



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**"COMPARACIÓN DE LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES
VEGETALES DE *CAESALPÍNIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN MINERAL
CON SULFATO DE CROMO PARA PIELES CAPRINAS"**

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

AUTOR:

CHRISTIAN ANDRES CHASIQUIZA TAPIA

RIOBAMBA - ECUADOR

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida
DIRECTOR DE TESIS

Dra. M.C. Georgina Hipatia Moreno Andrade
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 18 de diciembre del 2014

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS	3
B. TANINOS VEGETALES	4
1. <u>Métodos de extracción de los taninos</u>	5
2. <u>Extractos curtientes comerciales</u>	8
C. POLIFENOLES	9
1. <u>Polifenoles vegetales</u>	10
a. Propiedades estructurales y clasificación	11
1. <u>Proantocianidinas o taninos condensados</u>	12
2. <u>Taninos hidrolizables o pirogálicos</u>	13
a. <u>Aplicaciones de los polifenoles vegetales</u>	13
D. ESTUDIO DE LA TARA	14
1. <u>Tara en polvo</u>	16
a. Observaciones	16
E. CURTICIÓN VEGETAL	17
1. <u>Método general</u>	21
F. CURTICIÓN AL CROMO	21
1. <u>Defectos de la curtición al cromo</u>	22
a. Observación de manchas luego del proceso	22
b. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido	23
c. Distribución no uniforme del cromo en la piel	23
d. Cueros chatos	24
e. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso	24
f. Estallido de flor	24
2. <u>Sales curtientes de cromo</u>	25

3.	<u>Práctica de curtición al cromo</u>	26
a.	Curtición a dos baños	26
b.	Curtición a un baño	27
c.	Curticiones de agotamiento alto	28
d.	Curticiones especiales	29
G.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE ACABADO	29
1.	<u>Prensado y rebajado</u>	30
2.	<u>Neutralización y recurtido</u>	30
3.	<u>Blanqueado, teñido y engrase</u>	31
4.	<u>Secado y lijado</u>	31
5.	<u>Estiramiento</u>	32
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	33
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	33
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	33
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	34
1.	<u>Materiales</u>	34
2.	<u>Equipos</u>	34
3.	<u>Productos químicos</u>	35
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
1.	<u>Físicas</u>	38
2.	<u>Sensoriales</u>	38
3.	<u>Económicas</u>	38
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1.	<u>Remojo</u>	39
2.	<u>Pelambro por embadurnado</u>	39
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	40
4.	<u>Piquelado</u>	40
5.	<u>Curtido vegetal tratamiento 1</u>	41
6.	<u>Curtido y basificado para el tratamiento 2</u>	41
7.	<u>Neutralizado y recurtido</u>	41
8.	<u>Tintura y engrase</u>	42

9.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	42
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
1.	<u>Análisis sensorial</u>	43
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	43
a.	Porcentaje de elongación, %	44
b.	Resistencia a la tensión N/cm ²	45
c.	Temperatura de encogimiento	45
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	47
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO	47
a.	Por efecto del tipo de curtiente	47
b.	por efecto de los ensayos	50
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	54
a.	Por efecto del tipo de curtiente	54
c.	Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los ensayos	59
3.	<u>Temperatura de encogimiento</u>	61
a.	por efecto del tipo de curtiente	61
c.	Por efecto de la interacción entre tipo de curtiente por ensayos	65
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO	68
1.	<u>Llenura</u>	68
a.	Por efecto de los tipos de curtiente	68
b.	Por efecto de los ensayos	71
2.	<u>Finura de Flor</u>	76
a.	Por efecto de los niveles	76
b.	por efecto de los ensayos	80
c.	Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los	82

ensayos	
3. <u>Plenitud</u>	84
a. Por efecto del tipo de cortiente	84
b. por efecto de los ensayos	87
c. Por efecto de la interacción entre los tipos de cortientes y los ensayos	89
V. <u>LITERATURA CITADA</u>	91
ANEXOS	

RESUMEN

En el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la FCP, de la ESPOCH, se realizó la comparación de la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas, es decir se aplicaron 2 tratamientos con 7 repeticiones cada uno y, en dos ensayos consecutivos dando un total de 28 unidades experimentales, modelados bajo un diseño completamente al Azar en arreglo bifactorial. Los resultados indican que La curtición más adecuado fue al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación, observándose que el porcentaje de elongación (72,12%) y resistencia a la tensión (333,24 N/ cm²), no registraron diferencias estadísticas sin embargo numéricamente se aprecia superioridad en los cueros curtidos al vegetal (T1), al igual que para la temperatura de encogimiento, (92,86°C), siendo las diferencias altamente significativas. La evaluación sensorial determina mayor llenura (4,50 puntos), al utilizar curtiente vegetal (T1), mientras tanto que finura de flor (4,57 puntos) y plenitud (4,71 puntos), con sulfato de cromo. La evaluación económica determina que la curtición con Polifenoles vegetales (T1), proporciona mayor rentabilidad al proceso productivo ya que al ser la relación beneficio costo de 1,37, indica una ganancia de 37%; Por lo que se recomienda utiliza la curtición vegetal con Polifenoles vegetales de la tara ya que se mejora las características del cuero, permitiendo dotar a los artesanos de una materia prima elevada que se reflejara sobre el artículo final como es el calzado.

ABSTRACT

In the lab of tannery skins of the FCP, the ESPOCH was the comparison of tanning with extract of plant polyphenols in *Caesalpinia Spinosa*, with a mineral tanning of sulfate of chromium for goat skins, i.e. 2 treatments with 7 repetitions each one, and in two consecutive runs a total of 28 experimental units were modeled under a completely randomized design in bivariate array. The results indicate that the most suitable tanning was to use plant polyphenols *Caesalpinia Spinosa*, (tara), since it is possible to obtain very good classification leathers, nothing that the percentage of tensile strength and elongation (72.12%), (333.24 N/cm²), not recorder differences however numerical superiority can be seen in (T1) vegetable tanned leathers, as for shrink temperature, (92,86° C), being highly significant differences. The sensory evaluation determines greater fullness (4.50 points), using tanning plant (T1), meanwhile to fineness of flower (4.57 points) and fullness (4.71 points) sulfate of chromium. The Economic evaluation determines that tanned with vegetable extracts (T1), provides greater profitability to the production process since the benefit ratio being cost of 1.37, it indicates a gain of 37%; so it is recommended using the vegetable tanner leather with vegetable extracts of the tara already which improves the characteristics of the leather, allowing artisans of a high raw material that reflect on the articles end as it is footwear.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LOS POLIFENOLES POR TIPO Y NUMERO DE SUBCOMPUESTOS.	10
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	33
3.	ESQUEMA-DEL EXPERIMENTO.	37
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	38
5.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO.	48
6.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	57
7.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES (POLIFENOLES VEGETALES VS SULFATO DE CROMO) Y LOS ENSAYOS.	66
8.	CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO.	69
9.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	78
10.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> , CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	85

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	La Tara.	15
2.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).	49
3.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.	51
4.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.	53
5.	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).	55
6.	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.	58
7.	Porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), y los ensayos.	60
8.	Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).	62
9.	Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.	64
10.	Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos	67
11.	Llenura de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).	70
12.	Llenura de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.	72
13.	Llenura de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos.	75
14.	Finura de flor de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).	79

- | | | |
|-----|---|----|
| 15. | Finura de flor de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos. | 81 |
| 16. | Finura de flor de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos. | 83 |
| 17. | Plenitud de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo). | 86 |
| 18. | Plenitud de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos. | 88 |
| 19. | Plenitud de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos. | 90 |

LISTA DE ANEXOS

1. Resistencia a la tensión de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
2. Porcentaje de elongación de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
3. Temperatura de encogimiento de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
4. Llenura de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
5. Finura de flor de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
6. Plenitud de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.
7. Receta para la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, (20%) para pieles caprinas.
8. Receta para la curtición mineral con sulfato de cromo (7%), para pieles caprinas.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de conversión de las pieles animales en cueros durables utilizando extractos de plantas en regiones sudamericanas data de al menos 2000 años atrás. Este proceso se conoce como curtiembre, con lo cual se popularizó y estableció el uso del término "tanino" en la literatura científica. Los taninos ocupan una parte de la línea fronteriza en ciencias entre la Botánica y la Química. Probablemente la definición más simple, concisa y aceptable sigue siendo la de Bate-Smith y Swain es la de compuestos fenólicos solubles en agua, con pesos moleculares entre 500 y 3000 mieras, que además de dar las reacciones fenólicas usuales, tienen propiedades especiales tales como la habilidad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas, como también transformar la piel en un material imputrescible.

Ahora es posible describir en términos amplios la naturaleza de los poli fenoles vegetales. Son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en varios sectores del reino de las plantas superiores, presentan una buena solubilidad en agua, masa molecular entre 500 y 3000, estructura y carácter polifenólico, anillos aromáticos por cada 1000 unidades de masa molecular relativa, unión intermolecular, astringencia y características estructurales. El polvo de Tara molida ultrafina Unitan TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de *Caesalpineia spinoza* (tara). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. En Ecuador las tenerías están cada vez más comprometidas con los aspectos éticos y sociales de sus negocios, y esto, mediante continuas inversiones, ha permitido asegurar mejoras sustanciales la eficiencia de procesos y en el control y prevención de la contaminación. 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, marroquinería y pieles. El curtido de las pieles animales puede hacerse empleando agentes curtientes minerales, vegetales y sintéticos. Las curtiembres

hacen uso intensivo de agua en sus procesos, principalmente en la ribera y el curtido. Además, utiliza en los procesos importantes cantidades de reactivos químicos, destacando el uso de cloruro de sodio, sulfuro de sodio, cal, sales de cromo y solventes.

Por otro lado, es de destacar que cerca del 60% del peso de las pieles que ingresa a la curtiembre son eliminadas como residuo, ya sea en las aguas residuales o con los residuos sólidos, lo que representa un alto grado de contaminación para el medio ambiente circundante y por ende desmejorando la vida de las personas que viven cerca de la industria, de donde nace la necesidad de la aplicación de tecnologías limpias en los procesos productivos. En la industria del cuero se usan taninos de castaño de roble, quebracho, zumaques, acacias, dividivi y tara (*Caesalpinia spp.*). El curtido con taninos vegetales consiste en el establecimiento de enlaces entre las fibras de colágeno de la piel, lo que le confiere resistencia al agua, calor y abrasión, es decir elevar las resistencias físicas y las calificaciones sensoriales por lo que se justifica la realización de la presente investigación, ya que puede llegar a convertirse en una guía adecuada para estudiantes, artesanos y en fin para personas vinculadas con el sector curtidor que necesitan de materia prima de alta calidad para la confección de calzado. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron

Determinar el tipo de curtición más adecuado (vegetal versus mineral), para obtener cueros caprinos de muy buena clasificación y su comportamiento en la confección de calzado.

Establecer las resistencias físicas de elongación, resistencia a la tensión, temperatura de encogimiento, para compararlos con las normas de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero.

Calificar la sensación que provoca a los sentidos el cuero acabado con diferentes tipos de curtientes, y ubicarlas en una escala de apreciación sensorial, categorizada en puntos.

Determinar los costos de producción por tratamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS

En <http://www.cueronet.com>.(2014), se manifiesta que la piel está constituida básicamente por: agua 64%, proteínas 33%, grasas 2%, sustancias minerales 0.5%, otras sustancias 0.5%; las proteínas las podemos diferenciar en: colágeno 94-95%, elastina 1%, queratina 1-2% y el resto proteínas no fibrosas. Además, de contaminación externa como orina, estiércol, tierra y otros. Si una piel, tal y como se separa del animal, se abandona en ambiente cálido y húmedo, comienza en ella un proceso de putrefacción. Esto se puede evitar añadiendo una solución bactericida, pero de cualquier forma, al secarse se convierte en un producto coriáceo sin ninguna flexibilidad. La piel separada del animal debe ser lavada tan pronto como sea posible, pues la suciedad y sangre del suelo de los mataderos producen rápidas contaminaciones bacterianas capaces de provocar un deterioro tan grande que nunca se pueda obtener de ella un cuero de calidad. Una vez lavada, se extiende en el suelo limpio, dejando hacia arriba la parte de la carne, sobre la que se añade sal común en la proporción de 0,5 a 1 Kg. (en granos de 1 a 3 milímetros de diámetro) por cada Kg de piel.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que para su conservación, conviene añadir antisépticos, con los que se consigue conservarla durante largos periodos de tiempo, siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. El paso anterior al proceso de curtición; es decir, la producción de pieles crudas, es el que adolece de los peores niveles de tecnología industrial, es más, ésta es casi inexistente. La piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja. Sin embargo, en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada.

En <http://www.tilz.tearfund.org>.(2014), se indica que la capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho

menos abundantes en las pieles de cabra. Esto ha provocado que la calidad de este producto, según varios estudios realizados, sea baja; llegándose inclusive a considerar a la piel y cuero ecuatorianos entre los de menor calidad en América Latina.

B. TANINOS VEGETALES

Zalacain, A. (2000), reporta que los taninos vegetales son productos naturales de peso molecular relativamente alto que tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y proteínas. Dentro de este contexto, son de los productos naturales más importantes usados industrialmente, específicamente en los procesos que transforman las pieles en cueros. Dentro de los artículos fabricados por curtido o recurtido vegetal se pueden citar suela, capellada, plantilla y forro para calzado, cueros para tapicería, para marroquinería entre otros. Los taninos vegetales se clasifican en dos grupos importantes: los taninos hidrolizables y los condensados. En virtud de esta importancia es que evaluaremos estas nuevas fuentes de taninos como curtientes y recurtientes. Entre las fuentes naturales de obtención de taninos tenemos:

- Los taninos se encuentran en gran cantidad de árboles, siendo las agallas de roble y la corteza de zumaque las mejores materias para su obtención.
- También se utilizan las hojas del aliso, nogal, frambueso, fresal y zarza; frutos y hojas del arándano; sumidades de agrimonia; raíz de tormentila, bistorta y pimpinela, entre otros.
- Los taninos gálicos se obtienen a partir de la corteza del castaño (*Castanea sativa*) y de las agallas de los robles.
- Los taninos condensados se obtienen de la madera de catecú (*Acacia catechu*) y de la corteza de algunas especies de eucalipto (*Eucaliptus rostrata*) entre otros.

- Los pseudotaninos son ácidos orgánicos derivados del ácido caieico que muestran una actividad farmacológica. Destacan en este sentido las hojas de alcachofa (*Cynara scolymus*) que contienen cinarina y ácido clorogénico de acción colagogocolerética y hepatoreguladora y la sumidad del romero (*Rosmarinus officinalis*) con ácido rosmarínico, de acción semejante.
- Extracto acuoso de hojas de *Vincaria gambir* (*Rubiáceas*), Kinos: Zumos obtenidos por incisión de diversas especies de leguminosas.

1. Métodos de extracción de los taninos

Vila-Grau, M. (2000), señala que el procedimiento para extraer los taninos de las plantas comienza con la molienda, tanto en que las partes de las plantas se muelen hasta formar astillas o virutas. Luego se procede a la extracción, que puede ser de tipo rural o industrial. En la extracción de tipo rural, se ponen las virutas en varias cubas grandes de madera u ollas de barro cocido, y luego se le agrega agua a la primera hasta cubrir por completo el material vegetal para evitar la oxidación, al día siguiente se transvasa el agua a la segunda y se vuelve a agregar agua caliente (no hirviendo) a la primera, al tercer día se transvasa de la segunda a la tercera y de la primera a la segunda, volviéndose a agregar agua en la primera, y así se repite el procedimiento durante unos 12 días, durante los cuales se va llenando un depósito de reserva con el agua que ya se considera que extrajo la suficiente cantidad de material.

Verzele, M. (2006), indica que para evitar que los taninos se estropeen durante el proceso, el agua utilizada (llamada "jugo cortiente") no debe contener cal ni hierro (debe ser "agua blanda"), normalmente es agua de lluvia o río limpia, si es necesario se filtra antes del proceso. Los instrumentos empleados deben ser de barro, madera, cobre, latón o cestería, nunca de hierro pues el hierro reacciona con los taninos formando ácido ferroxálico. En el procedimiento de tipo industrial, encontramos el de "difusión en tanque abierto", el de "colado", el de "cocción", el de "autoclave", el de "Contra corriente o Sistema de lixiviación". Cada uno de ellos es útil para extraer los taninos de partes diferentes de la planta.

Tomer, A. (2002), explica que en el método de "difusión en tanque abierto", adecuado para corteza, frutos y hojas, se utilizan unos tanques grandes de madera o cobre que utilizan agua calentada a vapor, en los cuales se va poniendo el material desmenuzado por tiempos y se rotan de forma que el agua nueva siempre entre en contacto con el material más lixiviado, en contracorriente con el llenado de material. La temperatura debe estar siempre por debajo del punto de ebullición (normalmente a 60 u 82 °C) para evitar que los taninos precipiten y se oscurezcan. Cuando el agua sale finalmente por el primer compartimento ya está más o menos concentrada. El procedimiento en total dura unos 3 o 4 días.

Portabella, M. (2005), reporta que en el método de "colado", recomendado para cortezas y hojas, se llena un depósito con el material desmenuzado y se lo somete a vapor de agua. Posteriormente se rocía con agua caliente y el agua, que ya es "jugo curtiente", se retira o "cuela" por el fondo del depósito. Tarda la mitad de tiempo del de difusión en tanque abierto. En el de "cocción", utilizado para la madera, primero el material se desmenuza bien en astilladoras (parecido a como se hace la pulpa para papel pero más desmenuzado), y ese material bien desmenuzado se vierte en depósitos donde se llena de agua y se hierve. Cuando el agua alcanza la mayor concentración posible de taninos se llama "licor", y la que sale del primer depósito se vierte en el segundo repitiendo el proceso, y luego a un tercer depósito. El calentado produce tanato de hierro por lo que en la última etapa se agrega sulfito sódico o disulfito sódico y se mantiene en agua fría. El proceso tarda un día en realizarse. La madera desmenuzada de residuo no se desecha sino que puede utilizarse para fabricar papel, aglomerados o combustible.

Según <http://www.cuerovegetal2012.blogspot.com>.(2014), en el de "autoclave", también utilizado para la madera bien desmenuzada, se utilizan las autoclaves donde se alcanzan temperaturas mayores al punto de ebullición del agua, y en las autoclaves modernas los ciclos de carga y descarga del agua en los depósitos son sólo de unos minutos, completándose el proceso en unos 45 minutos. El método es más económico que el de cocción porque utiliza menos agua. Al igual que en el procedimiento de cocción, se produce tanato de hierro, y la madera

residual se puede utilizar en la fabricación de papel, aglomerados y combustible. En el método de "Contra corriente o Sistema de lixiviación", también se utilizan unos compartimentos donde se pone el material, en éstas el disolvente circula a contracorriente en forma continua (en lugar de ser transvasado de tanque en tanque), hasta salir concentrado por un vertedero en el primer compartimento. El aparato comúnmente utilizado se llama "clasificador de plataformas múltiples", es un tanque con 2 a 6 compartimentos.

Libreros, J. (2003), enuncia que sea cual sea el método utilizado, la extracción da como resultado un líquido concentrado oscuro con impurezas no tánicas. Para el filtrado se hace atravesar el líquido por unas las lonas a presión, que al terminar se limpian inyectándoles agua caliente. El proceso de filtrado elimina las impurezas y el líquido se vuelve translúcido, aunque todavía es rojo moreno. El siguiente paso es la decoloración, mediante un tratamiento químico a base de dióxido de azufre (llamado "sulfitación"), o la evaporación directa. La sulfitación puede realizarse por dos métodos, llamados "escalera" y el obsoleto "cascada". En el método "escalera", los líquidos van cayendo desde arriba por gravedad y el SO_2 va subiendo desde abajo por difusión. En el método "cascada", se utilizaban torres de 15 a 30 metros de altura llenas de piedras calizas y silicosas. El líquido se dejaba caer por la parte de arriba y también por pequeñas regaderas se inyectaba SO_2 .

Para <http://www.cuerovegetal2012.blogspot.com>.(2014), en el último paso del proceso es la evaporación del líquido resultante, para concentrar los taninos. Se pueden realizar en tanques cerrados o abiertos (esto último está prohibido para los taninos decolorados porque se emite SO_2 a la atmósfera), que se calientan con un agitador que constantemente evita que el tanino se pegue al fondo. El proceso se lleva a cabo hasta obtener la concentración deseada. Los concentrados que se mantienen líquidos requieren de un mayor proceso de evaporación, los concentrados en polvo se logran concentrando hasta un 45% de tanino en vacío y luego se seca hasta quedar con una humedad del 5%.

2. Extractos curtientes comerciales

Para [\(http://www.biblioteca.org.ar\)](http://www.biblioteca.org.ar) (2014), entre los extractos curtientes comerciales encontramos:

- Extracto de mimosa, fácilmente soluble en agua, da cueros flexibles de color beige amarillento
- Extracto de quebracho natural, da cueros firmes, solubles en frío por bisulfitación da cueros más flexibles y suaves.
- Extracto de castaño, de astringencia elevada, da cueros firmes de color avellana. Este extracto es el más sólido a la luz.
- Extracto de valonea: La valonea se obtiene de robles o encinas de la zona mediterránea de Grecia, Turquía e Israel. Los cálices y espigas producen un tanino con rendimiento variable de acuerdo con su origen. El procedente de Esmirna es el más rico en material curtiente y sus caldos son más claros y puros, con alrededor de 30 a 32% de tanino y 15% de humedad. de gran astringencia da cueros de color amarillento bastante impermeables.
- De zumaque, es un extracto suave que penetra rápidamente en la piel, da cuero de tacto suave y flexible y de color muy claro.
- Extracto de pino, de gran astringencia, da al cuero un color rojizo, extractos de lignina, en el tratamiento de maderas con sulfitos y bisulfitos para la obtención de la pasta del papel se logran grandes cantidades de compuestos lignosulfónicos solubles que luego son purificadas con tratamientos químicos y desecadas por atomización.
- Los ácidos lignosulfónicos se fijan bien sobre el colágeno pero no tienen propiedades curtientes, se aplican como auxiliares retardando la fijación del tanino, facilitando la dispersión de los sedimentos y mejorando su difusión en los taninos.

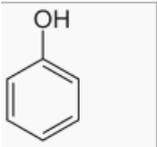
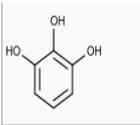
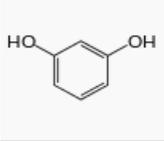
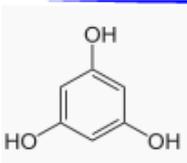
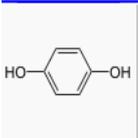
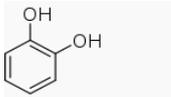
C. POLI FENOLES

Libreros, J. (2003), reporta que los poli fenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los poli fenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son esterres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados. La subdivisión de poli fenoles en taninos, ligninas y flavonoides deriva de la variedad de unidades simples poli fenoles derivadas de los metabolitos secundarios de las plantas de la ruta del ácido shikímico, así como en las divisiones clásicas basadas en la importancia relativa de cada componente base en los diferentes campos de estudio. La química de los taninos se originó debido a la importancia del ácido tánico para la industria del curtido; las ligninas por la química del suelo y la estructura de plantas; y los flavonoides por el estudio de los metabolitos secundarios de plantas en la defensa de los vegetales y en el color de las flores. Los poli fenoles son también agrupados y clasificados por el tipo y número de subcomponentes fenólicos presentes.

