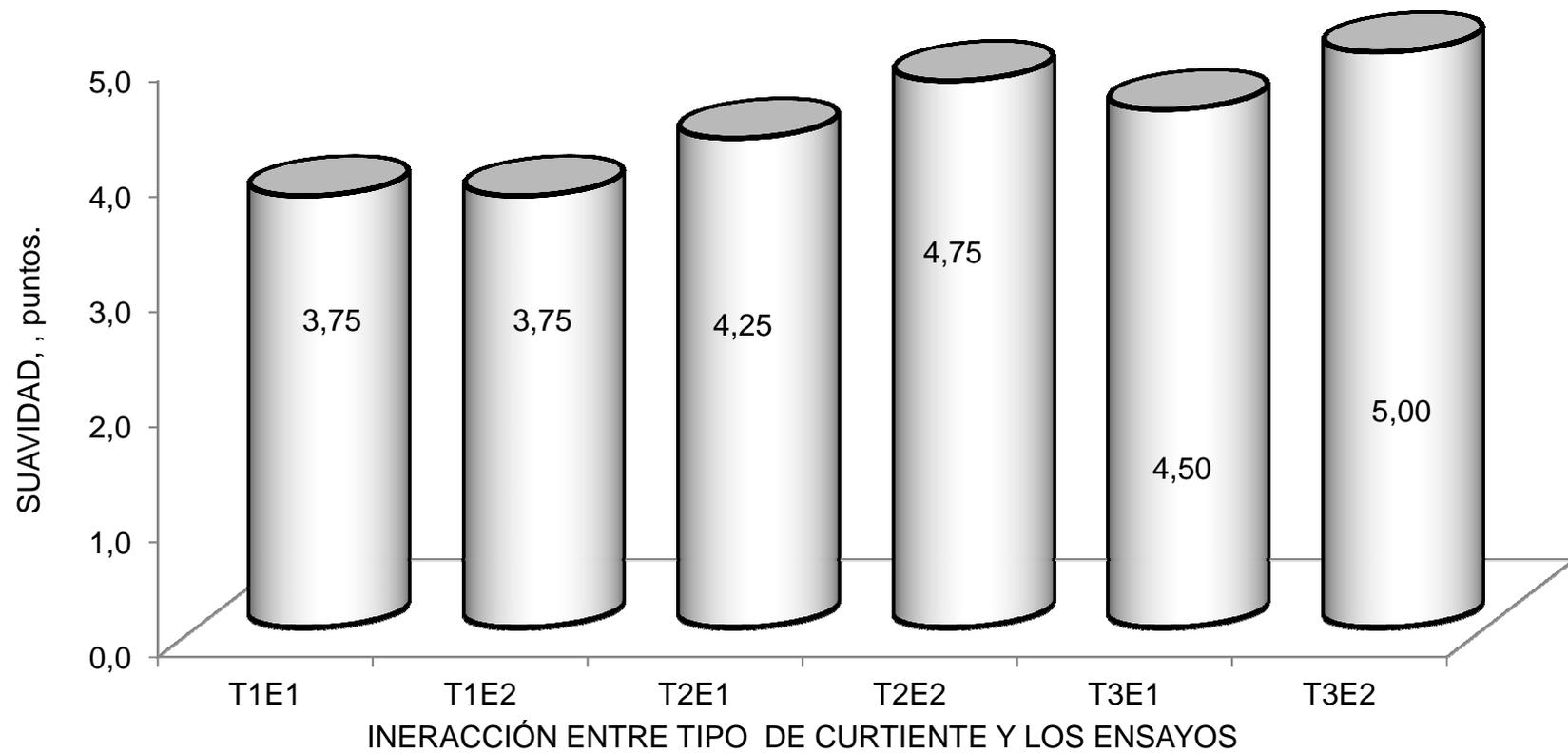


Gráfico 16. Comportamiento de la finura de flor del cuero de tilapia por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiembre y los ensayos.

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar el análisis económico del beneficio/costo proveniente de la curtición de pieles de tilapia con diferentes tipos de curtientes tanto minerales como el alumbre y el cromo o vegetales como el guarango, que se expone en el cuadro 13, para lo cual se ha tomado en consideración los egresos ocasionados por la compra de tilapias, productos químicos, procesos mecánicos y alquiler de maquinaria, y como ingresos la venta de los artículos finales, excedente de cuero (dm^2), se estableció que la mayor rentabilidad se alcanzó al curtir las pieles con curtiente cromo (T3), pues reporta un beneficio costo equivalente a 1.23, o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener un 23% de rentabilidad, el cual desciende a 1.17 en las pieles curtidas con guarango (T2), y que es un indicativo de que vamos a obtener un 17% de utilidad neta, mientras que el beneficio costo más bajo fue el registrado por las pieles de tilapia curtidas con alumbre con un valor nominal de 1.15 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener una recuperación de capital y una rentabilidad del 15%.