Mongil J. (2000), manifiesta que la unidad fenólica puede ser esterificada o metilada, también se la puede encontrar dimerizada o polimerizada, creando una nueva clase de polifenol. Por ejemplo el ácido elágico es un dímero del ácido gálico y forma la clase de elagitaninos, o una catequina y una galocatequina pueden combinarse para formar el compuesto rojo teaflavina, proceso que puede resultar en la clase de tearubiginas marrones del té. Investigaciones realizadas por la Dra. Sara Arranz del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) han puesto de manifiesto que en las frutas existe una fracción de poli fenoles no extraíbles con propiedades bioactivas que no eran cuantificadas durante los análisis de contenidos en base a poli fenoles extraíbles, superando los primeros hasta en cinco veces las concentraciones obtenidas por las mediciones habituales. Los más elevados niveles de poli fenoles se encuentran generalmente en la cascara de las frutas. Los poli fenoles fueron durante un breve período de tiempo conocidos como vitamina P. Sin embargo rápidamente se encontró que no eran esenciales y fueron reclasificados. Los beneficios para la salud de poli

fenoles específicos como quercetina son bien conocidos, sin embargo para los demás hay menos resultados. En el cuadro 1, se ilustra la clasificación de los polifenoles por tipo y número de subcompuestos.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LOS POLI FENOLES POR TIPO Y NÚMERO DE SUBCOMPUESTOS.

Fenol	Pirocatecol	Pirogalol	Resorcinol	Floroglucin	Hidroquinona
<u>ácido</u>	<u>catequina, que</u>	<u>ligninas</u>	<u>resveratrol</u>	<u>casi todos</u>	<u>arbutina</u>
<u>ligninas,</u>	<u>retina y</u>	<u>derivadas</u>		<u>los flavonoides</u>	
<u>derivadas</u>	<u>ligninas</u>	<u>miricetina,</u>			
<u>de ácido</u>	<u>derivadas de</u>	<u>galocatequi</u>			
<u>cumárico</u>	<u>ácido ferúlico,</u>	<u>nas de</u>			
<u>kaempfero</u>	<u>ésteres</u>	<u>alcohol</u>			
		<u>sinapil</u>			
		<u>taninos,</u>			
	<u>dehidroxitiros</u>				
	<u>ol</u>				
					

Fuente: Mongil J. (2000).

1. Poli fenoles vegetales

Lacerca, M. (2003), señala que el término tanino se acuñó históricamente por el uso empírico que se daba a algunos extractos vegetales para el proceso de tanaje o conversión de las pieles de animales en cuero desde hace más de cien años. El desarrollo de las modernas técnicas instrumentales para la elucidación estructural de sustancias orgánicas, permitió el inicio científico en el área de polifenoles vegetales, término sugerido por el doctor Edwin Haslam en lugar de taninos. En

esta revisión se discuten algunos hechos históricos, definiciones, técnicas de aislamiento y elucidación estructural, clasificación y aplicaciones de estos compuestos, desde la curtiembre hasta la industria alimenticia.

Para <http://www.biblioteca.org.ar>.(2014), el proceso de conversión de las pieles animales en cueros durables utilizando extractos de plantas en regiones mediterráneas data de al menos 2000 años atrás. Este proceso se conoce como curtiembre (tanning), con lo cual se popularizó y estableció el uso del término "tanino" en la literatura científica. Hace más de cien años atrás, Trimble comentó: "los taninos ocupan una parte de la línea fronteriza en ciencias entre la botánica y la química". Aunque la importancia de los taninos vegetales en diversas disciplinas científicas ha sido reconocida, no es fácil dar una definición firme. Probablemente la definición más simple, concisa y aceptable sigue siendo la de Bate-Smith y Swain quien reporta que son compuestos fenólicos solubles en agua, con pesos moleculares entre 500 y 3000, que además de dar las reacciones fenólicas usuales, tienen propiedades especiales tales como la habilidad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas."

Según <http://www.sirac.info.com>.(2014), muchas personas aún prefieren el término taninos vegetales, simplemente debido a su falta de precisión. Sin embargo, terminológica y científicamente, se recomienda el término "poli fenoles vegetales" como descriptor para estos metabolitos secundarios de plantas superiores, si se quieren interpretar seriamente sus diversas características y aplicaciones a nivel molecular.

a. Propiedades estructurales y clasificación

Zalacain, A. (2000), reporta que en la actualidad es posible describir en términos amplios la naturaleza de los poli fenoles vegetales. Son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en varios sectores del reino de las plantas superiores, especialmente en las familias Leguminosae, Rosaceae, Polygonaceae, y Fagaceae. Se distinguen por las siguientes cinco características generales:

- Solubilidad en agua,
- Masa molecular entre 500 y 3000[1]-5000
- Estructura y carácter polifenólico (12-16 grupos fenólicos y 5-7 anillos aromáticos por cada 1000 unidades de masa molecular relativa).
- Complejación intermolecular (astringencia) y e) características estructurales (dos motivos estructurales mayores, proantocianidinas o taninos condensados y taninos hidrolizables, más un tercer grupo minoritario, los florotaninos).

Vila-Grau M. (2000), señala que los tres grupos estructurales se producen por tres vías biosintéticas diferentes. Los taninos hidrolizables se producen por una derivación de la vía del ácido shikímico que conduce a la producción de ácido gálico.

1. Proantocianidinas o taninos condensados

Verzele, M. (2006), indica que los taninos condensados son una clase de flavonoides (sintetizados por las plantas por la "vía biosintética de los flavonoides") que son los pigmentos principales de muchas semillas, y también están presentes en los tejidos vegetativos de algunas plantas forrajeras. Son polímeros formados por unidades de antocianidina (un flavonoide). Como pueden ser hidrolizados en sus antocianidinas constituyentes si se los trata con ácidos fuertes, a veces son conocidos como proantocianidinas. Como todos los taninos, aparentemente en las plantas cumplen funciones de defensa ante el herbivorismo. Son de importancia económica para el ganado porque reducen la hinchazón en los animales rumiantes, pero al mismo tiempo tienen potencial de producir rechazo al alimento y de disminuir la absorción de los nutrientes por el organismo. Los extractos condensados o catequínicos que en las mismas condiciones forman precipitados. Sus núcleos constituyentes están reunidos entre sí con intervención de átomos de carbono. Se los llama catequínicos porque sometidos a destilación seca, casi todos, dan pirocatequina

2. Taninos hidrolizables o pirogálicos

Torner, A. (2002), explica que este grupo ha tenido un espectacular avance en química y bioquímica desde 1989 con los trabajos de los grupos de Haslam, Okuda y Yoshida, de manera que hoy se han elucidado las estructuras de más de 750 nuevos taninos hidrolizables. Todos ellos son esteres de ácidos fenólicos (ácido gálico y elágico) con un azúcar (generalmente glucosa) o un polialcohol. Todos ellos derivan su parte fenólica por la vía shikímica a partir de la forma enoi del ácido 3-dehidroshikímico, el cual se transforma en el precursor, ácido gálico, por acción de la enzima dehidroshikimato deshidrogenada. Hidrólisis en medio ácido y a ebullición forman productos solubles en agua. Su constitución está caracterizada por el hecho de que el núcleo bencénico está unido al segundo compuesto por intermedio de átomos de oxígeno. Depositán, habitualmente, ácido elágico (compuesto amarillento, cristalizado y poco soluble en agua) finamente dividido que forma borra en el fondo de las cubas y eflorescencias en el cuero. Con sales de hierro dan coloración negro-azulada. Los extractos tánicos hidrolizables se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Aquellos que forman ácido gálico y glucosa a través de hidrólisis, llamados extractos gálicos.
- Aquellos otros que dan ácido elágico y glucosa llamados extractos elágicos.

a. Aplicaciones de los poli fenoles vegetales

Portabella, M. (2005), reporta que los poli fenoles o taninos han acompañado la vida humana desde sus comienzos, como componentes comunes e inevitables en alimentos y bebidas de origen vegetal, a los cuales contribuyen en el sabor y palatabilidad por su astringencia. En la industria marroquinera todavía se usan taninos de castaño (*Castanea sativa L.*) de roble (*Quercus robur L.*), quebracho (*Schinopsis spp.*), zumaques (*Rhus spp.*), acacias (*Cassia spp.*), dividivi y tara (*Caesalpinia spp.*), algarrobilla (*Balsamocarpon sp.*) y mirobálanos (*Terminalia*

spp). El curtido consiste en el establecimiento de enlaces entre las fibras de colágeno de la piel, lo que le confiere resistencia al agua, calor y abrasión. Esta capacidad de complejarse con macromoléculas explica la astringencia, al precipitar las glicoproteínas ricas en prolina que contiene la saliva. Los taninos vegetales se usan también en la producción de colorantes y tintas o como tratamiento versátil en medicina tradicional, particularmente en el este de Asia. Otras aplicaciones se dan en la industrias del vino y la cerveza, te y cacao. En farmacia solo se cuenta con antidiarreicos, a pesar de las notables actividades como antioxidantes y otras actividades biológicas como antitumorales, antibacteriales, antivirales e inhibidores de enzimas, agentes hepatoprotectores, receptor de angiotensina II.

D. ESTUDIO DE LA TARA

Mongil, J. (2000), manifiesta que la tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas. Los taninos, que son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas. Los taninos se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros. La goma, que se encuentra en el endospermo o parte interna de las semillas, se utiliza para estabilizar y emulsionar alimentos. La tara es considerada una de las 17 oportunidades de econegocios más interesantes del país, en vista que producimos el 80 % del total mundial. Actualmente el Perú es el principal exportador de tara en el mundo, con aproximadamente 6,400 toneladas equivalentes a US \$ 14 millones, durante el año 2004, donde esta actividad ha tenido un crecimiento del 34 %. La tara es un árbol nativo del Perú, distribuido en toda América Latina e introducido a países muy lejanos como Marruecos, India y China, quienes han comenzado a aprovechar las ventajas económicas de esta valiosa especie. Las principales características del polvo de Tara, son:

- pH = 3.7

- Curtientes = 55,2 %
- No Curtientes = 14,9%
- Cenizas = 3,1%

En el gráfico 1, se aprecia la planta de *Caesalpinea spinosa* o tara con sus frutos



Gráfico 1. La Tara.

Mata, J. (2001), Infiere que en nuestro país se la ha usado desde tiempos prehispánicos como especie tintórea y desde la época de la colonia se le empleó en el curtido de cueros. Hoy en día, también es muy requerida por sus propiedades curativas. El aprovechamiento de la tara comprende:

Medicinal: actúa contra la amigdalitis al hacer gárgaras con la infusión de las vainas maduras y como cicatrizante cuando se lavan heridas con dicha infusión, además, la tara es utilizada contra la estomatitis, la gripe y la fiebre.

Tinte: las vainas de la tara contienen una sustancia llamada tanino, la cual es utilizada para teñir de color negro, las raíces pueden teñir de color azul oscuro.

- Curtiente: debido a su alto contenido de tanino, se le emplea en el curtido de cueros.
- Cosmético: el cocimiento de las hojas se utiliza para evitar la caída del cabello.
- Agroforestería : la tara es usada como cerco vivo y para el manejo de rebrotes
- Plaguicida: el agua de la cocción de las vainas secas es efectivo contra piojos e insectos.

1. Tara en polvo

Para <http://www.cuerovegeai2012.blogspot.com>.(2014), el polvo de Tara Molida Ultrafina UNITAN TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de tara (*Caesalpineae spinosa*). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. Es usado también en la fabricación de teñidos con sales férricas y como mordiente de tinturas e impresión de telas. La tara produce un cuero claro, flexible y de buena aptitud para el teñido. Apropiado para cueros vegetalizados que requieran buena solidez a la luz. En conjunto con aceites adecuados se obtienen cueros con buenos valores de fogging.

a. Observaciones

Según <http://www.biblioteca.org.ar>.(2014), el UNITAN TM es un producto sensible a las sales de hierro, como todos los extractos vegetales. Por lo tanto, en todas las operaciones de curtición y recurtición se deberá evitar el contacto con material ferroso. Para mejora; la performance del producto se recomienda adicionar pequeñas cantidades de Uniclax a los baños para evitar manchas, como así también en el baño final de lavado retirando los cueros y apilando con el agua de lavado. El producto se lo comercializa en bolsas polietileno/polipropileno de 25 kg. A partir de la Tara Molida es posible obtener el Ácido Gálico Monohidratado. En

farmacología como astringente urinario y agente antihemorrágico interno. Materia prima para la fabricación de tintas y como insumo básico en procesos de grabado y litografía. Como estabilizador de emulsiones y revelado de fotografías, insumo en la preparación de productos para el teñido del cabello, bronceadores, etc.

E. CURTICIÓN VEGETAL

Adzet, J. (2005), manifiesta 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. En general el tanino se encuentra localizado en una sola parte, pero en algunos casos se encuentra simultáneamente en varias partes de la planta.

Para <http://www.cuerovegetal2012.blogspot.com>.(2014), 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 proceso de curtición con extractos vegetales puede considerarse que comprende dos etapas.

Se debe procurar que penetre la solución curtiente hacia el interior de la piel. Que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Angulo, M. (2007), indica que estos dos hechos fundamentales comprenden la marcha total del proceso de la curtición vegetal. Las ventajas del curtido vegetal son:

El curtido vegetal es amigable con el medio ambiente, lo que significa que un producto que se puede reciclar.

El curtido vegetal es una tradición antigua, por lo cual la mayoría de las curtiembres poseen artesanos muy hábiles que producen el cuero.

Debido al uso de taninos naturales, los productos de curtido vegetal son únicos y poseen vida propia. No son los mismos durante toda su vida útil, sino que cambian permanentemente para mejorarse.

Los colores que produce el curtido vegetal son tonos ricos y cálidos que lucen completamente naturales.

Los cueros curtidos al vegetal son más valiosos, y por ende se venden a un precio más alto, comparado con los cueros curtidos al cromo.

Según <http://www.cuervegetal2012.blogspot.com>.(2014), las desventajas del curtido vegetal:

- El tiempo promedio del proceso del curtido vegetal es similar al del cromo, pero puede tomar hasta 60 días producir cuero de suela.
- De haber hierro presente se puede manchar fácilmente.
- Los productos curtidos al vegetal son más caros. Se requiere de más destreza para poder curtir los cueros, lo cual significa que son de mejor calidad.
- Los colores que pueden resultar del curtido vegetal son limitados, el calor directo puede hacer que los productos de curtido vegetal se achiquen o quiebren

Según <http://www.cueronet.com>.(2014), en la actualidad el proceso de curtición se utiliza en la práctica industrial para la fabricación de diversos artículos tales como:

- Cuero para suela de zapato
- Cuero para empeine de zapato
- Cuero o serrajes para plantillas
- Cueros pesados para correas de transmisión
- Pieles lanares, cabrias o de cerdo para forro
- Cuero vaquetilla para marroquinería
- Pieles para tapicería.

Para <http://www.prtr-es.es/data/images/resumen.com>.(2014), los procedimientos de curtición vegetal han experimentado profundos cambios en el transcurso del tiempo, habiéndose pasado de los procesos lentos en tinajas que se utilizan cortezas o extractos a las curticiones modernas del tipo tina - bombo o las curticiones solo en bombo.

- Curticiones con cortezas: El sistema de curtición con cortezas tánicas, es el sistema de curtición más antiguo y en la actualidad no se utiliza debido a su larga duración, lo cual implicaría tener un capital inmovilizado largo tiempo.

- Curtición en tinas: Cuando se empezaron a fabricar los extractos curtientes, se utilizaron trenes de tinas de curtición formados por 5 o 6 tinas e incluso tantas, como: 30 o 40 y baños más concentrados, lo cual disminuyeron muy considerablemente el tiempo total de la curtición.
- Curtición Mixta Tina Bombo: Este sistema de curtición consiste en utilizar tinas para lograr la penetración del extracto dentro de la piel y luego se termina la curtición en bombo con licores curtientes más concentrados. De esta forma se reduce muy considerablemente el tiempo total de curtición.
- En este sistema se acostumbra a trabajar con crupones y después de los trabajos normales de ribera, se realiza el tratamiento en tina y después en bombo.
- Curtición en bombo: La curtición vegetal de los cueros para suela única y exclusivamente en bombo no permite reducir la duración de la curtición a 1 - 3 días, debido a la fuerte acción mecánica que tiene el bombo. Este tipo de curtición puede realizarse con baño o en seco.
- Curtición en bombo con baño: Este sistema se utiliza a escala industrial en la zona de igualadas y consiste en realizar una ribera normal y después desencalar las pieles a un pH 6.5 que debe controlarse con indicadores. La piel adquiere un color uniforme y pálido quedando la flor lisa.
- Curtición en bombo en seco: La curtición de pieles con extractos vegetales en seco presenta ciertas dificultades que no se encuentra cuando se trabaja con baño. Durante la curtición en seco el bombo sale de la piel 20 a 25 % de agua calculada sobre el peso tripa. Una precurtición a fondo reduce algo el volumen de baño residual. La precurtición favorece la fijación de la flor y hace que esta resista mejor a la acción mecánica del bombo y concretamente que no se obtenga una flor graneada y floja. En los sistemas de curtición en seco la temperatura se eleva por acción mecánica y debe vigilarse cuidadosamente.

1. Método general

Para [http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo.com.\(2014\)](http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo.com.(2014)), una vez que las pieles están bien desencaladas, rendidas o no y lavadas, las fases de la curtición vegetal son las siguientes: precurtición para ayudar a la penetración de los taninos, curtición propiamente dicha en la que se consigue la penetración y la reacción de los taninos en toda la estructura de la piel, una fase de fijación de los taninos en la que se intenta que los taninos sean menos lixiviables con agua, y por último una fase de acabado en la que pueden figurar una posible tintura, una mini recurtición o blanqueo y en mayor o menor proporción un engrase. A grandes rasgos se puede indicar que hay dos grandes líneas de artículos curtidos al vegetal: la suela por un lado y los artículos para marroquinería, forro y similares por otro. En el caso de la suela se intenta obtener un artículo muy compacto y bastante duro y con un grosor un poco alto, mientras que en la mayoría de los otros casos los artículos son en general de menor grosor, menos duros y menos compactos, llegando en algunos casos a ser blandos al estilo de algunas pieles al cromo.

F. CURTICIÓN AL CROMO

Según [http://www.pellital.com.ar.\(2014\)](http://www.pellital.com.ar.(2014)), 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 acabada, económicamente ventajosa y todas ventajas son 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.

1. Defectos de la curtición al cromo

Bacarditt, A. (2004), infiere que los posibles defectos que pueden producirse en una curtición al cromo los más relevantes son:

a. Observación de manchas luego del proceso

El mismo Bacarditt, A. (2004), expresa que la observación de manchas luego del proceso de curtición de entre las posibles causas se destacan:

- Curtición muy rápida (muy alta frecuencia de giro del fulón), y excesiva concentración de sales curtientes y elevadas temperaturas durante el proceso de basificación.
- Elevado valor del pH final de la curtición y muy grandes y bruscos saltos de pH durante el proceso de basificación.
- Utilización de sales básicas de cromo obtenidas por reducción con melaza y otros azúcares, u otros productos orgánicos de los que han quedado residuos carbonosos derivados del proceso de reducción (azúcares quemados). En este caso se generan manchas pardo oscuras extendidas sobre las superficie de los cueros wet blue.

- Formación de jabones grasos de cromo, debido a un alto tenor no removido de grasas naturales o ácido grasos libres traídas hasta el baño de curtición, por insuficiente desengrase o muy poca extracción en las etapas anteriores del proceso de ribera. Se forman así jabones insolubles de cromo, estos no se penetran con tratamientos químicos posteriores y dificultan la obtención de tintados uniformes tanto en sección como en superficie.

b. Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido

Buxade, C. (2004), presenta que de entre las posibles causas cuando se produce una baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido, se pueden destacar:

- Muy baja cantidad de cromo, Una insuficiente penetración del curtido y una escasa y poco penetrante basificación.
- Baja temperatura final del proceso e insuficiente reticulación transversal de los curtientes con los sitios reactivos de la piel a curtir.
- Frecuentemente la prueba al hervido (1 minuto) mejora en su resultado, luego de unos días de almacenamiento.

Distribución no uniforme del cromo en la piel

Cotance, A. (2004), describe que generalmente se genera ya desde un mal desencalado y en forma complementaria por la utilización de sales curtientes fuertemente basificantes. Utilizando enmascarantes como formiato de sodio, o acetato de sodio, se logra mejorar la uniformidad en la distribución del cromo

d. Cueros chatos

Jones, C. (2002), explica que para evitar la obtención de cueros delgados, se recomienda no utilizar ácido clorhídrico en el piquelado y sustituir la sal común por sulfato de sodio, o realizar el piquelado sin sal y/o sulfoácidos. Para el apareamiento de cueros chatos de entre las posibles causas se puede destacar:

- Muy bajo valor de pH en el piquelado, baja oferta de óxido de cromo y altas ofertas de sales neutras (por ej. Cloruro de sodio), durante el transcurso de la curtición.
- Fuerte enmascaramiento de la sal curtiente, y una débil basificación.

e. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso

Lacerca, M. (2003), expone que el apareamiento de cueros de flor suelta y tacto esponjoso, entre los principales motivos es:

- Curtido muy fuertemente basificado y valores de pH final de curtidos muy altos y tiempos muy largos de proceso o de rodamiento.
- Muy alta frecuencia de giro (rev./minuto) del fulón. Químicamente este efecto, independientemente del control de aquellos motivos, se puede compensar, utilizando en parte curtientes tipo dialdheldo glutárico, ó tipo polímero sintético, así como sales de aluminio.

f. Estallido de flor

Libreros, J. (2003), explica que el defecto denominado como estallido de flor puede deberse a los siguientes aspectos:

- Bajo tenor de sal en el proceso de piquel y muy largo tiempo de rotación del piquel en el baño nuevo, antes de agregar los productos del curtido.
- Sobrecurtición por utilización de curtientes cromo no enmascarado y basificación con muy alto valor de pH final.
- Agregado de agua caliente en el momento no apropiado, e insuficiente agotamiento de baños.
- Excesivo volumen del baño de curtido y bajas temperaturas de curtición, así como también tiempo de rotación muy reducido.
- Muy alto grado de enmascaramiento y altas ofertas de sales de cromo curtientes y alto grado de enmascaramiento.

2. Sales curtientes de cromo

Morera, J. (2000), refiere que de las diferentes sales de cromo tienen aplicación práctica en la curtición de pieles: el alumbre del cromo, los dicromatos y los sulfatos básicos de cromo.

- Alumbre de cromo: Se obtienen como subproducto de la industria orgánica, cristaliza las disoluciones de sulfato de cromo trivalente a la que se añade sulfato potásico, haciéndolo en forma de grandes octaedros de color violeta oscuro, cuyo peso molecular es de 998.9 g. El alumbre de cromo técnico contiene alrededor del 15 % de óxido de cromo y 17% de sulfato potásico. Una solución saturada a 20 °C y preparada en frío, contiene 18,3 de alumbre de cromo por cada 100 ce de agua.
- Dicromatos: La materia prima para su obtención es la cromóta, óxido doble de hierro y cromo, y más raramente la crocoita. La cromita se muele finamente y se mezcla con cal y carbonato sódico, y se calienta a 1.100 - 1.200 grados centígrados en hornos de plato giratorio con fuerte entrada de aire. La adición de cal impide la fusión y mantiene la masa porosa, de forma que si aire actúa

como oxidante y pueda penetrarle fácilmente. El dicromato sódico es el cromato técnicamente de mayor importancia, por tratamiento del dicromato sódico con cloruro potásico se puede transformar en dicromato potásico.

- Sulfato básico de cromo: Para su obtención se parte del dicromato sódico que se reduce como trivalente en medio ácido utilizando como reductor productos orgánicos tales como la glucosa, melazas, almidón, sulfuros, glicerina o bien productos inorgánicos.

3. Práctica de curtición al cromo

Lampartheim, G. (1998), reseña que en la actualidad la mayoría de las pieles, curtidas al cromo lo son por el sistema de curtición a un baño, quedando relegada la curtición a dos baños a un pequeño porcentaje ya que es un procedimiento largo y poco controlable, aunque bien conducido proporciona pieles de alta calidad. Existen muy diversos procedimientos de curtición al cromo que en líneas generales podemos clasificar como sigue:

a. Curtición a dos baños

Portavella, M. (2005), enuncia que las pieles rendidas o piqueladas se tratan con una solución de dicromato sódico, ácido clorhídrico o sulfúrico y algo de sal. Químicamente la curtición a dos baños es extremadamente complicada, ya que la reacción entre el dicromato y el tiosulfato depende de las cantidades de tiosulfato y del ácido del segundo baño así como la velocidad de adición de estos reactivos, además se condicionan en que hayan quedado las pieles tratadas con dicromato en el primer baño. El baño de dicromato y ácido ejerce un efecto hidrolizante sobre la proteína de la piel de noción parecida a un rendido suave. Este efecto es deseable pero si es excesivo perjudica a las fibras, dando un cuero débil. La luz cataliza la reacción de oxidación de la piel por parte del dicromato y las sales de cromo que se forman curten las partes de la piel expuestas a la luz, dando por este motivo desigualdad de curtición que repercuten en la tintura.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la adición de ácido en el baño de reducción disminuye el pH no obstante durante el proceso de reducción el pH vuelve aumentar. Se llama pH final de baño al que tienen las pieles cuando se sacan del bombo después de 22 horas de tratamiento. El contenido en óxido de cromo del cuero es mayor al aumentar el pH final del baño de reducción. El análisis indica que si el baño de reducción tiene un pH final bajo los cueros obtenidos presentan una buena; igualación del contenido en óxido de cromo, mientras que si el pH final del baño de reducción es elevado, se obtiene una distribución desigual del contenido en óxido de cromo. El efecto de pH sobre el contenido de azufre es el opuesto al anterior. Al aumentar el pH del baño reductor disminuye el contenido de azufre del cuero. La distribución estratigráfica del azufre es desigual para valores de pH finales bajos y se homogenizan para valores de pH finales elevados.

Rivero, A. (2001), enseña que la adición de agentes enmascarantes tales como el formiato sódico al baño de reducción produce una distribución más igualada del óxido de cromo y del azufre. No obstante disminuye la cantidad total de óxido de cromo y azufre. La producción de cuero al cromo por el proceso normal de dos baños es más caro en cuanto al trabajo y materiales que el método a un baño. La idea de que el cuero pueda ser curtido utilizando menos cromo por el proceso a dos baños que por el proceso a un baño no es válida. La curtición al cromo a dos baños, tiene como principal ventaja la de proporcionar una mejor calidad en los cueros de cabra para cabritilla y guantes.

b. Curtición a un baño

Soler, J. (2005), reporta que en este tipo de curtición las pieles piqueladas se curten en una sola operación directamente con sales básicas de cromo trivalente. Si se utilizan sales de cromo de baja viscosidad se obtiene una penetración más rápida y un grano más fino pero el cuero queda más vacío. Con sales de cromo de basicidades superiores se obtiene un cuero más lleno y si los agregados de cromo son muy grandes se puede sobrecurtir las capas de carne y flor obteniéndose un grano basto. La misión del técnico consiste en conducir el

proceso de forma tal que la piel absorba la sal de cromo de forma rápida y regular y obtener un cuero acabado de flor flexible y suave. Antes de iniciar la curtición al cromo tenemos que controlar el pH del piquel, y el pH del corte de la piel con indicadores tipo rojo de metilo o anaranjado de metilo para conocer si existe una beta sin acidificar o si está atravesado de ácido el baño de piquel para tener una idea de la concentración salina de las pieles que vamos a curtir al cromo y por consiguiente de su hidratación.

Hidalgo, L. (2004), reporta que en la curtición a un baño pueden utilizarse sales de cromo reducidas como glucosa o con anhídrido sulfuroso. Dos curticiones distintas realizadas una con sal de cromo reducida con glucosa y la otra con sal de cromo. La piel de cromo curtida con sal de cromo reducida con sulfuroso contendrá más óxido de cromo. Una vez terminada la curtición al cromo las pieles pueden descargarse y colocarse sobre caballete para que se escurra el exceso de baño de curtición dejándolas en reposo un tiempo aproximado de 12 a 18 horas o más antes de escurrirlas. Este tiempo es necesario para obtener la máxima fijación de la sal de cromo del licor que impregna la piel.

c. Curticiones de agotamiento alto

Según <http://www.faanagua.org>.(2014), las curticiones de agotamiento alto tienen la ventaja de reducir el contenido en cromo de los baños residuales, consiste en añadir a la curtición productos que nos permitan agotar todo el cromo del baño de curtición. Es decir que el baño residual quede con solo 0,3 a 1,0 gr por litro de óxido de cromo. Para ello se pueden utilizar sales de cromo comerciales, o bien sales de cromo normales a las cuales se añaden compuestos aminados, productos minerales del tipo silicato alumínico sódico o bien ácidos policarboxílicos. Para reducir la cantidad de óxido de cromo que queda en el baño residual, se emplean baños cortos del orden del 20 al 40%, ya que al reducir la cantidad de baño de curtición, se aumenta la agitación mecánica, pero se reduce la cantidad de sal de cromo residual, a igualdad de concentración. Si en los sistemas de curtición normales se utiliza un porcentaje de óxido de cromo del 2,5

a 3,0% sobre peso tripa de las pieles, en estos sistemas se reduce la oferta de cromo a 1,3 -1 ,5 %.

Según [http://biblioteca.usac.edu.gt.\(2014\)](http://biblioteca.usac.edu.gt.(2014)), el cuero curtido al cromo mediante procesos de agotamiento alto contienen alrededor de 4,0 - 4,4% de óxido de cromo, es decir, igual cantidad de óxido de cromo que el cuero convencional. Ello es posible debido a que el baño residual es corto y además no queda cromo en el baño residual. Este sistema de curtición es muy económico ya que reduce la cantidad de sal de cromo empleado en la curtición y reduce la cantidad de óxido de cromo de las aguas residuales al límite tolerables.

d. Curticiones especiales

Para [http://www.tesis.uson.mx/digital.com.\(2014\)](http://www.tesis.uson.mx/digital.com.(2014)), las curticiones especiales, es un sistema que consiste en precurtir la piel en tripa con alumbre de cromo y después realizar la curtición con sal de cromo, sin necesidad de efectuar la operación del pique, por lo cual el proceso es relativamente corto. Otra idea es la de curtir con complejos de cromo que sean estables a los álcalis y por consiguiente con la, posibilidad de eliminar el piquelado de las pieles.

G. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE ACABADO

Para [http://www.pellital.com.ar. \(2014\)](http://www.pellital.com.ar. (2014)), en esta etapa se puede procesar el cuero curtido al vegetal o curtido al cromo, En el curtido vegetal se procesa el cuero para la fabricación de suela, de cuero para talabartería, correas, monturas, usos industriales, y de cuero para repujados. El acabado de suelas comprende: Prensado, engrase, secado y estiramiento. El acabado de vaquetas comprende: Prensado, rebajamiento, neutralización, recurtido, blanqueado, teñido, engrase, secado y pulido. Las vaquetas acabadas con el curtido al cromo reciben otro tipo de acabado. Después del proceso de curtido tienen que descansar en húmedo por algunas horas o hasta el día siguiente para fijar el cromo en el tejido del cuero. Después hay que quitar el exceso de agua con una máquina de escurrir y

como puede haberse formado arrugas, se les pasa por una máquina de estirar. Estas operaciones son llevadas a cabo por vía seca o húmeda, con el propósito de conferir al cuero el aspecto y las propiedades requeridos según su uso final.

1. Prensado y rebajado

Arango, M. (2002), reporta que después del curtido, se realiza un prensado del cuero (llamado escurrido), para retirar la humedad, estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme del mismo. En el rebajado los cueros se raspan y se rebajan en las mismas máquinas. Este procedimiento le da al cuero un espesor uniforme y lo deja en la medida deseada. En esta etapa se generan cerros de viruta del rebajado que contienen el cromo del curtido. Esta viruta se utiliza para fabricar falsas o para recuperar el cromo. Si se hace esto, el cuero que queda sin cromo se usa en alimento para ganado procesándolo con otros productos o se descompone y se usa como fertilizante.

2. Neutralización y recurtido

Adzet J. (2005), manifiesta que los cueros se sumergen en tambores para realizar las operaciones arriba citadas. Estas operaciones se llevan a cabo de manera consecutiva, cambiando solamente la composición de los baños después de descartar el baño anterior. El baño de neutralización se realiza con agua, formiato de calcio, carbonato o bicarbonato de calcio. En el recurtido hay que tomar en cuenta que el curtido al tanino produce un cuero más fácil de ser prensado. Por esta razón, muchas veces, el cuero curtido al cromo, denominado "wet blue", recibe un segundo curtimiento, el cual puede ser al cromo o al tanino vegetal o sintético. Cuando este segundo curtido es realizado luego del primero, se llama "curtido combinado", su práctica sirve para reducir cromo en el efluente. Estos procesos son realizados en la producción de vaquetas, dependiendo del tipo de producto final que se desea obtener. El proceso es prácticamente el mismo del curtido. Algunas industrias hacen solamente el acabado del cuero, utilizando como materia prima el cuero curtido al cromo o "wet blue", adquirido de otra

curtiembre. En cualquier caso, se debe evitar una neutralización excesiva o violenta, porque de lo contrario se obtiene una flor suelta y áspera y un tacto vacío, puede traer problemas de descurtición y a su vez precipitación del cromo sobre la superficie del cuero.

3. Blanqueado, teñido y engrase

Bacarditt, A. (2004), infiere que la operación de blanqueado sólo es realizada en algunos casos, utilizándose baño de bicarbonato de sodio y ácido sulfúrico, seguido inmediatamente por un lavado con agua corriente tratando de quitar el ácido libre cuya presencia produce manchas y vuelve quebradizo al cuero. El teñido se realiza luego de la neutralización en baño que contiene agua, colorantes (natural, artificial o sintético) y ácido fórmico. Este baño se desecha después de cada operación. Los efluentes en esta etapa del proceso son mínimos en comparación al de pelambre y no justifica acción alguna de tratamiento. Los ácidos que contienen sirven para neutralizar el efluente general.

Buxade, C. (2004), presenta que el engrase se realiza con el objeto de evitar el cuarteamiento del cuero, volviéndose suave, doblable, fuerte, flexible y resistente. Este proceso consiste en la impregnación del cuero con grasas o aceites animales. Estas sustancias se depositan en las fibras del cuero donde son fijadas. El engrase se lleva a cabo en los mismos tambores de las operaciones anteriores. Algunas curtiembres recuperan el sebo y las grasas naturales contenidos en las carnazas de las pieles. Estos materiales pueden aprovecharse en el proceso de engrasamiento luego de una sulfonación. La piel verde contiene de 0,5 a 1,5 kilogramos de sebo.

4. Secado y lijado

Cotance, A. (2004), describe que finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del orden del 10-12%, pero fundamentalmente para obtener el

mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado. En general se realiza mediante el sistema Toggling la operación de secado se realiza luego del teñido. Los procesos usados para realizar esta operación son secados al vacío, secado en secotérmicas, empastado o pasting, secado por templado en marcos (toggling). Al secar el cuero al aire colgado libremente se produce contracción de la superficie, se encoge, se arquea, se endurece y queda con el poro basto.

Jones, C. (2002), explica que para el lijado se debe considerar que las vaquetas de calidad inferior deben lijarse para corregir los defectos eventuales, pasando previamente por un humedecimiento y suavizado. Pueden recibir acabados, como diseños en relieve; tales acabados son realizados en las máquinas de estampado y pintado, mediante la aplicación de tinta y barnices. Aquí se genera polvo en cantidades, la habitación donde se encuentra esta máquina debe estar bien aislada, tener extractores y el personal debería usar mascarar. El polvo se desecha quemándolo y aún no se ha encontrado una solución práctica para su eliminación.

5. Estiramiento

Lacerca, M. (2003), expone que los cueros pueden ser sometidos a una etapa de estiramiento para recuperar algo del área perdida por su encogimiento durante los procesos en húmedo y esta técnica no sólo se utiliza para ganar área sino también para conferir un tacto parejo ya que por su constitución las faldas son suaves, el cogote duro y se quiere que todo el cuero obtenga la misma suavidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, localizado en la provincia de Chimborazo, cantón: Riobamba; Kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur y, los análisis físicos del cuero caprino se realizaron en el Laboratorio de resistencias físicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 133 días, en el cuadro 2, se indican las características meteorológicas del cantón Riobamba.

Cuadro 2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	PROMEDIO 2013
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s)	2.50
Heliofania (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 28 pieles caprinas de animales adultos criollos. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 28 pieles caprinas.
- Mandiles.
- Percheros.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Candado.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule,
- Tinas.
- Tijeras,
- Mesa.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado,
- Clavos.
- Felpas.
- Cilindro de gas.

2 Equipos

- Bombos de remojo, curtido y recurtido
- Máquina descarnadura de piel,
- Máquina escurridora.
- Máquina raspadora.
- Bombos de teñido.

- Toggling.
- Máquina de elongación.
- Equipo de flexometría.
- Probeta. Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Calefón.

3. Productos químicos

- Cloruro de sodio.
- Formiato de sodio.
- Sulfuro de sodio
- Hidróxido de Calcio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido oxálico.
- Mimosa.
- Cromo.
- Ríndente.
- Grasa animal sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa catiónica.
- Aserrín.
- Dispersante.
- Pigmentos.
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.

- Sulfato de amonio.
- Bicarbonato de sodio.
- Hidróxido de sodio.
- Tara.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó la comparación de la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición con sulfato de cromo para pieles caprinas se utilizó 2 tratamientos, con 7 repeticiones cada uno y, en dos ensayos consecutivos dando un total de 28 unidades experimentales. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo bifactorial; donde, el factor A, fue los diferentes tipos de curtiente y el Factor B, los ensayos. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación
 μ = Efecto de la media por observación
 α_i = Efecto del tipo de curtiente, (factor A).
 β_j = Efecto de los ensayos (Factor B)
 $\alpha_i * \beta_j$ = Efecto de la interacción tipos de curtientes por ensayos.
 ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

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

$$H = \frac{12}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Dónde:

H = Valor de comparación calculando con la prueba K - W. nT =
Número total de observaciones en cada tipo de curtición. R =
Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 3, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la investigación acotando que para la curtición vegetal se aplicó el 20% sobre el peso de la piel y para la curtición mineral: 7% sobre el peso de la piel)

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tipos de curtición	Ensayo	Código	Repetición	T.U.E	Hojas de piel/ tratamiento
Curtición vegetal	Primero	T1E1	7	1	7
Curtición vegetal	Segundo	T1E2	7	1	7
Curtición Mineral	Primero	T2E1	7	1	7
Curtición Mineral	Segundo	T2E2	7	1	7
Total					28 pieles

Fuente: Chasiqiza, C. (2014).

En el cuadro 4, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	27
Factor A (tipos de curtientes)	1
Factor B (ensayos)	1
Interacción A*B	1
Error	24

Fuente: Chasiqiza, C. (2014).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las pruebas físicas del cuero caprino fueron

1 Físicas

Porcentaje de elongación, %.

Resistencia a la tensión N/cm².

Temperatura de encogimiento.

Sensoriales

Llenura, (puntos).

Finura de flor, (puntos).

Plenitud, (puntos).

Económicas

Beneficio/ Costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA.), con arreglo bifactorial, donde el factor A, fue constituido por los tipos de curtición y el factor B, corresponde al efecto de los ensayos, los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias entre medias.
- Prueba de significación según Duncan, para comparación de medias con el nivel $P < 0.05$.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se utilizó 14 pieles caprinas de animales adultos, para cada uno de los ensayos; es decir, un total de 28 pieles de animales criollos. Provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

1. Remojo

- Se pesó los cueros caprinos frescos y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua, al 200% a temperatura de 25°C.
- Luego se disolvió 500 ppm de cloro, más 0.2% de tensoactivo, se mezcló y se dejó 3 horas girando el bombo, a una velocidad de 4 rpm y, se eliminó el baño.

2. Pelambro por embadurnado

- Nuevamente se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con el 2,5% de sulfuro de sodio, disueltas en 5%

de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal se colocó una sobre otra y se dejó las pieles en reposo durante 12 horas, luego se extrajo el pelo en forma manual.

- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso preparar un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura de 25°C al cual se añadió el 0,75% de sulfuro de sodio (Na_2S) y el 1,5% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se las dejo en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el baño.

3. Desencalado y rendido

Para el desencalado se lavó las pieles con 200% de agua limpia a 30°C más el 0.2% de formiato de sodio, rodando el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparará otro baño con el 100% de agua a 35°C más 1% de formiato de sodio, rodar 30 minutos, a lo cual se añadió 1,5% de producto desencalante y el 0.2% de producto ridente, se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y la piel debió estar en un pH de 8,5. Luego se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal luego se adiciono el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2,8-3,2, y se dejó reposar durante 12 horas exactas.

5. Curtido vegetal tratamiento 1

Una vez piqueladas las pieles, se eliminó el 75% del baño de piquelado y se añadió el 20% de concentrado de poli fenoles de *Caesalpinia spinosa*, dividido en tres partes; se añadió la primera parte y se rodó el bombo durante 1 hora, se añadió la segunda parte y se rodó durante una hora, para finalmente añadir la última parte y rodar durante 3 horas. Pasado este tiempo se verificó el agotamiento de baño y de acuerdo a su agotamiento se giró más tiempo o se fijó el curtido con la adición del 1% de ácido fórmico, diluido en de uno a diez y se rodó durante 30 minutos; se eliminó el baño y se apilo durante 24 horas.

6. Curtido y basificado para el tratamiento 2

Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 7% de curtiente en base a cromo, se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo luego se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio, o cualquier otro basificante; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes, se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas.

7. Neutralizado y recurtido

- Una vez rebajado a un grosor de 1,2 mm, se pesaron los cueros y se lavaron con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0.2% de tensoactivo y 0.5 de ácido oxálico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.
- Luego se recurtió con 4% de órgano-cromo y 1% de sulfato de cromo, preparando un baño con el 80% de agua a 35°C y dándole movimiento al bombo durante 40 minutos posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 40°C al cual se añadirá el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, luego se rodó el bombo durante 40 minutos y se añadió el 2% de recurtiente neutralizante y se giró el bombo durante 60 minutos, luego se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300%

de agua a 40°C durante 60 minutos. Luego se eliminó el baño y preparo otro con el 50% de agua a 50°C al cual se añadió el 4% de tanino sintético, el 3% de rellenanate de faldas, 3% de resina acrílica diluida de 1 a 5, luego se giró el bombo durante 60 minutos.

8. Tintura y engrase

- Al mismo baño se añadió el 4% de anilinas y luego se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar el 100% de agua a 70°C, más el 6% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina y el 2% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso,
- Posteriormente se rodó por un tiempo de 60 minutos y luego se añadió el 0.5% de ácido oxálico; y se rodó durante 5 minutos, luego se agregó el 1% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, luego se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se dejó los cueros caprinos reposar durante 1 día en sombra (apilados), se escurrieron y se secaron durante 8 días.

9. Aserrinado, ablandado y estacado

Para permitir la suavidad de la piel se debió humedecer un poco a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con el objeto de que estos absorban agua para una mejor blandura de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablando a mano y luego se los estaco a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos, estirándolos poco a poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor, se dejó luego todo un día y desclavo para medir y realizar los análisis físicos y sensoriales.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los encargados de determinar qué características debieron presentar cada uno de los cueros caprinos dando una calificación de 5 correspondiente a excelente, 4 a muy buena; 3 a buena; 2 a regular y; 1 a baja; en lo que se refiere a llenura, finura de flor y plenitud.

- Para detectar la llenura de los cueros caprinos se palpo el material notando que el enriquecimiento de las fibras colagénicas debió ser uniforme, y que los espacios interfibrilares sean los adecuados para la confección del artículo al cual será destinado.
- La finura de flor es una característica que determina la elevada calidad del cuero y fue evaluada a través del órgano de la vista con el que se apreció detenidamente los poros propios de la piel en su superficie que no se encuentren demasiado enmascarados si no de la forma más natural posible, para resaltar la belleza del cuero y sobre todo se evaluó la presencia de ondulaciones en la capa flor del cuero.
- Para calificar la plenitud de la piel luego de realizo el curtido con poli fenoles de extractos de *Caesalpinia spinosa*, se utilizó el sentido de la vista para observar la presencia o no de arrugas en la piel, especialmente en los cuellos y faldas como también la presentación de crispaciones en la flor del cuero.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Resistencias físicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH, y se los hizo basándose en las diferentes normas técnicas del cuero, que son distintas para cada uno de los ensayos, la metodología a seguir fue:

a. Porcentaje de elongación, %

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación.

La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado es el método IUP 40 llamado desgarró de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que 40 se mide la fuerza media de desgarró y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarró, para lo cual:

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

b. Resistencia a la tensión N/cm²

Para los resultados de resistencia a la tensión en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fueron:

- Se dobló la probeta y se sujetó a cada orilla para mantenerla en posición doblada en una maquina diseñada para flexionar la probeta.
- Una pinza es fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia delante ocasionando que el dobles en la probeta se extiendan a lo largo de esta.
- La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido, las probetas son rectángulos de 70 x 40 mm.
- Deberemos medir el grado de daño que se produce en el cuero caprino en relación a 20.000 flexiones aplicadas al material de prueba.

c. Temperatura de encogimiento

Temperatura de encogimiento, es el valor de temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso. El ensayo tiene la finalidad de determinar la temperatura a la cual empieza el encogimiento de una probeta o muestra de cuero, colocada en un medio acuoso, después de experimentar un hinchamiento. La probeta o muestra rectangular, mantenida en posición vertical entre una mordaza fija y otra móvil, es sumergida en, un medio acuoso (agua, o mezcla glicerina-agua, para ensayos a temperaturas superiores a 100°C). Observar la variación de su longitud al calentarla en el medio líquido, a un gradiente uniforme de temperatura, y determinar la temperatura a la cual inicia su encogimiento. Para la preparación de la muestra Se extraen las muestras o probetas una vez que hayan sido acondicionadas en la atmósfera normal de acondicionamiento, de acuerdo a la Norma INEN 553.