Por lo que al realizar el análisis de rentabilidad de la curtición de pieles de tilapia con diferentes curtientes (alumbre, guarango y cromo), 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 9 y 10%, constituyéndose una actividad comercial bastante nueva e innovadora, ya que es una piel exótica de un alto valor comercial y los productos elaborados pueden llegar a posesionarse en mercados bastante exigentes tanto nacionales como internacionales, y al utilizar un subproducto que no tiene un alto costo sino más bien le proporcionaría a la producción piscícola de un valor agregado muy interesante .

Cuadro 13. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	Costo por piel	Tipos de Curtiente		
		Alumbre T1	Guarango T2	Cromo T3
Número de pieles		8,0	8,0	8,0
Total costo por pieles	1,0	8,0	8,0	8,0
Procesos de remojo	0,8	6,4	6,4	6,4
Procesos de Pelambre y Calero	0,7	5,6	5,6	5,6
Proceso de desencalado, rendido	0,6	4,8	20,8	20,8
Procesos curtido con alumbre	1,2	9,6		
Procesos curtido con guarango	0,8		6,4	
Procesos curtido con cromo	1,4			11,2
Procesos de recurtido y engrase	0,7	5,6	5,6	5,6
Acabado	0,9	7,2	7,2	7,2
TOTAL DE EGRESOS		47,2	60,0	64,8
INGRESOS				
Total de cuero producido dm ²		70,0	110,0	115,0
Costo decímetro cuadrado		0,67	0,55	0,56
Cuero utilizado en confección		65	30	55
Excedente de cuero		5	80	60
Venta de excedente de cuero dm ²	0,5	2,5	40	30
Venta de artículos		52	30	50
Ingresos		54,5	70	80
B/C		1,15	1,17	1,23

Fuente: Cali, J. (2012).

V. CONCLUSIONES

- En el análisis de las resistencias físicas de flexometría, (80,75 N/cm²), resistencia al rasgado (30,88 ciclos), y porcentaje de elongación (48,88 %), se registraron los mejores resultados en las pieles de tilapia que fueron curtidas con cromo valores que al ser cotejados con las Normas técnicas para cada uno de los ensayos descritos de la Asociación Española del Cuero, superan ampliamente con los límites establecidos de calidad.
- Al realizar la evaluación sensorial sensorial según kruskall Wallis del cuero de tilapia se reportaron diferencias altamente significativas entre tratamientos registrándose la mayores calificaciones de llenura (4.75 puntos), suavidad (4.38 puntos) y finura de flor (4,75 puntos), en las pieles curtidas con cromo, las mismas que al ser comparadas, con la escala de calificaciones de Hidalgo, L. (2012), alcanzan puntuaciones de excelente.
- En la evaluación económica se pudo determinar la mayor rentabilidad al curtir las pieles de tilapia con cromo (1,23), que es un indicativo de que por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 23% que es atractiva, y sobre todo innovadora que utiliza como materia prima un subproducto de la pesquería cuyo valor comercial es mínimo, y el cuero producido presenta una belleza insuperable que puede ser introducida en mercados internacionales.

VI. RECOMENDACIONES

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

- En los momentos actuales, en que la competencia exige la elaboración de productos cada vez más atractivos e innovadores, se necesita buscar alternativas de producción de materia prima de pieles exóticas, pero que no se encuentren en peligro de extinción, por lo que nace la curtición al cromo de pieles de tilapia ya que tienen resistencias tanto físicas y sensoriales, como es el caso en la presente investigación.
- Se recomienda utilizar curtición con cromo, pero aplicando sistemas de alto agotamiento de baño para evitar la contaminación ambiental por parte de este curtiente, para que penetre totalmente en el interior de la piel y sus residuos sean mínimos, construyéndose en una producción más limpia, teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar la curtición con guarango ya que presentaron buenos resultados como alternativa en el remplazo al cromo, para causar menos impacto ambiental.
- Realizar investigaciones utilizando el cromo a diferentes niveles ya que al permitir incorporar en el mercado, este tipo de piel estamos aumentando la rentabilidad de la industria pesquera al dar un valor agregado, siendo necesario dar a conocer a los artesanos y personas afines como de la industria pesquera, sobre estos métodos de curtición de pieles de tilapia, para que al incursionar en este campo puedan elevar sus ingresos económicos y sean creadores de fuentes de trabajo.