- Cortar las muestras o probetas rectangulares de 13 mm x 75 mm, las mismas que no deben tener fallas, por causas mecánicas, de acuerdo a la Norma INEN 551.
- Para la realización del ensayo de se debió introducir, en el medio líquido contenido en el vaso (V), el agitador (A), el calentador (C) y el termómetro (T); ajustar la temperatura a $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- Ensayar 2 probetas o muestras como mínimo, sin acondicionarlas antes del ensayo. Fijar la probeta o muestra en la mordaza inferior (M2) y ajustar la mordaza superior móvil (M1) a una distancia de 65 mm sobre la fija (M2).
- Conectar la mordaza móvil (M1) con el dispositivo indicador (D) y sumergir la probeta sujeta entre las dos mordazas completamente en el medio líquido y poner en marcha el agitador. Dejar que el líquido penetre en la probeta.
- Colocar el contrapeso (P) y ajustar el cero u otro punto de referencia del dispositivo indicador (D). Agitando permanentemente, calentar de modo que la temperatura aumente de 3 a $5^{\circ}/\text{min}$. Leer la temperatura del medio líquido en $^{\circ}\text{C}$, en el instante en que la probeta empieza a contraerse, después de un hinchamiento preliminar.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO

a. Por efecto del tipo de curtiembre

Los valores determinados por la resistencia a la tensión de los cueros caprinos no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$); entre medias de los tratamientos por efecto de los diferentes tipos de curtiembre (vegetal versus mineral), sin embargo de carácter numérico se aprecia las respuestas más altas en las pieles a las que se aplicó una curtiembre con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que las medias fueron de $333,24 \text{ N/cm}^2$; en comparación con los resultados reportados al curtir las pieles con sulfato de cromo (T2), ya que reportaron medias de $284,45 \text{ N/cm}^2$; como se reporta en el cuadro 5, y se ilustra en el gráfico 2, por lo tanto se aprecia superioridad de orden numérico al curtir los cueros caprinos con curtiembre vegetal.

Lo que puede ser corroborado con las apreciaciones de Mongil, J. (2000), quien manifiesta que la tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas. Los taninos se emplean como curtiembres de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros, ya que no producen contaminación, y eleva el grosor de la piel, de tal manera que lo hace más resistente. Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas, para reforzar la estructura de la piel y proporcionar mayor resistencia a la tensión del cuero. Se utiliza para todo tipo de pieles como pueden ser ovinas y caprinas con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características

Cuadro 5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO.

VARIABLE	TIPO DE CURTIENTE		EE	Prob.
	Poli fenoles vegetales T1	Sulfato de Cromo T2		
Resistencia a la tensión, N/cm ² .	333,24 a	284,45 a	27,21	0,217
Porcentaje de elongación, %.	72,12 a	66,33 a	4,35	0,356
Temperatura de encogimiento, C.	92,86 a	86,71 b	0,43	0,0001

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

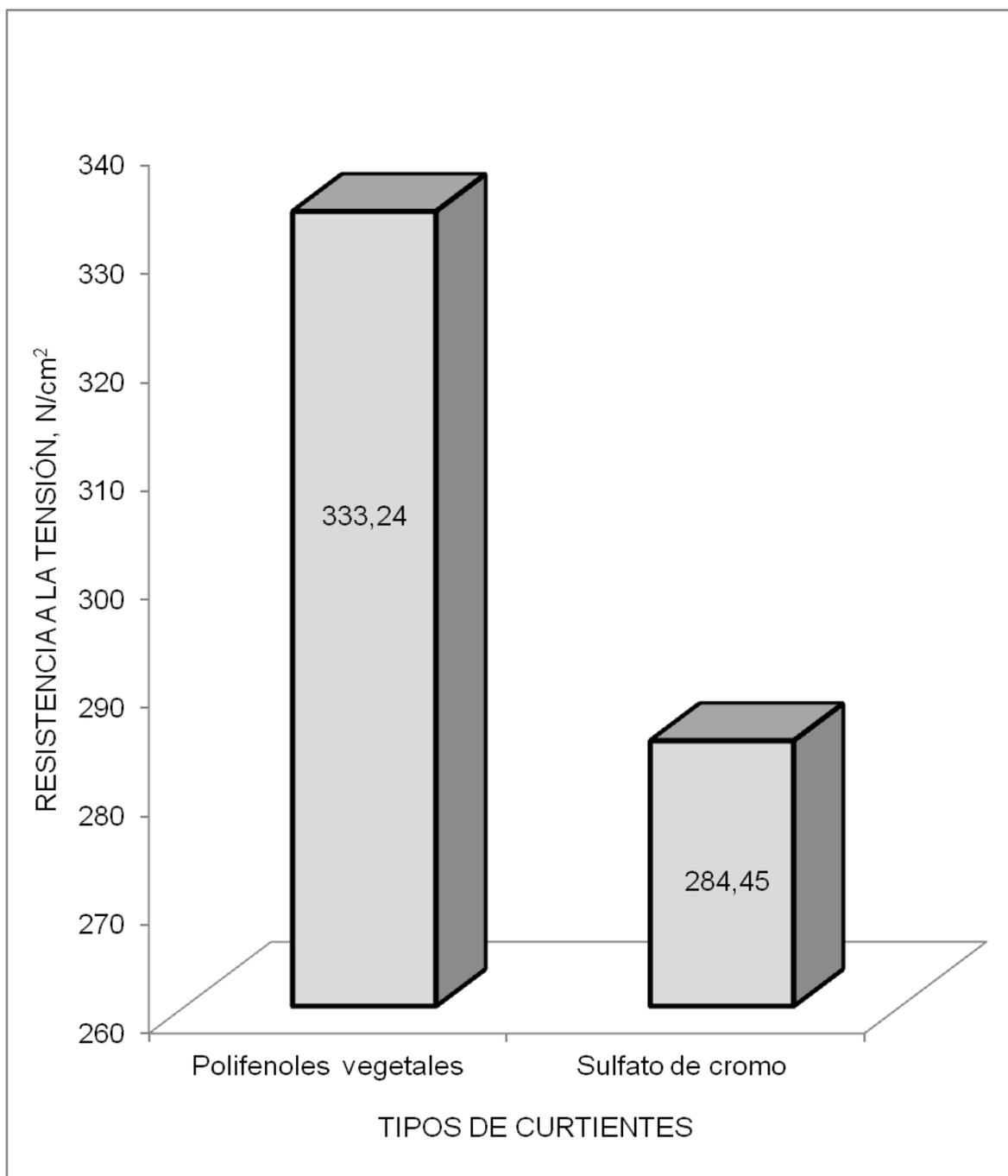


Gráfico 2. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo).

de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean, para lo cual las pieles son seleccionadas exclusivamente según las mejores procedencias y son tratadas con extractos vegetales como es el caso de la tara y productos ecológicos, por lo que están exentas de cromo ya que la contaminación de este tipo de curtición es expresada como DBO y DQO, y si es muy elevada puede resultar en daño a la fauna del medio receptor.

Los resultados de resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara son superiores al ser comparados con las exigencias de calidad de la Asociación Española de la Industria del Cuero que en su norma técnica IUP 8, (2002), infiere como mínimo permitido 150N/cm^2 , antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero, así como también son elevados al ser cotejados con las respuestas de Cando, D. (2012), quien al realizar el recurtimiento de pieles caprinas con la utilización de diferentes niveles de recurtiente vegetal guarango reporto que con el 6% de (T1), se consigue una resistencia a la tensión del $164,78\text{ N/cm}^2$, razón por la cual se aprecia que este tipo de curtición es más aconsejable y sobre todo contamina menos los efluentes.

b. por efecto de los ensayos

La resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidas con diferentes tipos de curtición vegetal (tara) o mineral (cromo), reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, registrándose por lo tanto en la separación de medias de acuerdo a Duncan, las respuestas más altas en las pieles del segundo ensayo ya que las medias fueron de $365,34\text{ N/cm}^2$; y que desciende a $252,35\text{ N/cm}^2$, de acuerdo a lo expuesto anteriormente se observa que en las pieles del segundo ensayo reportaron una mejor resistencia física de tensión, como se ilustra en el gráfico 3. Por lo tanto se puede afirmar que el material producido logrará resistir las fuerzas externas a las que está expuesto el cuero en el momento del armado del calzado así como también al deformarse cuando se realiza el movimiento del caminar.

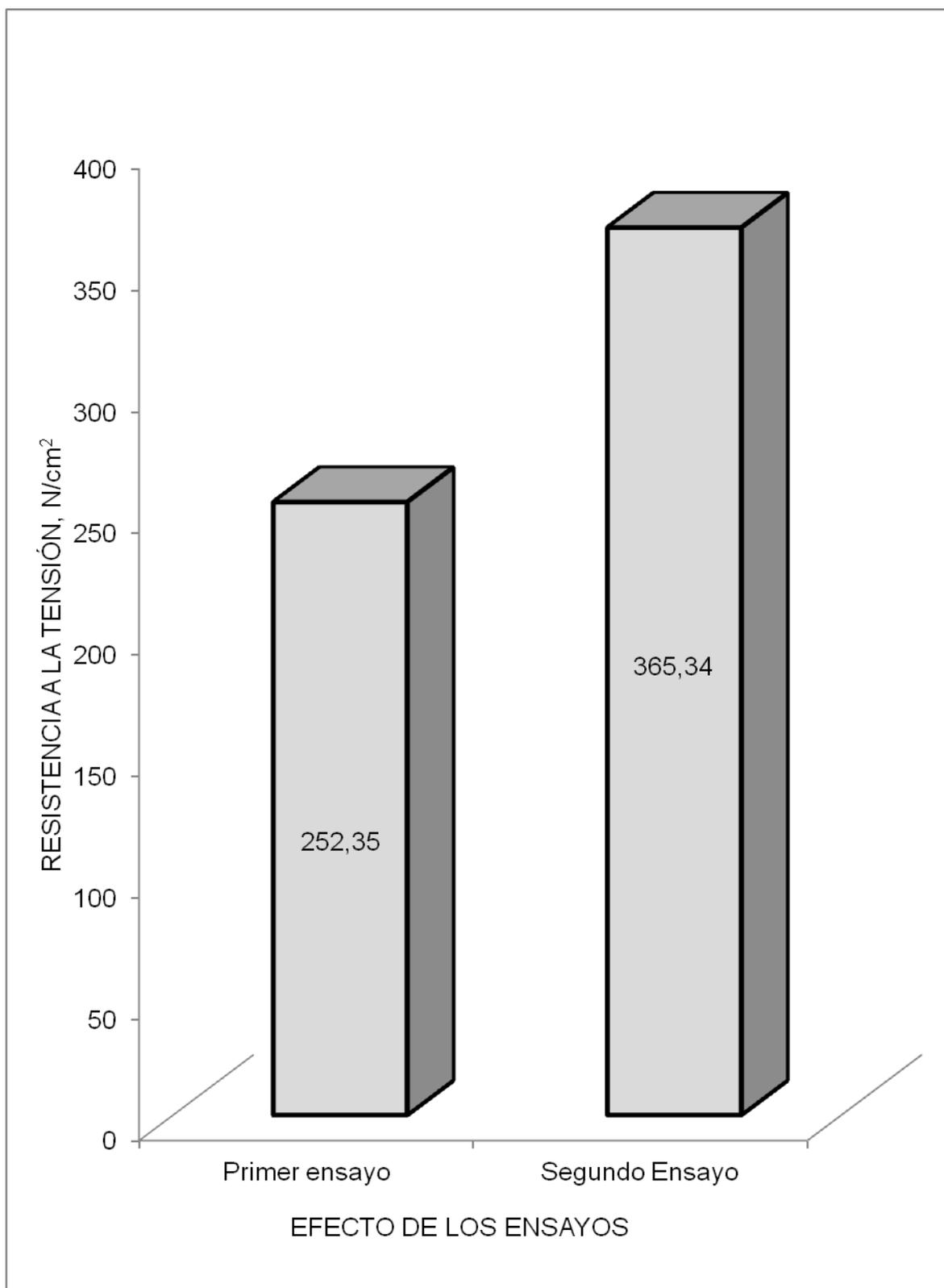


Gráfico 3. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

Al existir diferencias estadísticas entre ensayos, se está confirmando lo que indica <http://www.ehowenespanol.com>.(2014), que la piel de los animales es un material heterogéneo, su calidad depende de muchos factores que no tienen que ver con el tipo de curtición sino más bien de la procedencia, la conservación, ataques bacterianos, entre otros, y para el caso de la presente investigación como el sorteo es aleatorio se observa que al azar le correspondió al primer ensayo las pieles que absorben mejor el curtiente vegetal para mejorar la resistencia a la tensión. Además es necesario tomar en cuenta que la piel separada del animal debe ser lavada tan pronto como sea posible, pues la suciedad (estiércol, restos de pelo, grasas, entre otros), y sangre del suelo de los mataderos producen rápidas contaminaciones bacterianas capaces de provocar un deterioro tan grande que nunca se pueda obtener de ella un cuero de calidad sobre todo en lo que tiene que ver con las resistencias físicas. Sin embargo al comparar los resultados de los dos ensayos y compararlos con las exigencias de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero que en su norma Técnica IUP 8 (2002), infiere un mínimo de 150 N/cm^2 , se aprecia que en los dos ensayos se supera ampliamente con estas exigencias de calidad.

c. Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los ensayos

La evaluación de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos registró diferencia estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes (vegetal versus mineral), y los ensayos consecutivos, por lo que la separación de medias según Duncan, reporta las respuestas más altas al trabajar con una curtición con tara en el primer ensayo (T1E1), ya que las medias fueron $416,27 \text{ N/cm}^2$, seguida de los resultados obtenidos al aplicar una curtición con sulfato de cromo en el segundo ensayo ya que las medias fueron de $352,06 \text{ N/cm}^2$, a continuación se ubicaron los registros de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos en forma vegetal del segundo ensayo (T1E2), con medias de $314,42 \text{ N/cm}^2$, mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en los cueros a los que se aplicó una curtición mineral (cromo), , en el primer ensayo ya que las medias fueron de $152,64 \text{ N/cm}^2$, como se ilustra en el gráfico 4.

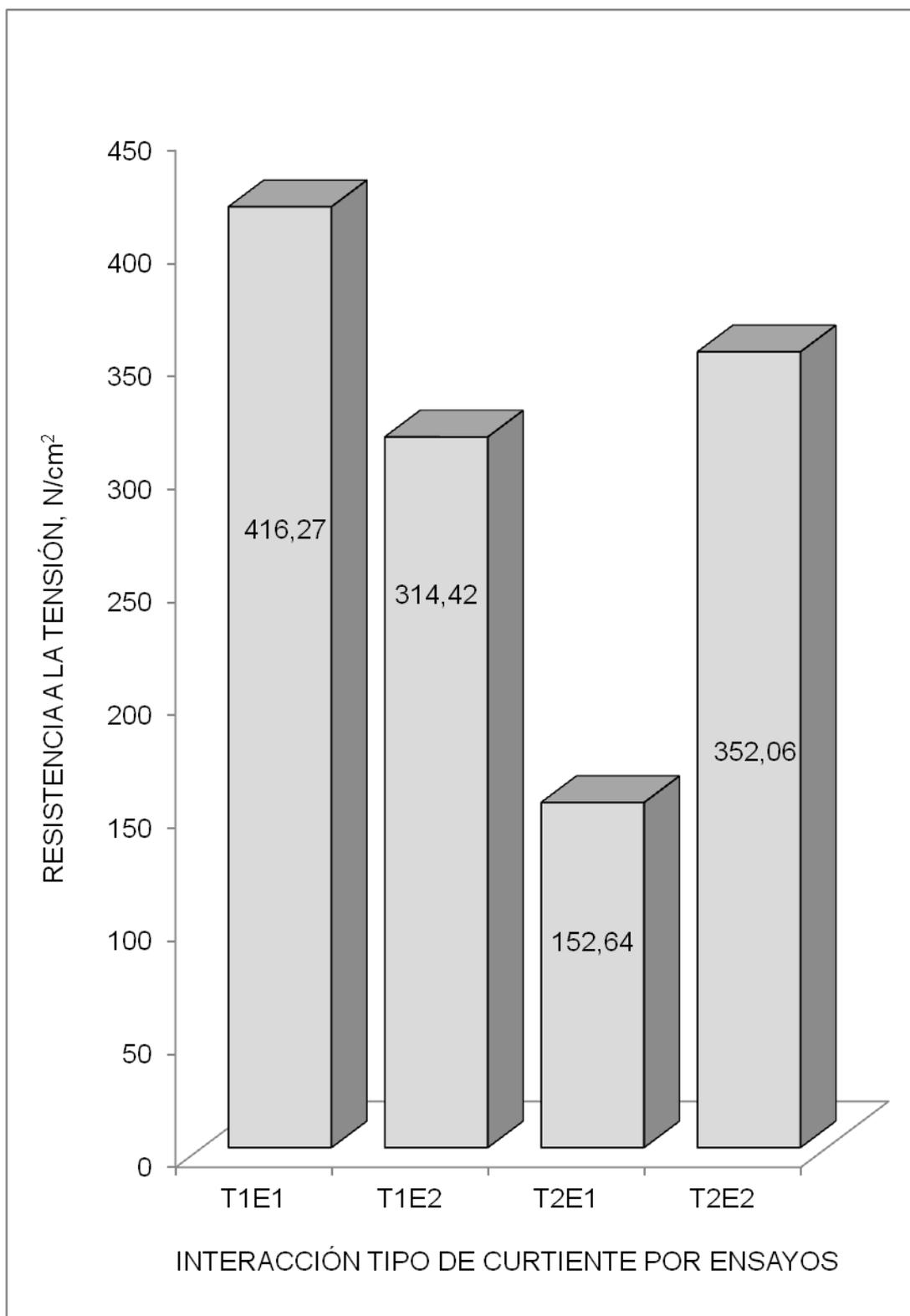


Gráfico 4. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos.

Al respecto en el sitio web <http://es.silvateam.com>.(2014), se indica que La transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo es un proceso que solo se da lentamente en tambores de madera, al tiempo que se respeta el medioambiente. Es un proceso increíble, basado en el uso de taninos naturales, tecnologías y máquinas modernas, pero sobre todo, el lento transcurrir del tiempo. Entre los varios métodos de curtición, el vegetal es el que emplea los taninos como la tara, que es el más clásico, tradicional y reconocido; el único que puede otorgar al cuero sus características únicas; el más natural y el más amigable con el medioambiente, es decir que se puede reciclar No son los mismos durante toda su vida útil, sino que cambian permanentemente para mejorarse. Es capaz de hacer converger en un mismo producto las características de confort, apariencia, estilo, tradición, exclusividad y versatilidad. Además los colores que produce el curtido vegetal con tara son tonos ricos y cálidos que lucen completamente naturales, por ende son más valiosos, y se venden a un precio más alto, comparado con los cueros curtidos al cromo.

2. Porcentaje de elongación

a. Por efecto del tipo de curtiente

Los resultados del porcentaje de elongación de los cueros caprinos, no registraron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en las pieles curtidas con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia Spinosa*, (T1), ya que las medias fueron de 72,12%; que son superiores en comparación a los resultados reportados en los cueros curtidos con sulfato de cromo (T2),ya que las medias fueron de 66,33%; como se ilustra en el gráfico 5, por lo tanto se aprecia que para conseguir que el cuero se alargue o distienda, con mayor facilidad es conveniente curtir los cueros caprinos un curtiente vegetal como es la tara.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Soler, J. (2005), quien indica que la curtición vegetal es un proceso que permite dar color, elasticidad y resistencia

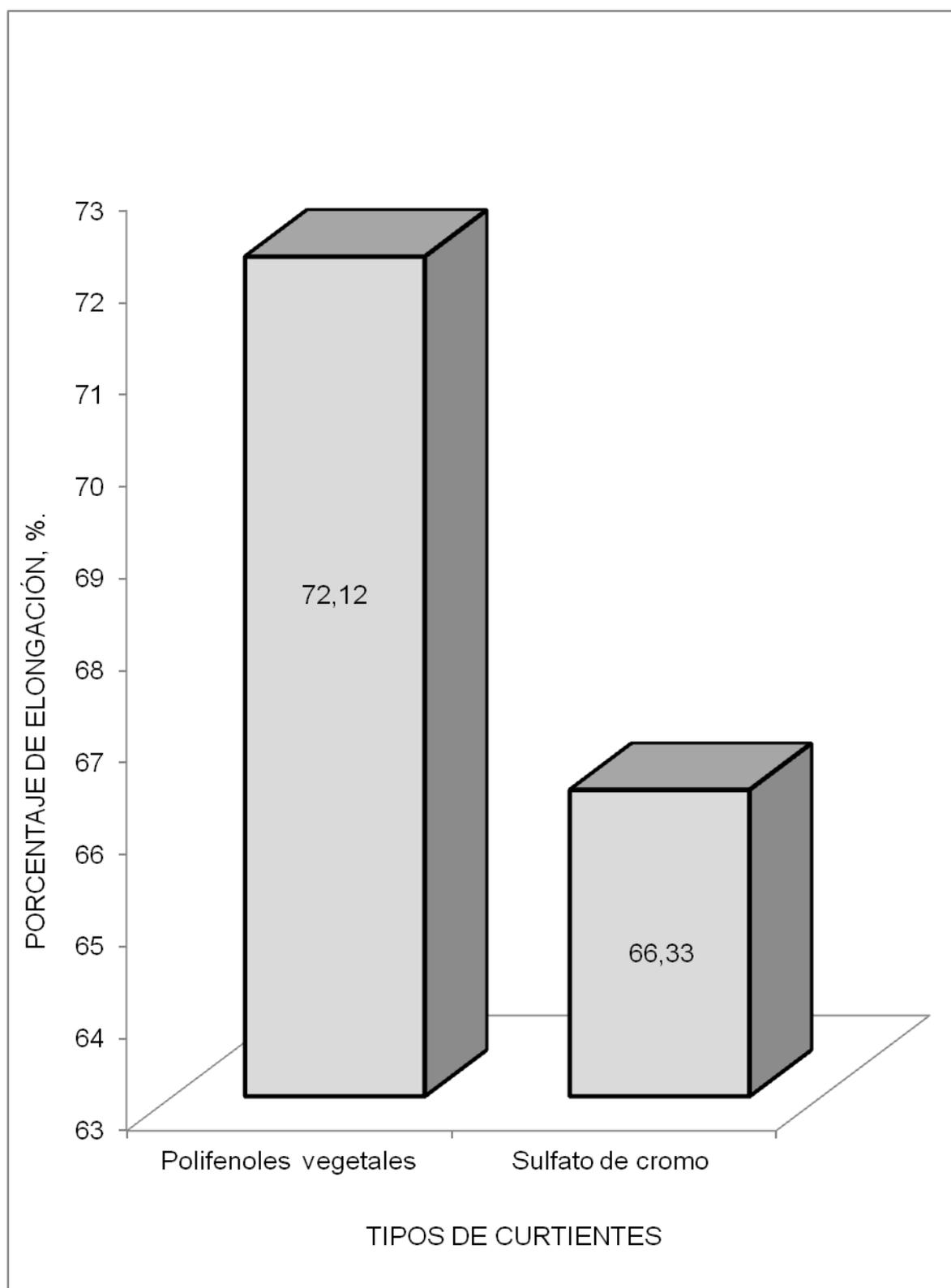


Gráfico 5. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo).

al cuero a través del uso de extractos vegetales. El cuero vegetal se curte usando tanino como el que procede la tara, y otros ingredientes de origen vegetal. El resultado es un cuero suave y de color marrón; el tono varía dependiendo de la mezcla de ingredientes empleado en el curtido y del color original de la piel. El tanino se oxida con el aire y la luz, por lo que un cuero curtido con materiales vegetales irá oscureciéndose con el tiempo de forma similar a una pieza de madera, solo que más rápidamente. Cuando se realiza una curtición vegetales se debe procurar que penetre la solución curtiente hacia el interior de la piel, en forma homogénea y así permitir que las fibras del entretejido fibrilar se deslicen fácilmente entre ellas y se aumente su elasticidad para que tenga lugar la fijación del tanino sobre el colágeno.

Los valores reportados se encuentran dentro de los rangos permisibles de la Norma Técnica IUP 6 (2001), que infiere que el porcentaje de elongación deberá estar entre 40 y 80% para considerar cueros que superen las exigencias de calidad de una materia prima como es el calzado cuyas prestaciones son altas ya que artesanos requieren de una material muy moldeable, pero que no se deforme pues provocaría el envejecimiento prematuro, ya que se produce rompimiento del entretejido fibrilar.

b. Por efecto de los ensayos

Los valores medios determinados por el porcentaje de elongación de los cueros caprinos curtidos con diferentes tipos de curtientes (poli fenoles vegetales versus sulfato de cromo), no reportaron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de los ensayos consecutivos, sin embargo e carácter numérico se aprecia cierta superioridad en los cueros del primer ensayo ya que las medias fueron de 69,42% ; en comparación de los resultados que se establecieron en los cueros del primer ensayo con un porcentaje de elongación medio de 69,04%; como se reporta en el cuadro 6, y se ilustra en el gráfico 6, determinándose por lo tanto que las pieles que de carácter numérico presentaron mayores resultados fueron las del primer ensayo.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	POR EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Prob.
	Primer ensayo	Segundo ensayo		
	E1	E2		
Resistencia a la tensión, N/cm ²	252,35 a	365,34 b	27,21	0,0072
Porcentaje de elongación, %.	69,42 a	69,04 a	4,35	0,95
Temperatura encogimiento, C.	88,79 b	90,79 a	0,43	0,0031

EE: error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

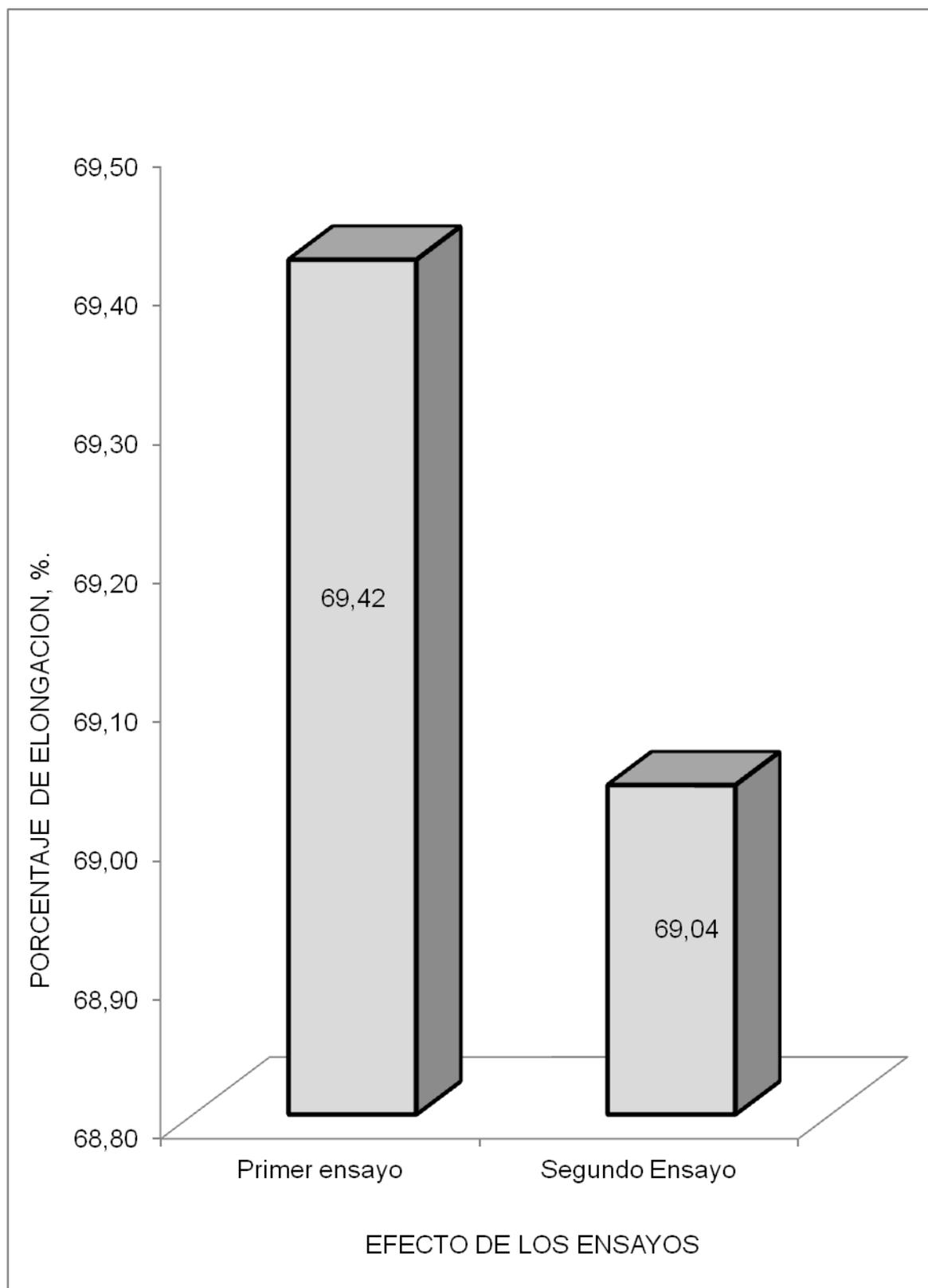


Gráfico 6. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizará para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación, como es de 40 a 80%.

c. Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los ensayos

La evaluación de los resultados reportados por el porcentaje de elongación de los cueros caprinos, no determino en el análisis de varianza diferencias estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre las diferentes tipos de curtición y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad al utilizar poli fenoles vegetes de ya que las medias fueron de 78,23% y que desciende a 72,82; correspondiente a las pieles curtidas con sulfato de cromo en el primer ensayo; a continuación se ubican los registros obtenidos al curtir con curtiente vegetal en el primer ensayo ya que las medias fueron de 66,02%, mientras tanto que las respuestas menos eficientes de carácter numérico se aprecia en los cueros curtidos con sulfato de cromo en el segundo ensayo con promedios de 59,84%, como se ilustra en el gráfico 7.

Sin embargo se aprecia que el porcentaje de elongación al comparar una curtición vegetal versus una curtición con sulfato de cromo supera con las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero que en su norma técnica IUP 6, que infiere limites que van del 40 al 80% para pieles destinadas a la confección de calzado, que son requerimientos que deben ser tomados en cuenta ya que es una prenda que entra en contacto directo con el pie; y si se produce un cuero con muy poca elongación se producirá molestias al caminar que terminaran en daños para la salud del usuario, ya que el cuero no se estirara para dar facilidad al deslizamiento.

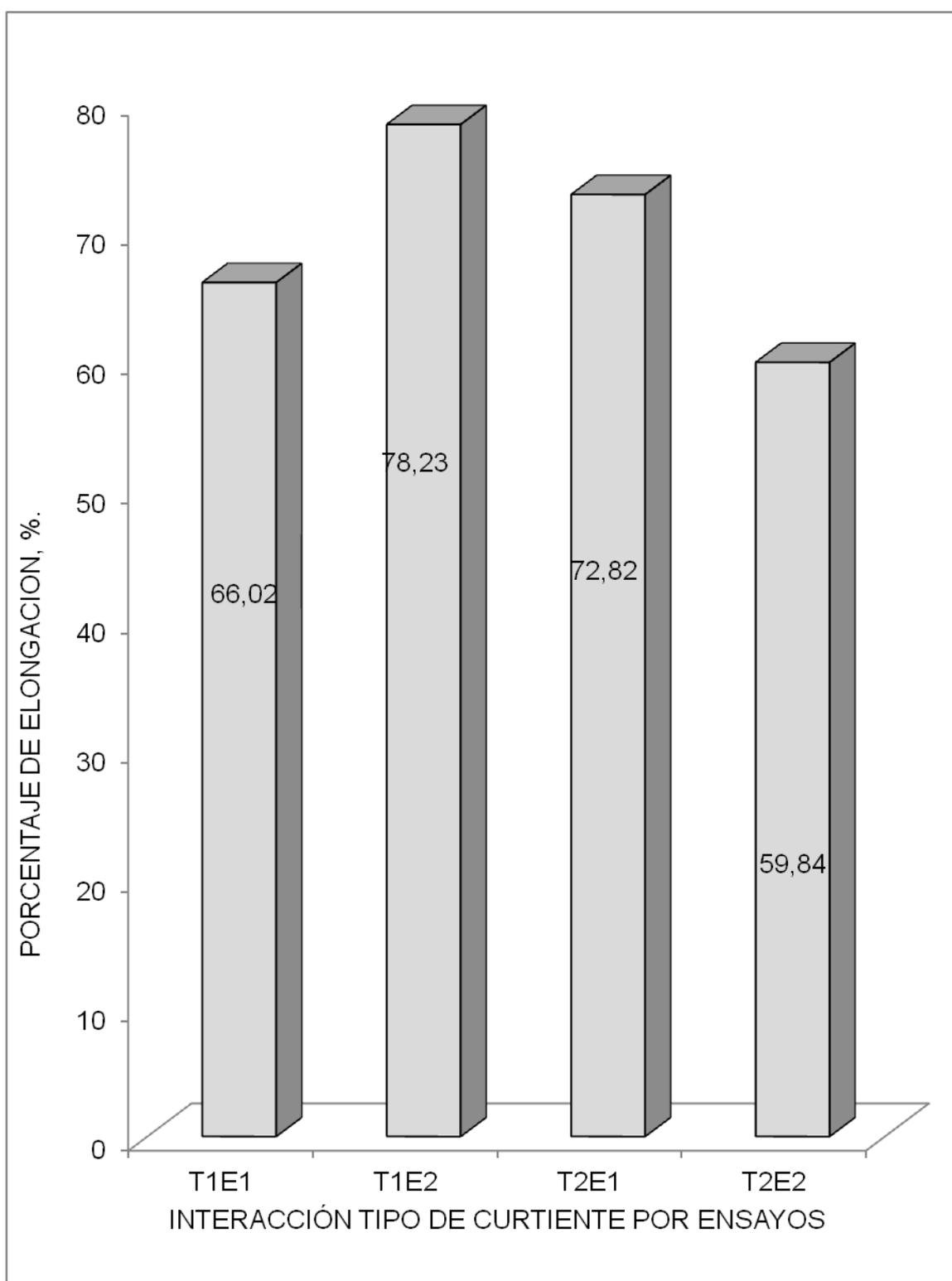


Gráfico 7. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo), y los ensayos.

3. Temperatura de encogimiento

a. Por efecto del tipo de curtiente

Al realizar el análisis de varianza de la temperatura de encogimiento de los cueros caprinos se determinó diferencias altamente significativas entre medias de los tratamientos por efecto de la comparación entre una curtición vegetal con una curtición mineral, observándose por lo tanto que los resultados más altos según Duncan en los cueros del tratamiento T1 (poli fenoles vegetales de la tara), ya que las medias fueron de 92,86 °C, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en los cueros curtidos con sulfato de cromo ya que las medias fueron de 86,71°C como se observa en el gráfico 8.

La temperatura de encogimiento es aquella a la cual se produce un encogimiento perceptible al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso, después de experimentar un hinchamiento, por lo tanto es recomendable que el cuero soporte mayor temperatura, es decir la temperatura de contracción o encogimiento mide la estabilidad térmica de la estructura fibrilar del cuero, la temperatura de contracción adecuada para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería y confección es de 80 a 85 °C, por lo tanto se aprecia en la respuestas que al aplica poli fenoles vegetales se cumple con este requerimiento. Este ensayo se puede utilizar en cualquier tipo de cuero cuya temperatura de contracción sea inferior a 100 °C. Si una tira de cuero se calienta en agua, tiene lugar una súbita contracción a una temperatura que es característica de la curtición. El cambio de propiedades bajo la influencia de las condiciones climáticas alternas y especialmente bajo la influencia del calor seco restringe la utilidad de cuero. Esto incluye la pérdida de superficie, pérdida de blandura, el desarrollo de estrés en condiciones isométricas y la degradación de la estructura molecular.

De acuerdo a investigaciones realizadas se sabe, que existen grandes diferencias en la estabilidad dimensional de los cueros curtidos al cromo y los cueros curtidos

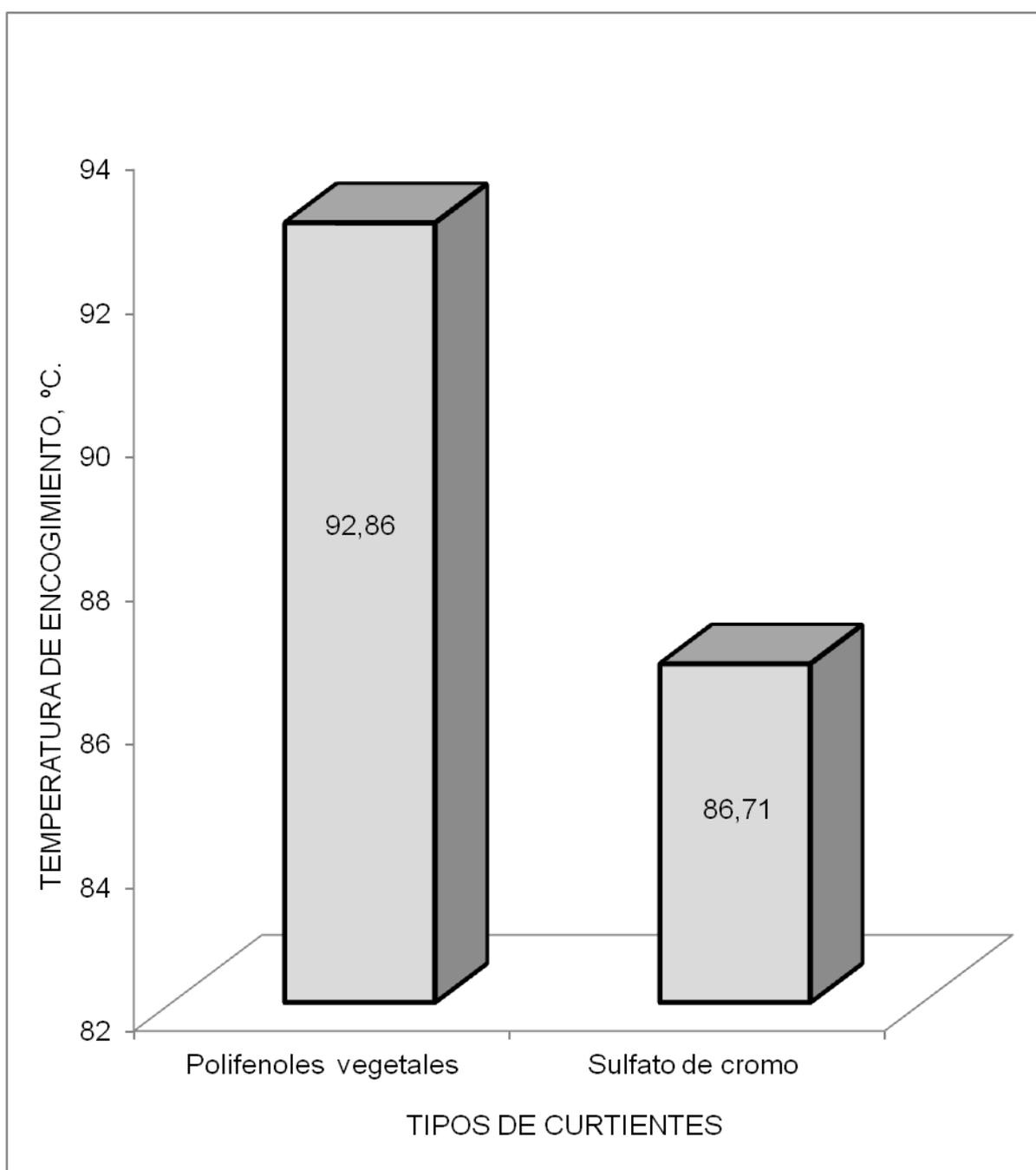


Gráfico 8. Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo).

al vegetal, Scheibe y Wolf midieron por primera vez las tensiones del cuero al cromo observadas durante los cambios climáticos, así como que analizaron el espesor, la masa y la rigidez al doblado antes y después del tratamiento en las pruebas del cambio climático. Sus resultados demostraron que las tensiones del cuero mantenían un aumento isométrico con el número creciente de los ciclos climáticos alternantes. El grueso, así como la masa varían con la humedad del clima aplicado y la rigidez aumenta al aumentar el número de ciclos, incluso a temperaturas superiores a 60 °C, el cuero difiere en su sensibilidad frente al calor en función del tipo de curtido y al clima a que es expuesto. A la misma temperatura, el cuero libre de cromo o con una curtición vegetal es más estable en condiciones secas, mientras que la piel curtida al cromo muestra una mayor estabilidad (medido como rigidez a la flexión) a una humedad elevada.

b. Por efecto de los ensayos

La variable temperatura de encogimiento de los cueros caprinos a los que se aplicó diferentes tipos de curticiones reportaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, por lo que se aprecia que en los cueros del segundo ensayo se alcanzó una mayor temperatura de encogimiento y que corresponde a 90,79°C, en comparación con la temperatura alcanzada en los cueros del primer ensayo que fue inferior ya que las medias fueron de 88,79°C, por lo tanto se observa de acuerdo a la ilustración del gráfico 9, que los cueros al vegetal alcanzan una mayor temperatura antes de producirse un deterioro de las resistencias del cuero es decir una contracción demasiado fuerte, que llegaría inclusive a la descartico .

Es necesario recordar que la investigación se la realizó en un ambiente controlado por lo tanto se afirma que las diferencias estadísticas encontradas solo pueden ser efecto de la calidad de la materia prima, para lo cual influye hecho de que el cuero provenga de animales, dotados de espíritu e identidad y muy cercanos al hombre, lo convierte en un material verdaderamente complejo, exótico y de una gran sensualidad, más allá de sus cualidades físicas. Descubrir, explotar y valorar estas cualidades simbólicas, sociales y ancestrales es lo que permite ahondar en

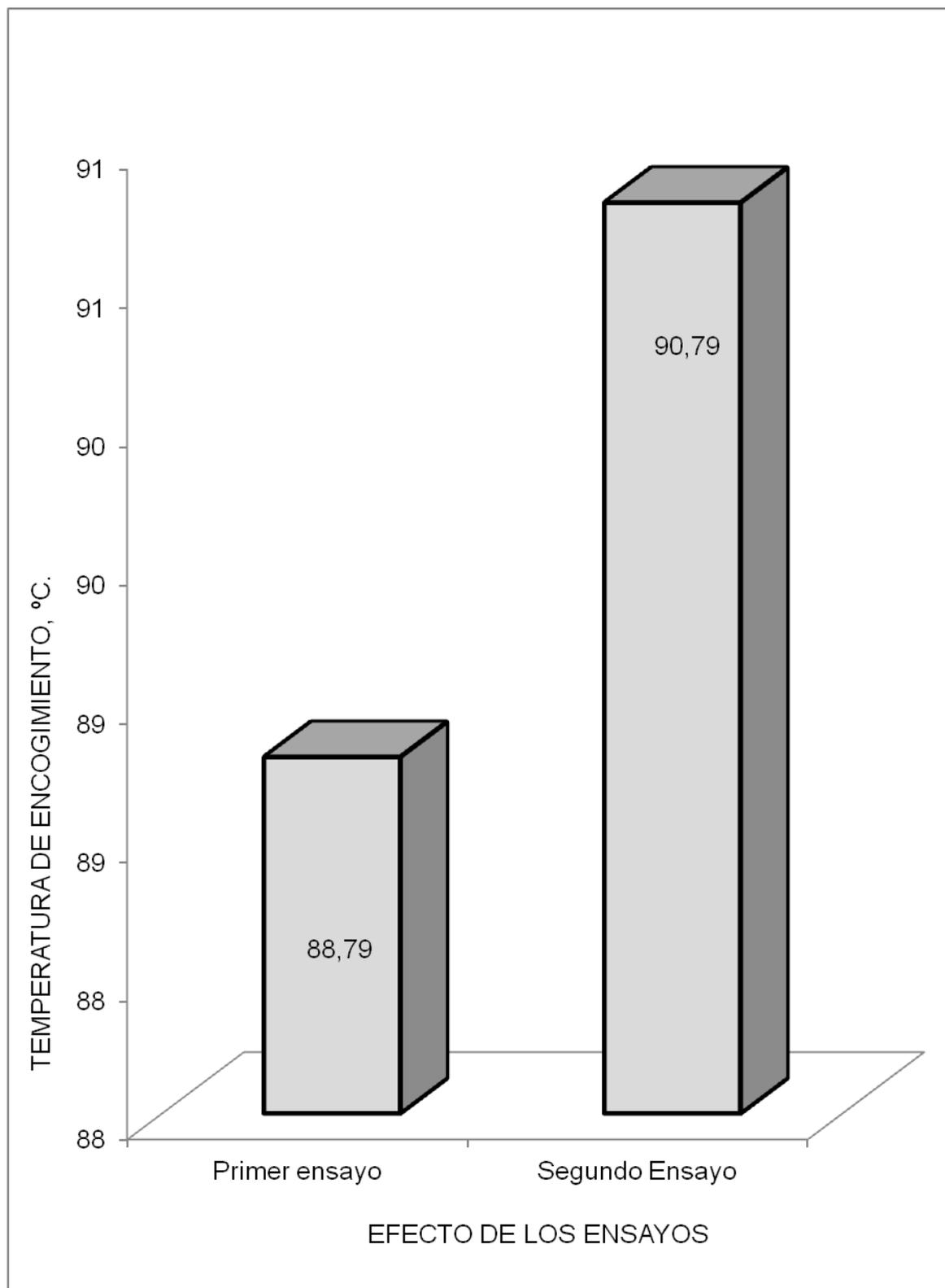


Gráfico 9. Temperatura de encogimiento de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

lo que sucede más allá de lo exclusivamente material y tecnológico. Los parámetros de calidad en este sentido tienen que ver con la variedad y calidad de texturas y colores al igual que mejoras en el comportamiento físico y mecánico (elasticidad, respirabilidad, mantenimiento, durabilidad, etc.).

Algunos de los variables físicos de producción en curtiembre incluyen; la capa (pelo, flor, descarne, etc.), el color, la densidad, dureza, el espesor, la parte del cuerpo (espalda, panza, culata, cogote, etc.), la textura y el aroma. Estas variables inciden directamente en el comportamiento del material, incluyendo su caída, su capacidad térmica, su resistencia a la punción, tracción y abrasión, su resistencia al agua y su respirabilidad.

c. Por efecto de la interacción entre tipo de curtiente por ensayos

Los valores medios determinados por la temperatura de encogimientos de los cueros caprinos reportaron diferencias altamente significativas por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes y los ensayos consecutivos, por lo tanto al realizar la separación de medias según Duncan se aprecia las respuestas más altas al utilizar una curtición con poli fenoles vegetales en el primer ensayo ya que las medias fueron de 93,14°C, seguido de las respuestas alcanzadas en los del tratamiento en mención pero en segundo ensayo ya que las medias fueron de 92,57 °C, ubicándose a continuación los resultados alcanzados en los cueros curtidos con sulfato de cromo en el segundo ensayo ya que las medias fueron de 89°C, mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportado en el cuero caprino curtido con poli fenoles vegetales en el primer ensayo con medias de 84,43°C, como se reporta en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 10.