VII. LITERATURA CITADA

1. ATENA, A. 2005. El desuello y la conservación de cueros y pieles como industria rural. Cuaderno de fomento agropecuario No. 68. Quito, Ecuador. Edit. FAO. pp. 142 - 145.
2. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
3. ESPAÑA. Asociación Española de Normalización del Cuero. Flexometría. Norma Técnica IUP 9 2001. p. 1.
4. ESPAÑA. Asociación Española de Normalización del Cuero Resistencia al rasgado. Norma Técnica IUP8 2001. p. 1.
5. ESPAÑA. Asociación Española de Normalización del Cuero. Resistencia al rasgado. Norma Técnica. IUP8 2001. p. 1.
6. ARTIGAS, M. 1987. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 12, 24, 87, 96.
7. ADZET J. 1995. Química Técnica de Tenería. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
8. CASTILLO, L. 2006. Tilapia roja, una evolución de 25 años, de la incertidumbre. 1a ed. Lima, Peru. Edit Lopera. pp. 2 – 9.
9. CHURCHILL, J. 1993. El libro complete de curtido de pieles.1a ed. Ermita Guatemala. Edit. Instituto Nacional Forestal. pp. 42 - 45.
10. ECUADOR. Estación Agrometeorológica. Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. 2008. Riobamba, Ecuador. pp. 12-16.

11. GILBERG, H. 2001 Industria Argentina de Taninos Vegetales, técnica de curtición vegetal. 8a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Leather Industries of America. pp 50 - 56 p. of leather terminology. 8 ed. p. 12
12. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
13. HIDALGO, L. 2012. Escala de calificación para variables sensoriales del cuero de tilapia con tres diferentes tipos de curtientes. Riobamba, Ecuador. p. 98.
14. <http://www.defectosdelaíeldetilapia.com>. (2011). Adams, I. los defectos más comunes en las pieles de tilapia.
15. <http://www.defectospieltilapia.com>. (2011). Aldrich, P. Defectos provocado por los cortes en el desuello de las pieles de tilapia.
16. <http://www.pieldetilapia.com>. (2011). Cruz, J. Las cicatrices que se presentan en las pieles de tilapia.
17. <http://www.infovetcienciasarticulo.com>. (2011). Farnham, A. Parámetros para la curtición de pieles de tilapia con aluminio.
18. <http://www.infovetciencias.com>. (2011). Flaherty, F. el sulfato de aluminio para la curtición de pieles de tilapia
19. <http://www.colvet.es>. (2011). Harding, R. Curticion de pieles de aluminio con sulfato de aluminio
20. <http://www.ivu.orgspanishtrans.html>.(2011), Lomer, R. Curtición vegetal de piel de tilapia utilizando el guarango

21. <http://wwwsalescurtientesdecromo.com>. (2011). Pérez, A. Curtición de pieles de tilapia con sales curtientes de cromo
22. <http://www.monografías.com>. (2011). Pineda, D. Marcas comerciales del tanino guarango para curtir pieles de pescado.
23. <http://wwwteñidopieltlapia.com>. (2011). Pedraño, M. teñido de pieles de tilapia.
24. <http://wwwinfovetciencias.com>. (2011). Roddy, W la curtición de pieles de tilapia
25. MANN, I. 1991. Técnicas de curtición rural. Italia, FAO. Cuadernos de fomento agropecuario No. p. 68. 263
26. MARTIN, M. 1990. Tecnología de los subproductos marinos. 2a ed. La Habana, Cuba. Edit. Pueblo y Education, pp. 15-24.
27. PRADO, J. 1995. Principios y técnicas modernas de curtición vegetal. Zurich, Suiza .1a ed. Edit. Tanning Extract Producers Federation. p. 234
28. PORTAVELLA, M. 2005. Teneria y medioambiente, aguas residuales. Vol 4. Barcelona, España. Edit CICERO. pp. 91, 234, 263.
29. REGENSTEIN, A. 2000. Las variaciones de la composición corporal y el crecimiento entre las cepas de tilapia. 1 a ed. California, Estados Unidos. Edit Trans. Am. Pescado. Soc. pp. 108, 204-207.
30. ROHM, T. 1991. Tecnología del cuero. Revista para la industria del cuero 2a ed. Roma, Italia. Edit. ROMELINO. pp. 20 - 22.