De acuerdo a los resultados reportados se aprecia que los cueros con mejor temperatura de contracción se registran al utilizar una curtición vegetal en el segundo ensayo ya que 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

Cuadro 7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS, POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES (POLI FENOLES VEGETALES VS SULFATO DE CROMO) Y LOS ENSAYOS.

VARIABLE	INTERACCIÓN TIPOS DE CURTIENTE POR ENSAYOS								EE	Prob.	Sign.
	Poli fenoles vegetales		Poli fenoles vegetales		Sulfato de cromo		Sulfato de cromo				
	primer ensayo	segundo ensayo	primer ensayo	segundo ensayo	primer ensayo	segundo ensayo	primer ensayo	segundo ensayo			
Resistencia a la tensión, N/cm ² .	416,27	b	314,42	b	152,64	b	352,06	a	38,48	0,0007	**
Porcentaje de elongación, %.	66,02	a	78,23	a	72,82	a	59,84	a	6,15	0,58	ns
Temperatura encogimiento °c.	93,14	a	92,57	b	84,43	c	89,00	c	0,61	0,0003	**

EE: error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

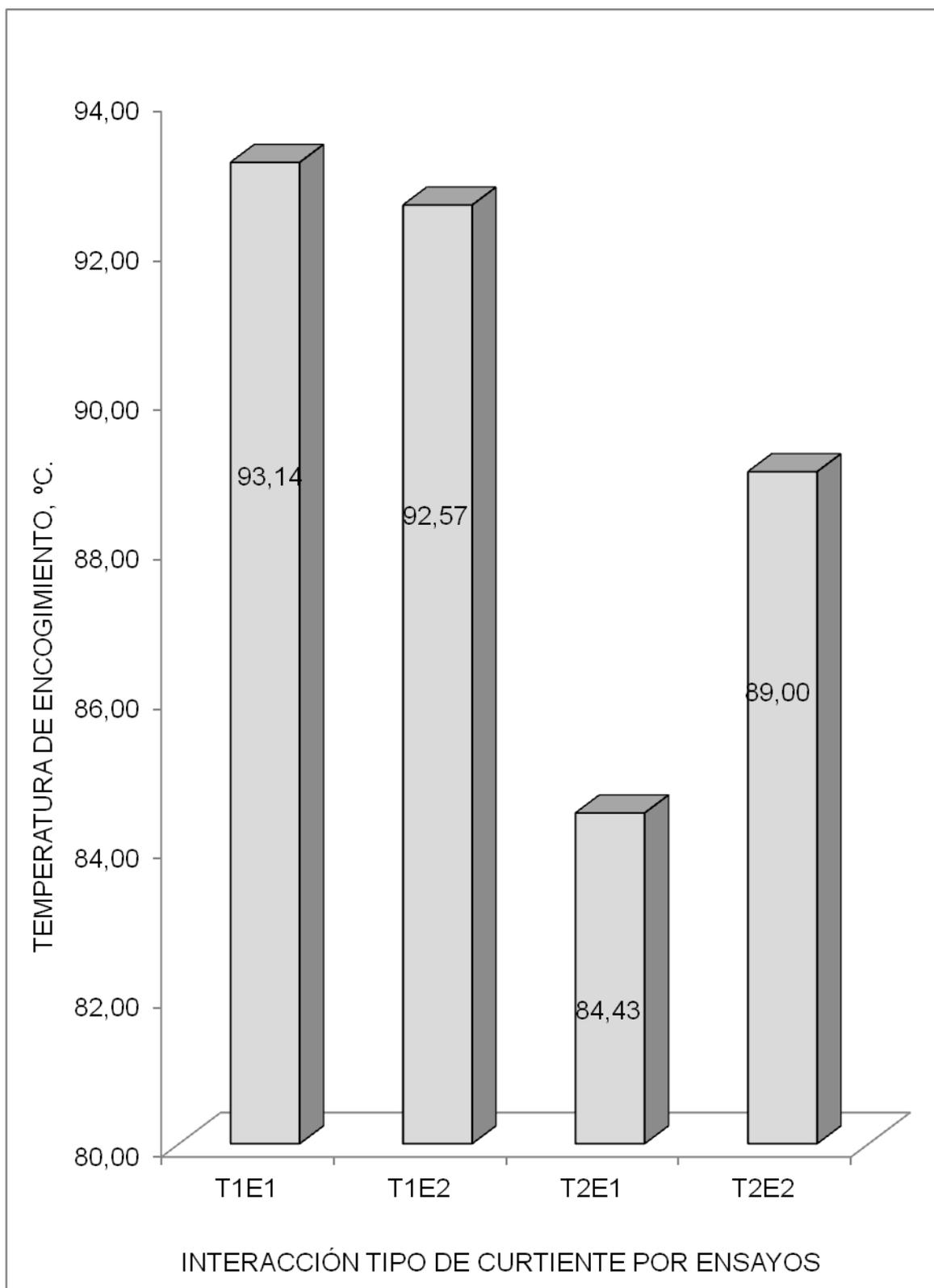


Gráfico 10. Resistencia a la tensión de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos

es más alta que la conseguida con cualquier otro tanino vegetal. Mezclado con otros extractos, la tara en polvo se presta bien para el curtido de pieles de Camello, cabra, reptil y para el recurtido de toda clase de curtidos al cromo, ya bien sean para plena flor ó corregida, principalmente para tonos claros ó pastel, Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos a dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, ya que de acuerdo al tipo de curtiente se puede pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados y puente de hidrógeno, por uniones bipolares, que hacen del cuero un material muy resistente a temperaturas antes de contraerse la superficie.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO

1. Llenura

a. Por efecto de los tipos de curtiente

En la valoración sensorial se aprecia para la variable llenura se reportaron diferencias altamente significativas según el criterio Kruskall Wallis, por lo que al realizar la separación de medias se aprecia los resultados más altos en los cueros caprinos a los que se aplicó una curtición con poli fenoles vegetales de la Tata (T1), ya que las medias fueron de 4,50 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), como se ilustra en el gráfico 12, en comparación con los resultados establecidos en los cueros curtidos con sulfato de croo que reportaron una llenura de 3,0 puntos que al ser ponderada en la escala antes mencionada le corresponde a una calificación de buena, como se reporta en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 11.

De acuerdo a los reportes antes mencionados se aprecia que un cuero absorbe de forma homogénea el curtiente sin producirse sobrecarga del tejido fibrilar ni

Cuadro 8. CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO.

VARIABLE	TIPO DE CURTIENTE		Media	EE	Prob.	Sign.
	Poli fenoles vegetales T1	sulfato de cromo T2				
Llenura, puntos.	4,50 b	3,00 a	3,75	0,2	0.0001	**
Finura de flor, puntos.	3,14 a	4,57 b	3,86	0,15	0.0001	**
Plenitud, puntos.	3,50 a	4,71 b	4,11	0,18	0,001	**

EE: error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

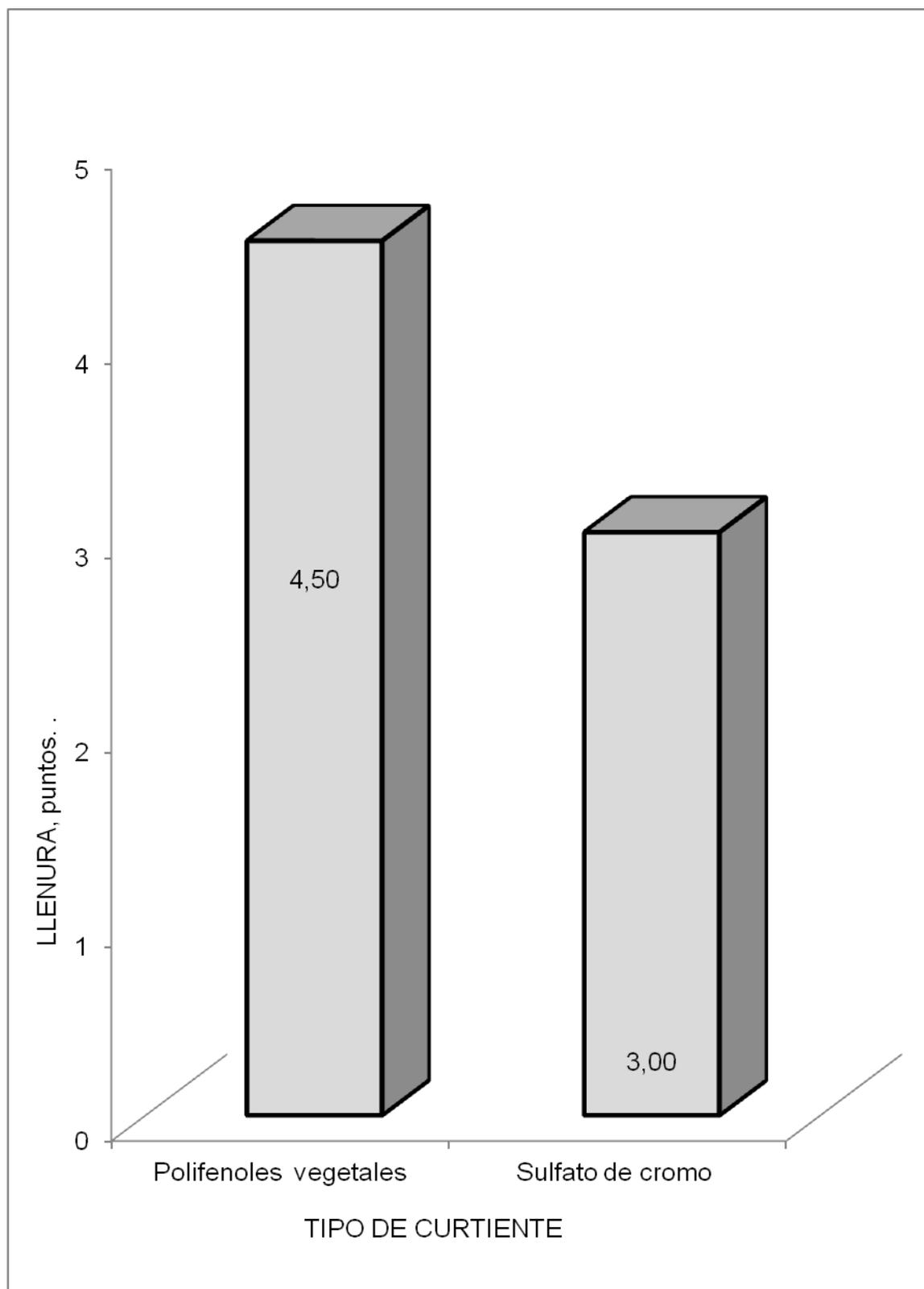


Gráfico 11. Llenura de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).

presentar espacios vacíos al realizar una curtición con taninos vegetales, lo que es corroborado con lo mencionado por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta los cueros curtidos al vegetal son hoy, el centro de un significativo fenómeno de redescubrimiento por parte de los consumidores interesados en productos capaces de conjugar excelentes standards de calidad con características como la total naturalidad de las materias primas y de los procesos de elaboración. Este tipo de curtido, que por un tiempo se volvió marginal por el predominio de las elaboraciones basadas en productos inorgánicos o de síntesis y que emplea procesos transmitidos de generación en generación a través de siglos por maestros artesanos, no se limita hoy a la producción de cueros de capellada y peletería, sino que tiene amplia difusión en aplicaciones como interiores de auto, decoración, peletería e indumentaria. Usos para los cuales, hasta hace algunos años, era común recurrir a tratamientos menos limpios en términos de naturalidad, de riesgos de operación y respeto ambiental. Pero sobre todo el producto de Tara da una solución muy rica en ácidos taninos y especialmente en ácidos gálicos, que tienen un poder de relleno homogéneo, es decir que ocupa todos los espacios del entretejido fibrilar, de manera adecuada para la confección de calzado. Curtir con Tara en polvo da un cuero flexible y claro con buenas resistencias a la luz. En combinación con otros extractos vegetales la resistencia a la luz no es necesariamente mejorada y los colores obtenidos son más limpios.

Los resultados reportados son similares a los registrados por Hidalgo, L.(2013), quien al curtir pieles con extracto de tara obtuvo una media de 4,67 puntos para llenura y calificación excelente; así como también guardan relación con los resultados de Cando, D. (2010), quien al recurtir pieles caprinas utilizando 9% de tara reportó una llenura media de 4,56 puntos y calificación excelente

b. Por efecto de los ensayos

Al realizar la evaluación de la característica sensorial de llenura no se registró diferencias estadísticas ($P < 0.05$), entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, como se ilustra en el gráfico 12, ubicándose únicamente una cierta superioridad numérica en los cueros del segundo ensayo con 3,79 puntos y que

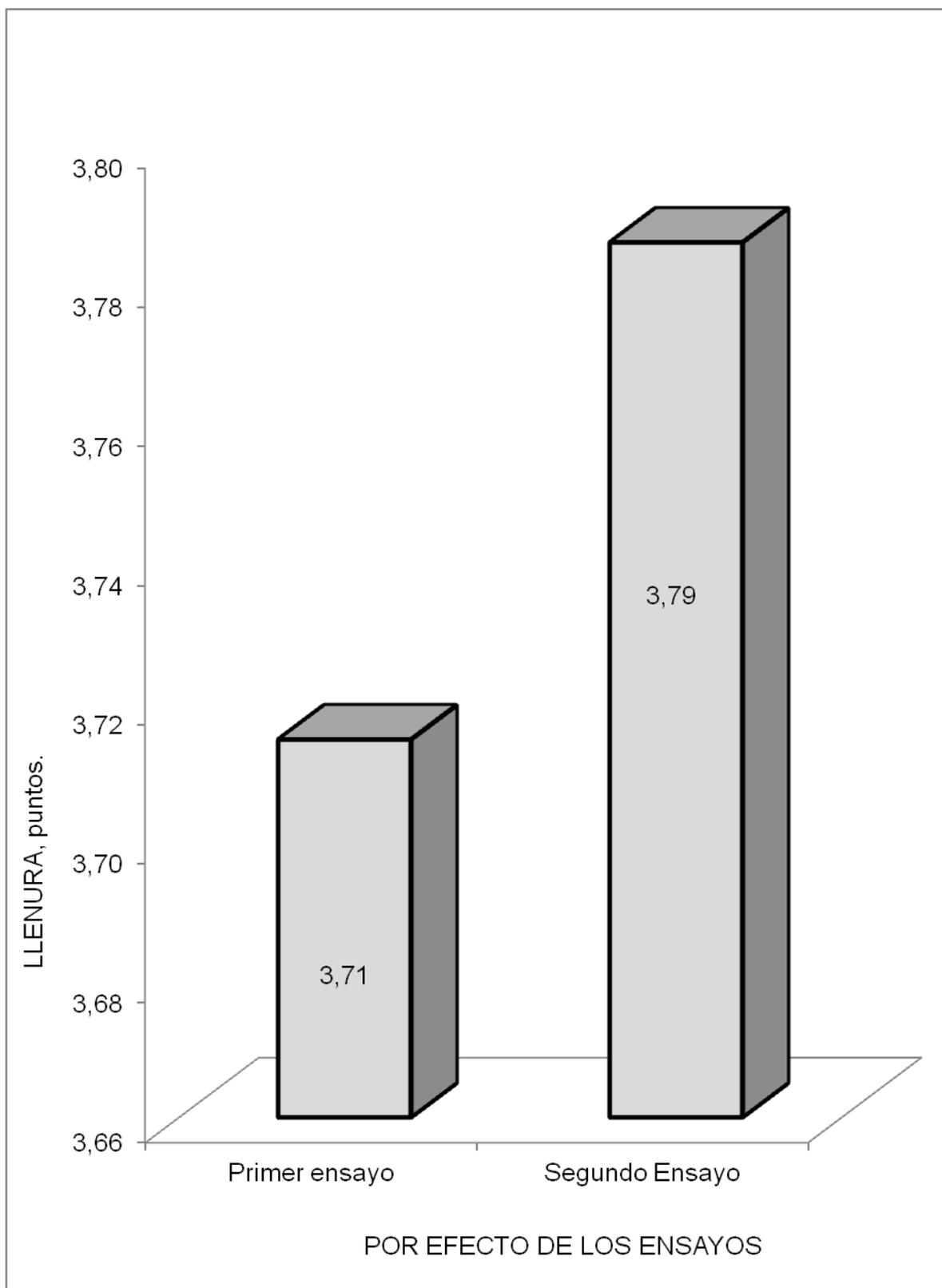


Gráfico 12. Llenura de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

desciende a 3,71 puntos en los cueros del primer ensayo. Reafirmandose que al no existir diferencias estadísticas entre medias los cueros caprinos curtidos con poli fenoles vegetales en comparación de sulfato de cromo, presentan cualidades similares, que es importante ya que el cuero como materia prima en productos considerados “diseñados”, hoy por hoy está limitado a los rubros tradicionales de marroquinería, calzado e indumentaria, guiados comercialmente por las tendencias globales provenientes del mundo de la moda.

En estos casos el rol del cuero se caracteriza y fundamenta en base a sus ventajas funcionales dada su alta resistencia a la tracción y abrasión, capacidad térmica e hidrófugante y su respirabilidad, pero sobre todo su belleza visual que es la que observa el consumidor. Estas ventajas funcionales se suman a las posibilidades del cuero de ser trabajado con métodos de manufactura de relativa baja tecnología y artesanales, en los que la llenura es fundamental para dar la apariencia al artículo final, por lo tanto es muy necesario estandarizar la calidad de la materia prima, para conseguir que la mayor parte de los cueros se encuentren dentro de la clasificación de primera clase y por ende su costo sea más elevado, y sobre todo no existan perdidas por cueros que no llenen los estándares de calidad, de la empresas curtidora.

c. Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los ensayos

La evaluación sensorial de los cueros caprinos determino de acuerdo al criterio Kruskal Wallis que no existen diferencias estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en los cueros curtidos con poli fenoles vegetales del primer ensayo ya que las medias fueron de 4,57 puntos y calificación excelente según la escala de ponderación de Hidalgo, L. (2014), y que desciende a 4,43 puntos en los cueros del tratamiento en mención pero en el segundo ensayo cuyas medias fueron de 4,43 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 13. A continuación se ubicaron las respuestas obtenidas en los cueros curtidos con sulfato de cromo en el segundo ensayo con medias de 3,14 puntos y

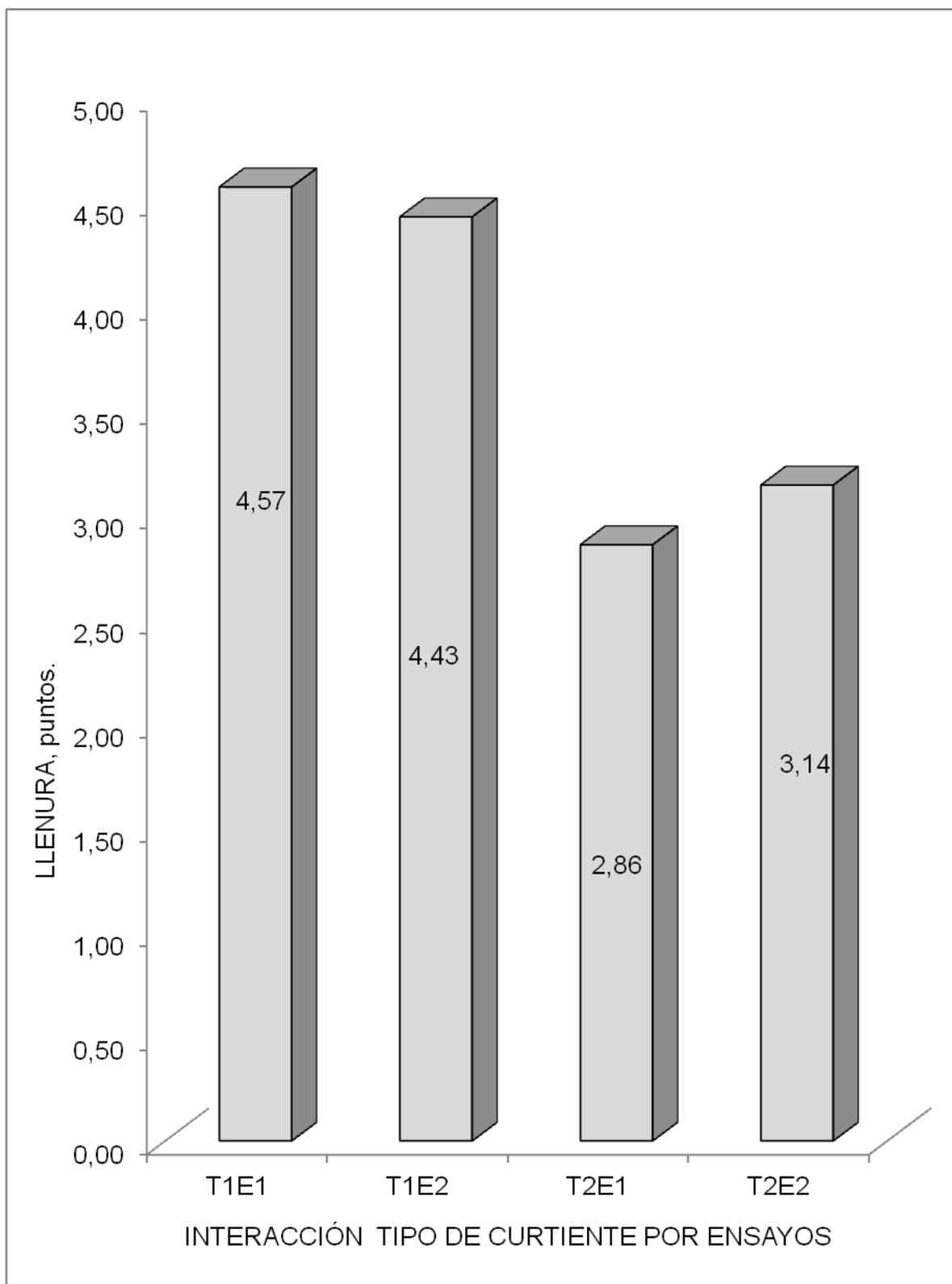


Gráfico 13. Llenura de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes y los ensayos.

condición buena ,finalmente los resultados menos satisfactorio de orden numérico son apreciados en el lote de cueros caprinos curtidos con sulfato de cromo en el primer ensayo ya que las medias fueron de 2,86 puntos y calificación baja.

Al respecto Hidalgo, L.(2014), manifiesta que el curtido vegetal es tan antiguo como la historia misma del hombre y es el que emplea sustancias curtientes vegetales, el componente fundamental de los extractos curtientes es el "tanino", que es capaz de transformar las pieles en cuero. Los taninos son compuestos polifenolicos de gran complejidad que pueden tener composiciones y estructuras muy diferentes dependiendo de su procedencia, lo que los caracteriza es su facilidad de penetración en el entretejido fibrilar rellenándolo pero no sobresaturándoles, ideal para la confección artículos de calzado. El resultado es un cuero suave y de color marrón el único inconveniente es que este tipo de cuero no es estable en el agua, tiende a decolorarse, y si se empapa y se deja secar se endurece y se vuelve más áspero y duro. Sometido a alta temperatura, las fibras de colágeno se contraen, se endurece drásticamente y se vuelve rígido y quebradizo

2. Finura de Flor

a. Por efecto de los niveles

Los valores medios reportados por la finura de flor de los cueros caprinos determinaron diferencias altamente significativas entre medias según el criterio Kruskall Wallis, por efecto de la aplicación de dos tipos de curtición (vegetal vs mineral), por lo que en la separación de medias se identificó las respuestas más altas al trabaja con una curtición en base a sulfato de cromo (T2), ya que las medias fueron de 4,57 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo L. (2014), y que desciende a 3,14 puntos y condición baja en los cueros curtidos al vegetal (T1) , presentando una calificación de baja , como se ilustra en el gráfico 14. Por lo expuesto anteriormente se aprecia que para conseguir una finura de flor adecuada se trabajará con una curtición mineral.