31. SAAVEDRA, M. 2003. Introducción al Cultivo de Tilapia. 3a ed. Managua, Nicaragua. Edit. Universidad Centroamericana de Ciencias Ambientales y Agrarias. pp. 12 – 34.
32. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit CETI. pp. 12, 45, 97,98.
33. THORSTENSEN, E. (2002), El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Munich, Italia. Edit. Interamericana. pp. 325- 386.
34. WONG, L. 2003 Guía práctica para el procesamiento de pescado. Programa regional de Cooperación técnica para la pesca. 1a ed. Lima, Peru. Edit. CEE-PEC. pp. 21 -26.

ANEXOS

Anexo 1. Lastometría del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	76	76	74	75
Alumbre	2	74	79	78	79
Guarango	1	79	79	78	78
Guarango	2	76	77	78	79
Cromo	1	79	80	81	82
Cromo	2	80	81	82	81

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	123,63	23	5,38					
Factor A	78,25	2	39,13	21,50	3,55	6,01	0,001	**
Factor B	2,04	1	2,04	1,12	4,41	8,29	0,3	ns
Int A*B	10,583	2	5,29	2,91	3,55	6,01	0,8	ns
Error	32,75	18	1,82					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	76,38	c
Guarango	78,00	b
Cromo	80,75	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	78,08	a
Segundo ensayo	78,67	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	75,25	a
T1E2	77,50	a
T2E1	78,50	a
T2E2	77,50	a
T3E1	80,50	a
T3E2	81,00	a

Anexo 2. Resistencia al rasgado del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	22	24	25	25
Alumbre	2	26	24	25	26
Guarango	1	27	27	28	29
Guarango	2	27	28	29	27
Cromo	1	30	30	31	32
Cromo	2	32	31	30	31

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	178,50	23	7,76					
Factor A	156,25	2	78,13	74,01	3,55	6,01	0,001	**
Factor B	1,50	1	1,50	1,42	4,41	8,29	0,25	ns
Int A*B	1,75	2	0,88	0,83	3,55	6,01	0,45	ns
Error	19,00	18	1,06					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	24,63	c
Guarango	27,75	b
Cromo	30,88	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	27,50	a
Segundo ensayo	28,00	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	24,00	a
T1E2	25,25	a
T2E1	27,75	a
T2E2	27,75	a
T3E1	30,75	a
T3E2	31,00	a

Anexo 3. Elongación del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	42	43	45	43
Alumbre	2	41	42	43	44
Guarango	1	45	43	44	45
Guarango	2	44	43	44	45
Cromo	1	47	48	50	50
Cromo	2	51	51	47	47

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	198,96	23	8,65					
Factor A	160,33	2	80,17	38,74	3,55	6,01	0,001	**
Factor B	0,38	1	0,38	0,18	4,41	8,29	0,68	ns
Int A*B	1,00	2	0,50	0,24	3,55	6,01	0,79	ns
Error	198,96	23	8,65					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	42,88	c
Guarango	44,13	b
Cromo	48,88	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	45,42	a
Segundo ensayo	45,17	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	43,25	a
T1E2	42,50	a
T2E1	44,25	a
T2E2	44,00	a
T3E1	48,75	a
T3E2	49,00	a

Anexo 4. Llenura del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	4	3	2	4
Alumbre	2	3	4	3	4
Guarango	1	4	4	5	3
Guarango	2	5	4	5	2
Cromo	1	4	5	5	5
Cromo	2	4	5	5	5

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	20,96	23	0,91					
Factor A	7,58	2	3,79	5,15	3,55	6,01	0,02	*
Factor B	0,04	1	0,04	0,06	4,41	8,29	0,81	ns
Int A*B	0,08	2	0,04	0,06	3,55	6,01	0,95	ns
Error	13,25	18	0,74					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	3,38	c
Guarango	4,00	b
Cromo	4,75	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	4,00	a
Segundo ensayo	4,08	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	3,25	a
T1E2	3,50	a
T2E1	4,00	a
T2E2	4,00	a
T3E1	4,75	a
T3E2	4,75	a

Anexo 5. Suavidad del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	2	3	3	2
Alumbre	2	3	4	4	4
Guarango	1	3	4	5	4
Guarango	2	5	4	4	2
Cromo	1	5	5	4	2
Cromo	2	5	4	5	5