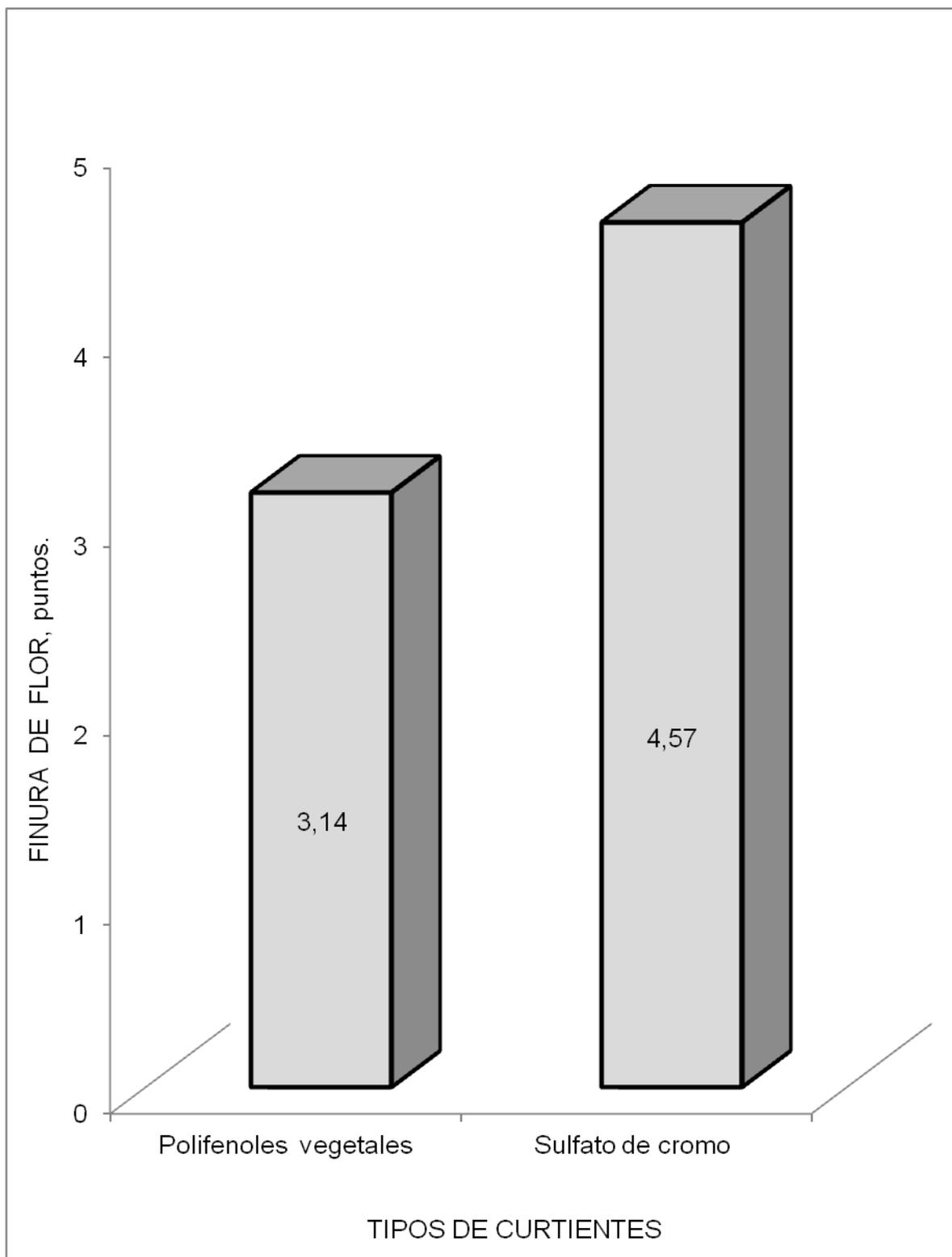


Gráfico 14. Finura de flor de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Bacardit, A, (2005), quien expone que la curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel, es decir la resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista por sus diferentes tipos de enlace con el colágeno retícula sin cambiar la estructura de las fibras naturales. En esa transformación de la piel animal, utilizando sulfato de cromo que es el curtiente que en los últimos años ha sido el más utilizado pero al mismo tiempo el más condenado por el impacto que genera al medio ambiente, se libera pelos y tejido de endodermis, hace de la piel en tripa se transforme en el apreciado cuero provocando una curtición más estable, casi no se modifica la flor, el tacto continúa siendo natural y el poder de absorción del agua no aumenta demasiado, lo que favorece a que el cuero no presente arrugas, además le proporciona relleno, firmeza de la flor, solidez a la luz, aclarado, entre otras. Sin embargo cuando el cuero es desinado a la confección de calzado se debe tomar muy en cuenta la finura de la flor ya que por las condiciones de manufactura y de uso debe la flor ser fuerte, a que se pueden producir pliegues, hendiduras e inclusive rotura de flor con la aplicación de mínimas tensiones, y hay que recordar que a belleza del cuero se encuentra en la flor que es la parte que se observa al comprar tanto el cuero como el calzado.

Valores que son similares a los reportados por Auquilla, M. (2012), quien al aplicar una curtición mineral a diferentes niveles registró una media de 4,60 puntos y calificación excelente, por lo tanto se puede ver que la curtición mineral favorece la finura de la flor de los cueros ya que se curte de mejor forma la flor, la fibra o se hincha y existe el enlace entre el cromo y la fibra es decir que no se forman vacíos interfibrilares el cromo al unirse al grupo carboxílico del colágeno forma una sola estructura, lo que le da una finura ideal.

b. por efecto de los ensayos

La evaluación de la finura de flor de los cueros caprinos curtidos con diferentes tipos de curtientes (mineral vs vegetal), no se reportaron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de los ensayos consecutivos, como se reporta en el cuadro 9. Sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

VARIABLE	TIPOS DE ENSAYO		EE	Prob.	Sign.
	Primer ensayo E1	Segundo ensayo E2			
Llenura, puntos.	3,71 a	3,79 a	0,2	0,801	ns
Finura de flor, puntos.	4,00 a	3,71 a	0,15	0,20	ns
Plenitud, puntos.	4,29 a	3,93 a	0,18	0,17	ns

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

superioridad, en los cueros del primer ensayo ya que las medias fueron de 4,00 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), en comparación de los cueros del segundo ensayo que fueron inferiores con medias de 3,71 puntos pero conservando la calificación de muy buena, como se ilustra en el gráfico 15.

Al no reportarse diferencias estadísticas entre los cueros caprinos al someterse a un estudio de la comparación de diferentes curticiones (mineral vs vegetal), al repicarse los tratamientos, 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 velocidad del rodado, que conforman el protocolo de la investigación, se afirma que se logró normalizar la calidad especialmente en lo que tiene que ver con la finura de flor permitiendo que el material esté disponible en diferentes espacios y tiempos de tal manera que se pueda satisfacer con la demanda del consumidor, que se proyectan hacia la búsqueda de la calidad sensorial del cuero considerando que la identidad de cada material está dada por su capacidad de comunicar de hacer sentir, de permitir experimentar experiencias sensibles .

c. Por efecto de la interacción entre el tipo de curtiente por los ensayos

La evaluación sensorial de la característica de finura de flor del cuero caprino no reporto diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtiente y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad hacia las respuestas reportadas en el lote de cueros curtidos con sulfato de cromo tanto en el primero como en el segundo ensayo ya que las medias fueron de 4,57 puntos para los dos casos enunciados y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), seguida de los registros obtenido en los cueros caprinos curtidos con curtiente vegetal tara en el primer ensayo ya que las medias fueron de 3,43 puntos y calificación buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas numéricamente menos eficientes fueron reportadas en los cueros curtidos al vegetal en el segundo ensayo con medias de 2,86 puntos y

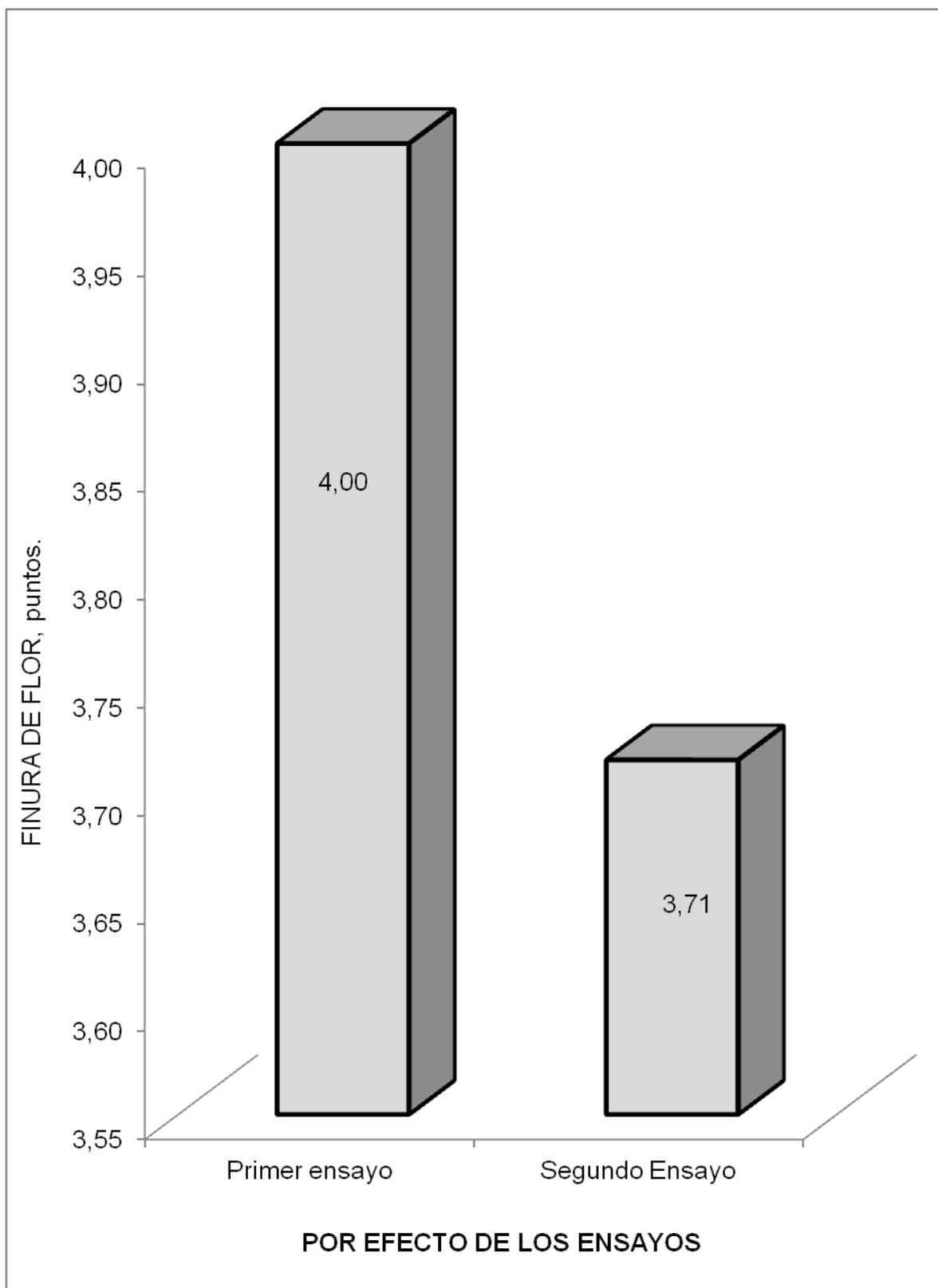


Gráfico 15. Finura de flor de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

calificación baja, como se ilustra en el gráfico 16. Es decir cueros con una flor muy gruesa que puede desprenderse fácilmente provocando el envejecimiento prematuro de cuero.

Es decir que una mayor finura de flor se consigue al curtir con cromo, lo que es corroborado con las apreciaciones del sitio virtual [http://www.tdx.cat\(014\)](http://www.tdx.cat(014)), donde se manifiesta que existen en la actualidad diversos procesos que hacen posible la aplicación de atributos sensoriales al producto durante su fabricación, procesos que como se ha visto pueden ser simples o muy sofisticados y complejos; A través de todos ellos se ha podido exponer que hoy en día es posible transformar y tratar profundamente la generalidad de los cueros, aplicando y añadiéndoles diversidad de atributos sensoriales con que no contaban de manera que permiten a las diversas tipologías de ellos transformarse adaptando y adoptando propiedades sensoriales con que no contaban, una de ellas es la finura de flor muy necesaria para la confección de calzado que por sus exigencias de uso debe ser fuertemente controlada para de esa manera elevar la clasificación del cuero y que irá en beneficio directo de las curtiembres, sin embargo a ello hay que sumar el aspecto ambiental que al aplicar una curtición con sulfato de cromo se puede provocar una contaminación de los residuos líquidos provenientes del proceso de curtido.

3. Plenitud

a. Por efecto del tipo de curtiembre

La valoración sensorial de los cueros caprinos reporto diferencias altamente significativas ($P > 0,05$), según el criterio Kruskal –Wallis, por efecto del tipo de curtiembre aplicado, por lo que al realizar la separación de medias de acuerdo a Duncan se aprecia los resultados más altos, en los cueros curtidos con sulfato de cromo ya que las medias fueron de 4,71 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), en comparación de los resultados reportados al curtir con poli fenoles vegetales de la tara (T2), ya que

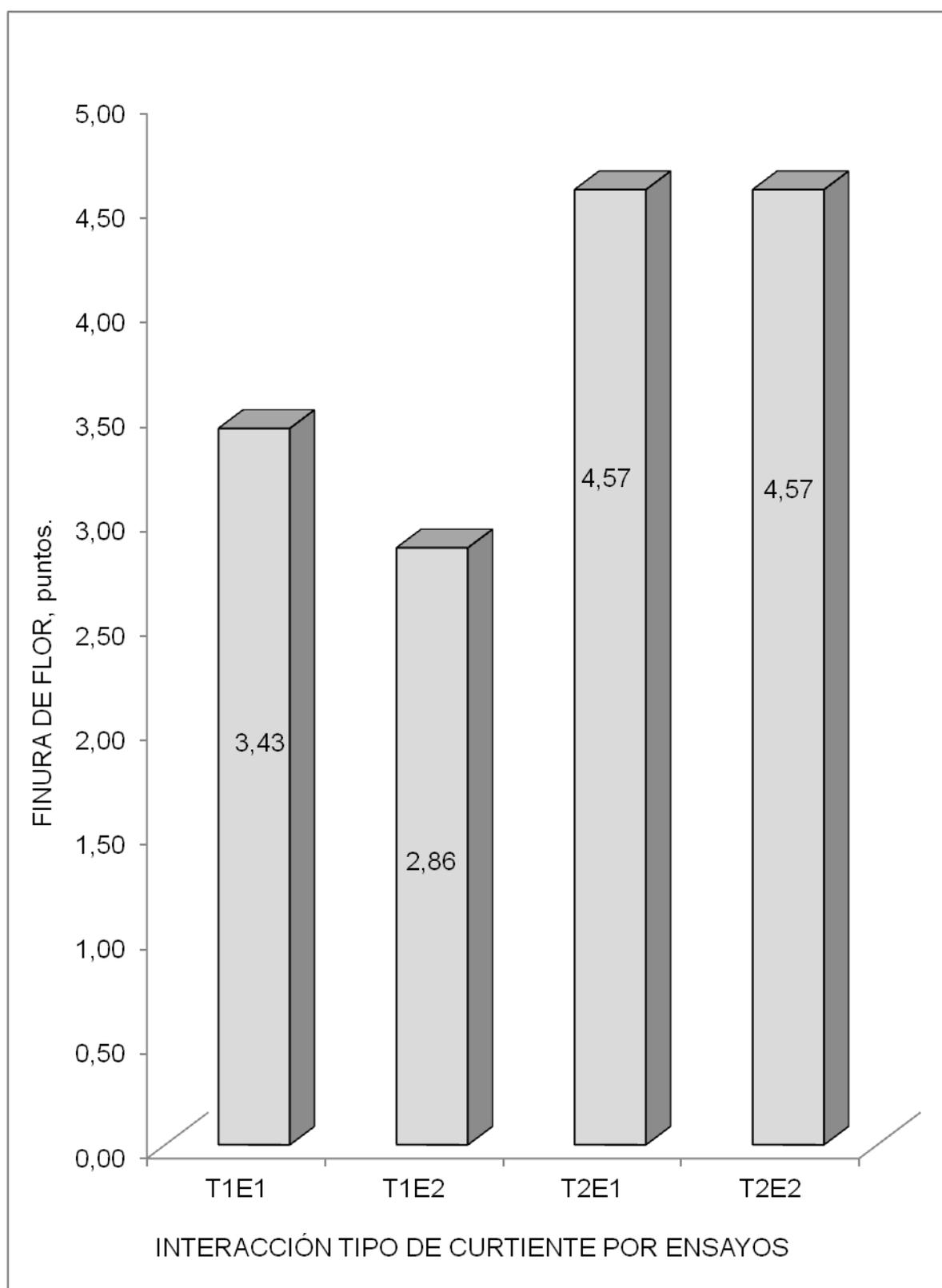


Gráfico 16. Finura de flor de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos.

las puntuaciones fueron as bajas y le correspondió a 3,50 y calificación baja de acuerdo a la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 17. Por lo tanto de acuerdo a la evaluación sensorial se aprecia que una mejor plenitud del cuero se consigue aplicando una curtición mineral con sulfato de cromo.

Lo que es corroborado con lo que indica <http://www.tecnologiaslimpias.org>.(2014), quien manifiesta que la curtición al cromo emplea sales de cromo para producir una piel azulada verdosa más resistente al calor, con mejor plenitud, versátil, buena permeabilidad, capacidad para fijado térmico y se usa para pieles de vestido, calzado e industriales ya que proporciona una piel que puede aguantar 100°C, sin que se encoja, y pierde su plenitud, hecho que es imprescindible en la fabricación de la mayoría de zapatos. Da a la piel la posibilidad de conseguir un tacto similar al de la piel humana viva, y por eso, es muy agradable, ya que si no tiene una buena plenitud se producirá arrugas en algunas piezas idénticas o piezas que se estiran y deforman al coserlas. La curtición al cromo pretende la disminución de la distancia entre las fibras, sin aumentar en lo posible su espesor. Este acercamiento de las fibras casi siempre comporta una modificación del ángulo de las mismas con relación al plano de la piel, colocándose más perpendiculares ha dicho plano. Este hecho generalmente comporta un cierto aumento de grosor y una cierta pérdida de superficie de la piel, pero se evita las arrugar y a piel se presenta lisa y uniforme.

b. por efecto de los ensayos

El análisis de la valoración sensorial de plenitud de los cueros caprinos al comparar una curtición mineral (sulfato de cromo), versus una vegetal (polifenoles vegetales de la tara), no reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos sin embargo numéricamente se aprecia que los resultados más altos se observan en las pieles del primer ensayo ya que se alcanza una plenitud de 4,97 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2014), en comparación de las respuestas observadas en el primer ensayo que fueron de 3,93 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 18.

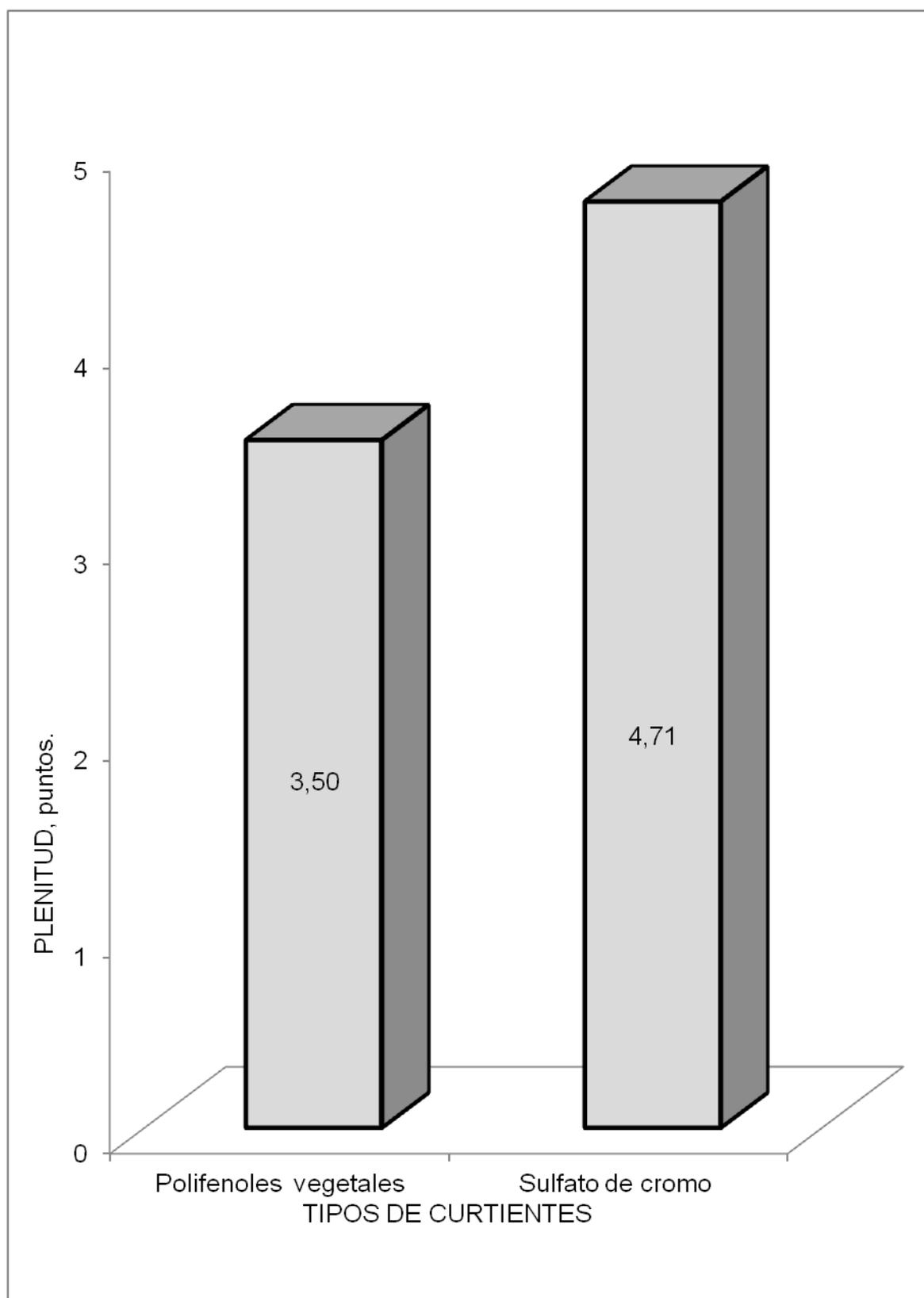


Gráfico 17. Plenitud de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).