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	25,96	23	1,13					
Factor A	6,33	2	3,17	3,74	3,55	6,01	0,04	*
Factor B	2,04	1	2,04	2,41	4,41	8,29	0,14	ns
Int A*B	2,33	2	1,17	1,38	3,55	6,01	0,28	ns
Error	15,25	18	0,85					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	3,13	c
Guarango	3,88	b
Cromo	4,38	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	3,50	a
Segundo ensayo	4,08	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	2,50	a
T1E2	3,75	a
T2E1	4,00	a
T2E2	3,75	a
T3E1	4,00	a
T3E2	4,75	a

Anexo 6. Finura de flor del cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

Mediciones experimentales

t	e	repeticiones			
		I	II	III	IV
Alumbre	1	3	3	4	5
Alumbre	2	4	5	4	2
Guarango	1	4	4	5	4
Guarango	2	4	5	5	5
Cromo	1	4	5	4	5
Cromo	2	5	5	5	5

Análisis de Varianza

FV	SC	GL	CM	FISHER			prob	sign
				cal	0,05	0,01		
Total	15,33	23	0,67					
Factor A	4,33	2	2,17	3,90	3,55	6,01	0,04	*
Factor B	0,67	1	0,67	1,20	4,41	8,29	0,29	ns
Int A*B	0,33	2	0,17	0,30	3,55	6,01	0,74	ns
Error	10,00	18	0,56					

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Curtiente	Media	Grupo
alumbre	3,75	c
Guarango	4,50	b
Cromo	4,75	a

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Media	Grupo
Primer ensayo	4,17	a
Segundo ensayo	4,50	a

Separación de medias por efecto de la interacción entre los tratamientos y los ensayos

Int A*B	Media	Grupo
T1E1	3,75	a
T1E2	3,75	a
T2E1	4,25	a
T2E2	4,75	a
T3E1	4,50	a
T3E2	5,00	a

Anexo 7. Detalle de los artículos confeccionados con cuero de tilapia utilizando diferentes tipos de curtiente (alumbre, guarango y cromo).

DETALLE	Unid	Trat	dm ² cuero utilizado	Costo producción cuero	Costo cuero	Costo por Confección	Costo producción	Venta	Utilidad
Accesorio de cartera	1	Alumbre	40	0,67	26,97	5	31,97	35	3,03
Cintillo	1	Alumbre	15	0,55	8,18	2	10,18	15	4,82
Billetera	1	Guarango	25	0,67	16,86	8	24,86	30	5,14
monederos	1	Guarango	15	0,55	8,18	1	9,18	15	5,82
1 tapete	1	Cromo	40	0,56	22,54	1	23,54	25	1,46
1 monedero	1	Cromo	15	0,56	8,45	1	9,45	15	5,55
Total			150			18	109	135	25,82

Fuente: Cali, J. (2012).

Anexo 8. Receta para remojo pelambre y desencalado de pieles de tilapia.

PROCESO		PRODUCTO	%	CANTIDAD gr. O ml	Tº	TIEMPO
El peso de las pieles de tilapia es de 847 gr.						
REMOJO	Baño	Agua	200	1694	Amb.	
		Tenso activo	1	8.47		30 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	1694	Amb	
		Tenso activo	0.5	4.24		
		NaCl	2	16.94		3 h
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	1694	Amb	20 min
	Botar baño					
PELAMBRE /EMVADUR						
	Baño	Agua	5	42.35	Amb	
		Ca(OH) ₂	3	25.41		
		Na ₂ S	3	25.41		
		Yeso	1	8.47		12 h
	Sacamos las escamas					
PELAMBRE/ BOMBO		Pesamos las pieles 740				
	Baño	Agua	100	740	Amb	
		Na ₂ S	0.3	2.22		10 min
		Na ₂ S	0.3	2.22		10 min
		Agua	0.5	3.7	Amb	
		NaCl	0.5	3.7		
		Na ₂ S	0.5	3.7		10 min
		Ca(OH) ₂	1	7.4		30 min
		Ca(OH) ₂	1	7.4		30 min
		Ca(OH) ₂	1	7.4		3 h
	Reposo: girar c/d hora por 5 min					
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	1480	Amb	20 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	100	740	Amb	
		Ca(OH) ₂	0.5	3.7		30 min
	Botar baño					
DESENCALADO peso de las pieles 816						
	Baño	Agua	200	1632	25 ^o	30min
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	1632	25 ^o	30 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	100	816	25 ^o	
		NaHSO ₃	1	8.16		60 min
		NaCOOH	1	8.16		60 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	1632	25 ^o	30 min

Anexo 9. Receta para rendido o purgado 1^{er} piquelado 2^{do} piquelado curtido y basificado.

RENDIDO O PURGADO						
	Baño	Agua	100	816	35 ^o	30 min
		Rindente	0.5	4.08		30 min
	Botar baño					
1^{er} PIQUELADO						
	Baño	Agua	100	816		
		NaCl	5	40.8		10 min
		HCOOH	1.4	11.42		
		Diluido	(1:10)	102.78		
		1 ^{era} parte		38.07		20 min
		2 ^{da} parte		38.07		20 min
		3 ^{era} parte		38.07		1 h
		HCOOH	0.4	3.26		
		Diluido	(1:10)	29.34		
		1 ^{era} parte		9.78		20 min
		2 ^{da} parte		9.78		20 min
		3 ^{era} parte		9.78		1 h
	Botar baño					
2^{do} PIQUELADO						
	Baño	Agua	100	816		
		NaCl	6	48.96		10 min
		HCOOH	1.4	11.42		
		Diluido	(1:10)	102.78		
		1 ^{era} parte		38.07		20 min
		2 ^{da} parte		38.07		20 min
		3 ^{era} parte		38.07		1 h
		HCOOH	0.4	3.26		
		Diluido	(1:10)	29.34		
		1 ^{era} parte		9.78		20 min
		2 ^{da} parte		9.78		20 min
		3 ^{era} parte		9.78		1 h
CURTIDO		Cromo	8	65.28		1 h
BASIFICADO		NaHCO ₃	1	8.16		
		Diluido	(1:10)	73.44		
		1 ^{era} parte		24.48		1h
		2 ^{da} parte		24.48		1h
		3 ^{era} parte		24.48		5h
		Agua	100	816	70 ^o	30 min
	Botar baño					
CUERO WET BLUE						
PERCHADO						

Anexo 10. Receta para rehumectacion escurrido neutralizado recurtido remojo y escurrido.

REHUMECTACION peso de los cueros 354						
	Baño	Agua	300	1062	Amb	
		Humectante	0.3	1.06		
		HCOOH	0.3	1.06		40 min
	Reposo					12 h
ESCURRIDO						
		Agua	100	1062	Amb	
		Humectante	0.3	1.06		
		HCOOH	0.3	1.06		30 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	200	708	Amb	
		Cromo	4	14.16		
		R. Fenólico	4	14.16		40 min
	Botar baño					
NEUTRALIZADO						
	Baño	Agua	200	708	Amb	20 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	100	354	Amb	
		NaCOOH	1	3.54		1h
		R. Neutral	3	10.62		1h
	Botar baño					
RECURTIDO						
	Baño	Agua	100	354	50 ^o	
		Dispersante	1	3.5		20 min
		Quebracho	4	14.16		40 min
	Botar baño					
REMOJO peso del cuero 118						
	Baño	Agua	400	472	Amb	
		HCOOH	0.2	0.24		
		Tenso activo	0.2	0.24		25 min
	Reposo una noche					
	Botar baño					
ESCURRIDO peso del cuero 388						
	Baño	Agua	200	776	25 ^o	
		HCOOH	0.2	0.7		
		Tenso activo	0.2	0.7		30 min
	Botar baño					

Anexo 11. Receta para el neutralizado tintura engrase y acabados.

NEUTRALIZADO peso del cuero 310						
	Baño	Agua	100	310	35 ⁰	
		NaCOOH	1	3.0		40 min
		R. Neutral	2	6.2		60 min
	Botar baño					
	Baño	Agua	400	1240	40 ⁰	60 min
	Botar baño					
TINTURA						
	Baño	Agua	50		50 ⁰	
		Anilina	3			40 min
		Mimosa	4			
		Rellénate de faldas	2			60 min
		Agua	150	155	60 ⁰	
		Ester fosfórico	6	18.6		
		Parafina	6	18.6		60 min
		HCOOH	1(1:10)	3.1		10 min
		HCOOH	1(1:10)	3.1		10 min
ENGRASE		Anilina	0.5	1.55		10 min
		HCOOH	0.5	1.55		10 min
		G. catiónica	1(1:5)	3.1		20 min
	Botar baño					
	Baño	agua	200	620	Amb	20 min
Perchar una noche, secar y estacar.						
ACABADOS DEL CUERO						
		Resina poliveranica	100			
		Caseína	100			
		Penetrante	10			
		agua	790			
	Secado					
	Planchado					