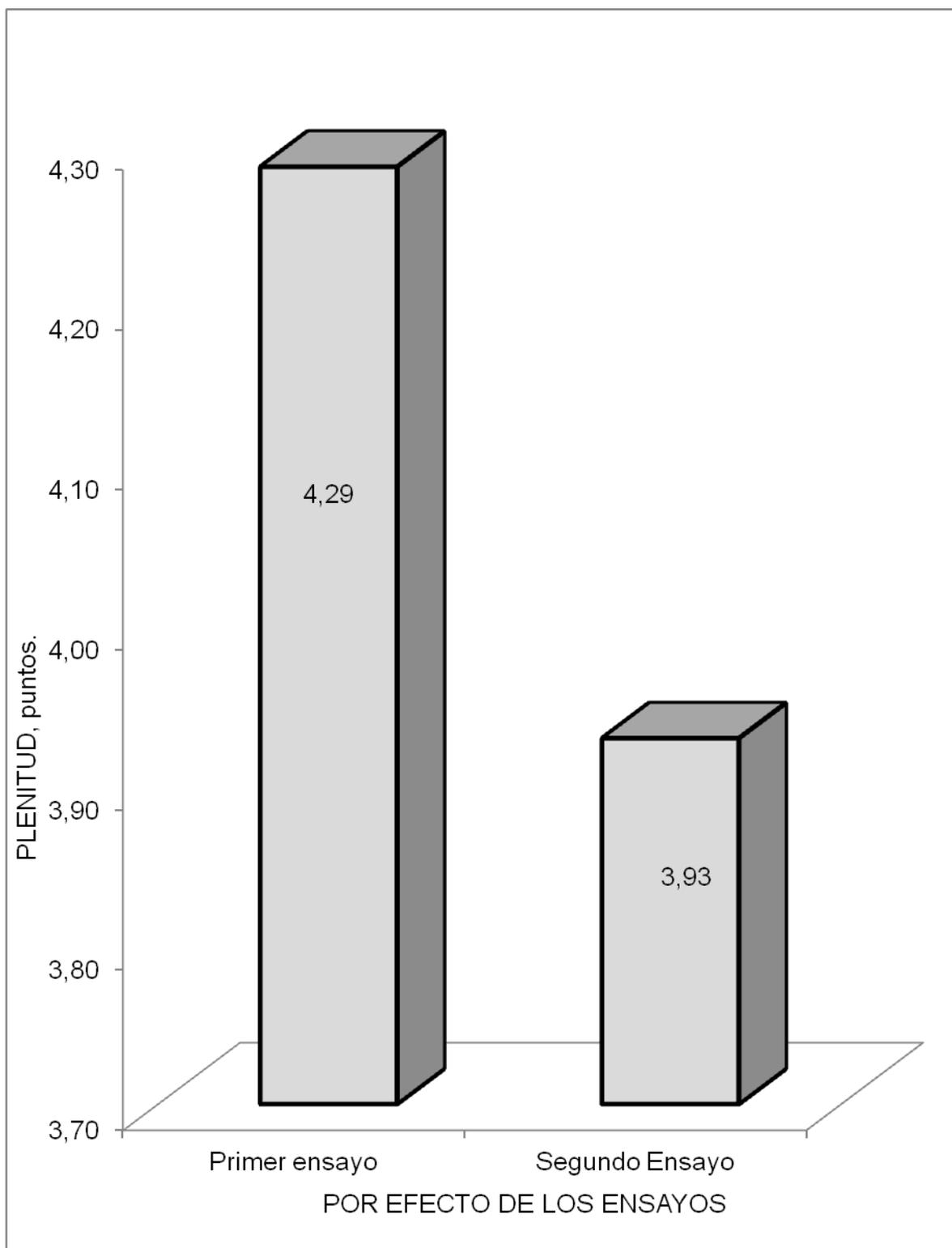


Gráfico 18. Plenitud de los cueros caprinos utilizando diferentes tipos de curtientes (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo), por efecto de los ensayos.

Al no existir diferencias estadísticas entre las puntuaciones de la calidad sensorial de plenitud del cuero caprino se cumple con la premisa de que se ha conseguido normalizar el cuero, es decir se propende a mantener y aumentar la calidad, en los procesos tecnológicos y productivos, de la transformación del piel en cuero, así como establecer las especificaciones de calidad de las materias primas que intervienen en la elaboración de los productos terminados desarrollar métodos y medios confiables para la evaluación de la calidad en la producción. Es necesario recalcar que el desarrollo de los ensayos tiene como finalidad dictaminar los requisitos, procedimientos y métodos en las tenerías y las fábricas de manufacturas de productos, para el aseguramiento de la calidad, así como también Implementar la uniformidad, tipificación en los equipos y maquinaria especializada utilizada en los procesos productivos del cuero.

c. Por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos

Al realizar la evaluación sensorial de la variable plenitud de los cueros caprinos se aprecia que entre las medias no existió diferencias estadísticas por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de curtientes aplicados y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en los cueros curtidos con sulfato de aluminio en el segundo ensayo ya que las puntuaciones fueron de 4,86 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2014), y que desciende a 4,57 puntos en los cueros del tratamiento en mención pero en el primer ensayo, conservando la calificación e excelente de acuerdo a la mencionada escala, a continuación se aprecia las calificaciones reportadas en los cueros caprinos curtidos con poli fenoles vegetales de la tara en el primer ensayo a que las medias fueron de 4,00 puntos y condición muy buena, para finamente reportarse las puntuaciones alcanzadas en los cueros del tratamiento antes indicado pero en el segundo ensayo con medias de 3 puntos y condición baja como se reporta en el cuadro 10, y se ilustra en el gráfico 19.

Es decir que para conseguir una mejor plenitud del cuero se deberá trabajar con sulfato de cromo y se procurará que las pieles mantengan una calidad similar

Cuadro 10. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLI FENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

INTERACCIÓN TIPOS DE CURTIENTE POR ENSAYOS											
VARIABLE	Poli fenoles vegetales primer ensayo		Poli fenoles vegetales segundo ensayo		Sulfato de cromo primer ensayo		Sulfato de cromo segundo ensayo		EE	Prob	Sign
Llenura, puntos.	4,57	a	4,43	a	2,86	a	3,14	a	0,28	0,4511	ns
Finura de flor, puntos.	3,43	a	2,86	a	4,57	a	4,57	a	0,22	0,20	ns
Plenitud, puntos.	4,00	a	3,00	a	4,57	a	4,86	a	0,25	0,17	ns

EE: error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

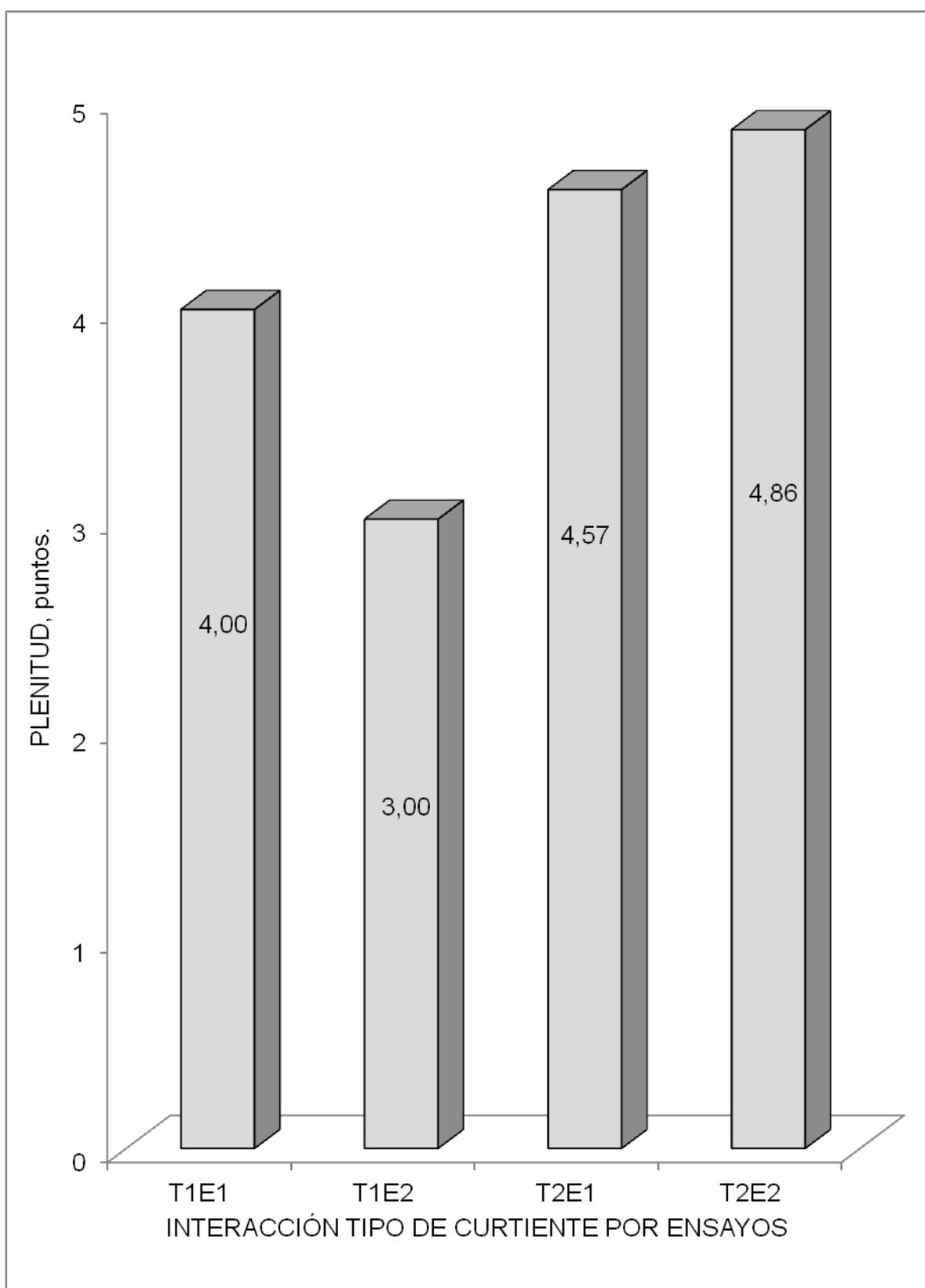


Gráfico 19. Plenitud de los cueros caprinos, por efecto de la interacción entre los tipos de curtientes y los ensayos.

entre los lotes de producción especialmente en lo que tiene que ver con la presencia de defectos que perjudiquen la superficie de la piel y que se hacen notorios al aplicar los productos curtientes. Lo que es corroborado con lo que se indica Soler, J. (2005), quien señala que Para intentar conseguir casi exclusivamente el aumento de la compacidad, nos interesan productos de peso molecular relativamente bajo y con capacidad de rodear las fibras y producir atracciones entre éstas, mediante unión química de tipo iónico o covalente. No parecen muy útiles los productos que se depositen de forma masiva entre fibras. Entre otros, productos adecuados parecen ser las sales metálicas de cromo, aluminio, circonio, titanio, así como algunos poli fosfatos, silicatos, sintéticos y algunas proteínas y resinas preparadas al efecto. Si solo se busca compacidad es lógico emplear las mínimas cantidades de productos, con los que ya se obtiene el efecto, con el fin de evitar los efectos de plenitud y cierto aumento de grosor.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de la producción de cueros curtidos con diferentes tipos de curtientes reportó egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos, alquiler de maquinaria ente otros de 172 dólares americanos para el tratamiento en el que se utilizó curtiente vegetal, en tanto que al curtir las pieles caprinas con sulfato de cromo el costo se elevó a 173 dólares. Como egresos resultantes de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero se registra 235,0 dólares americanos para el tratamiento T1 y 220,0 dólares para el tratamiento T2, como se reporta en el cuadro 11.

Con las respuestas expresadas de la evaluación económica se determinara la relación beneficio costo que corresponde a 1,37 en el caso del tratamiento T1, es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 31 centavos o lo mismo, que decir el 31% de rentabilidad, mientras tanto que al trabajar con sulfato de cromo la relación fue de 1,27; es decir un 27% de ganancia.

Cuadro 11. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

DETALLE	TIPO DE CURTICIÓN	
	Curtición Vegetal	Curtición Mineral
	T1	T2
Número de pieles caprinas	70	70
Tensoactivo	14,95	14,96
Cloruro de Sodio:	10,58	10,58
Hidróxido de Calcio:	10,65	10,65
Sulfuro de Sodio	11,65	11,66
Yeso	20,85	20,86
Bisulfito de Sodio	10,7	10,7
Formiato de Sodio	10,60	10,60
Rindente	13,6	13,6
Acido Fórmico	13,38	13,38
Diesel	10,55	10,56
Bicarbonato de Sodio	12,55	12,56
Sulfato de Cromo	0	25,50
Tara en polvo	22,2	0
Recurtiente Fenólico	13,50	13,51
Recurtiente Neutral	16,20	16,21
Dispersante	13,25	14,25
Anilina	15,25	15,26
Ester Fosfórico	14,80	14,81
Parafina Sulfoclorada	7,20	7,21
Grasa Catiónica	10,70	01,71
Ligante Compacto	6,25	6,26
Pigmento	5,75	5,76
Modificador de tacto Acuoso	0,80	0,81
Hidrolaca Acuosa	7,15	7,16
Servicio de Desvenadora- vacío	22	23
Servicio de Escurrido y raspado	3,65	3,66
Elaboración de calzado	80	80
COSTO TOTAL	172	173
INGRESOS		
Venta de calzado	125	130
Venta de excedente de cuero	110	90
TOTAL DE INGRESOS	235,0	220,0
B/C	1,37	1,27

Fuente: Chasiquiza, C, (2014).

Los resultados antes expuestos permiten determinar que la curtición con curtiente vegetal a más de producir réditos económicos altos, que superan el de otras actividades industriales, proporcionan una alternativa muy viable para reducir la contaminación que se producen en una curtiembre como es la aplicación de curtientes de cromo que están en la actualidad muy restringidos, por lo tanto con la promulgación de los resultados de la presente investigación se dotara de una guía adecuada a los productores de ganado caprino y al sector de la curtiembre de una producción más limpia en la que se utiliza un curtiente vegetal que no eleva la carga contaminante de los residuos líquidos industriales, y sobre todo proporciona un ahorro en productos y procesos de reducción de la contaminación sin desmejorar la calidad tanto física del cuero y de esa manera se conseguirá que él los lotes de producción elevar la clasificación de cuero y de esta manera el precio por pie cuadrado también se incremente.

V. CONCLUSIONES

- La curtición más adecuada de cueros caprinos fue al utilizar Poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación que llenaran las exigencias de calidad para confección de calzado.
- Las resistencias físicas de porcentaje de elongación (72,12%) y resistencia a la tensión (333,24 N/ cm²), no registraron diferencias estadísticas entre tratamientos sin embargo numéricamente se aprecia resultado más alto en los cueros curtidos al vegetal en tanto que para la temperatura de encogimiento, (92,86°C), las diferencias fueron altamente significativas pero los resultados más altos fueron registrados en el tratamiento en mención (T1).
- La evaluación sensorial determina los resultados más altos para llenura (4,50 puntos), al utilizar curtiente vegetal (T1), mientras tanto que para finura de flor (4,57 puntos) y plenitud (4,71 puntos), los resultados más altos se aprecia con sulfato de cromo, ya que mejora el aspecto externo del cuero, al no producir arrugas o pliegues y sobre todo con una flor fina, suave y agradable.
- En la evaluación del efecto de los ensayos se aprecia que en la mayoría de variables no se reporta diferencias es decir se estandarizo la calidad física o sensorial del cuero y para las resistencias físicas que se registra variabilidad, se evidencia que al aleatorizar la investigación la calidad de la materia prima específicamente en su conservación se pone de evidencia.
- La evaluación económica determina que la curtición con Poli fenoles vegetales proporciona mayor rentabilidad al proceso productivo ya que al ser la relación beneficio costo de 1,37; se afirma que por cada dólar invertido se obtendrá 37 centavos de utilidad o el 37% de ganancia

VI. RECOMENDACIONES

- Utiliza la curtición vegetal con Poli fenoles vegetales de la tara ya que se mejora las características del cuero, permitiendo dotar a los artesanos de una materia prima elevada que se reflejara sobre el artículo final como es el calzado.
- Investigar los niveles adecuados de Poli fenoles vegetales de tara que consigan producir un cuero de características tanto físicas como apreciaciones sensoriales muy altas.
- Difundir los resultados de la presente investigación que se consideran referente para los productores de cuero caprino que requiere conocimiento sobre prácticas de producción más limpia como es, la sustitución del cromo por otro tipo de curtientes como son los taninos vegetales específicamente la tara.
- Se recomienda la utilización de un curtiente vegetal ya que proporciona mayores réditos económicos, que los establecidos en otras actividades similares.

V. LITERATURA CITADA

1. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente. Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. si. pp 30- 43.
2. ARANGO, M. 2002. Proyecto final de carrera de curtiembre. 1a ed. Igualada, España. Edit. Leather Chem. pp 12-19.
3. BUXADE, C. 2004. Técnicas Especiales de Curtido. 2a ed. México, México D,F. Edit. LACE. pp 15,25,32.
4. COTANCE, A, 2004, Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero.1a ed., Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos, pp, 23 – 32.
5. ECUADOR, Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales.2012, Anuarios Meteorológicos, Riobamba, Ecuador.
6. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed, Riobamba, Ecuador, Edit. ESPOCH. pp. 10-56.
7. <http://www.cueronet.com>. 2014. Araki, S. Distribución no uniforme del cromo en la piel.
8. <http://www.tilz.tearfund.org>. 2014. Kimura. T. Cueros de flor suelta y tacto esponjoso.
9. <http://www.cuervegetal2012.blogspot.com>. 2014. Alvarez, P. Descripción de los procesos de acabado.

10. <http://www.biblioteca.org.ar>. 2014. Shimizu, C. Taninos hidrolizables o pirogálicos.
11. <http://www.sirac.info.com>. 2014. Furusho, S. Extractos curtientes comerciales para curtir pieles caprinas.
12. <http://www.prtr-es.es/data/images/resumen.com>. 2014. Barbera G, Propiedades estructurales y clasificación.
13. <http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo.com>. 2014. Takashio M, Métodos de extracción de los taninos.
14. <http://www.pellital.com.ar>. 2014. Cadahía, E. Proantocianidinas o taninos condensado.
15. <http://www.prtr-es.es/data/images/resumen.com>. 2014. Carmona C, Aplicaciones de los poli fenoles vegetales.
16. <http://www.biología.edu.ar/tesis/forcillo.com>. 2014. De Bruyne T, Defectos de la curtición al cromo.
17. <http://www.faunagua.org>. 2014. Folin O. Observación de manchas luego del proceso.
18. <http://biblioteca.usac.edu.gt>. 2014. Gallardo, M, Baja estabilidad al hervido de una muestra rectangular del cuero (culatas) teóricamente curtido.
19. <http://www.tesis.uson.mx/digital.com>. 2014. Hagerman A, Neutralización y Recurtido.
20. <http://www.biblioteca.org.ar>. 2014. Heminway, R. Blanqueado, teñido y Engrase.

21. <http://www.sirac.info.com>. 2014. Kaneda, H. Propiedades estructurales y Clasificación.
22. <http://www.cueronet.com>. 2014. Kano, Y. Poli fenoles vegetales utilizados en el curtido de pieles caprinas.
23. <http://www.prtr-es.es/data/images/resumen.com>. 2014. Osawa, T, Proantocianidinas o taninos condensados.
24. <http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillc.com>.2014. Ramarathnam, N, Taninos hidrolizables o pirogálicos.
25. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1,5,6,8,9,10.
26. LAMPARTHELM, G. 1998. Curtición de pieles de animales domésticos, 1a ed, Lima, Perú. Edit El Inca. pp. 52,63,96, 102,123.
27. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España, pp, 13-24, 56, 72.
28. MATA, J. 2001. Tratamiento biotecnológico de las aguas residuales procedentes de las industrias de curtición vegetal". 1a ed. Igualada, España. Edit AQELC. pp 259-263.
29. MONGIL, J. 2000. Antiguo aprovechamiento del zumaque (*Rhus coriaria*) en Castilla y León". 1a ed, Castilla, España. Edit Época. pp 3, 11, 20-22.
30. MORERA, J. 2007. Química Técnica de Curtición. 2a Edición, Igualada, España. Edit. Escuela Superior de Adobería. Edit CETI. pp, 16-18.

31. PORTAVELLA, M. 2005. Tenería y medioambiente, aguas residuales. Vol 4, Barcelona, España. Edit. CICERO. pp. 91,234,263.
32. RIECHE, A. 2006. Química orgánica. 1a ed. Igualada. España. Edit. Dorssat, pp, 78-86.
33. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG AC. pp23-29.
34. SOLER, J. 2005. Procesos de curtido de pieles, 1a ed, igualada, España. Edit CETI. pp 12, 22,56,63,98.
35. TORNER, A. 2002. "Los curtientes vegetales, análisis de los mismos y estudio de especies tánicas españolas 1a ed. Barcelona, España. Edit. Ministerio de Agricultura, I,F,I,E. pp 15 – 24.
36. VERZEL, M. 2006. Panorámica actual sobre la curtición vegetal, la moda y los procedimientos de fabricación", II Symposium Internacional de curtición vegetal, Igualada, España. Edit PUCE, pp 151-158
37. ZALACAIN, A. 2000. Estudio de extractos tánicos obtenidos a partir de hoja de zumaque (*Rhus coriaria* L.). Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior De Ingenieros Agrónomos Departamento De Ciencia y Tecnología Agroforestal Cátedra de Química Agrícola, Albacete España. pp 34 – 36.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	308,60	352,94	512,50	380,00	195,65	401,00	313,75
T1	2	162,50	362,98	523,44	178,93	184,33	442,67	346,07
T2	1	134,04	163,08	86,90	151,52	184,32	150,16	198,46
T2	2	333,33	575,23	473,86	301,87	464,29	450,24	315,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	264868,46	3	88289,49	8,52	0,0005
Tratamiento	16660,81	1	16660,81	1,61	0,217
Ensayo	89368,31	1	89368,31	8,62	0,0072
Tratamiento*Ensayo	158839,34	1	158839,34	15,33	0,0007
Error	248739,77	24	10364,16		
Total	513608,22	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	284,45	14	27,21 A
T1	333,24	14	27,21 A

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.	
1	252,35	14	27,21	B
2	365,34	14	27,21	A

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.	
T2	1	152,64	7	38,48	B
T1	2	314,42	7	38,48	B
T1	1	352,06	7	38,48	B
T2	2	416,27	7	38,48	A

Anexo 2. Porcentaje de elongación de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	67,97	60,20	54,63	51,57	101,67	70,07	56,00
T1	2	107,20	82,50	55,60	97,80	97,13	55,87	51,53
T2	1	69,33	74,37	77,67	77,37	77,07	79,50	54,40
T2	2	63,03	50,60	57,93	65,50	61,50	41,73	78,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1346,7	3	448,9	1,69	0,195
Tratamiento	235,13	1	235,13	0,89	0,3556
Ensayo		1	1	3,80E-03	0,9515
Tratamiento*Ensayo	1110,56	1	1110,56	4,19	0,0518
Error	6361,29	24	265,05		
Total	7707,99	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	66,33	14	4,35 A
T1	72,12	14	4,35 A

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.
2	69,04	14	4,35 A
1	69,42	14	4,35 A

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.
T2	1	59,84	7	6,15 A
T1	2	66,02	7	6,15 A
T1	1	72,82	7	6,15 A
T2	2	78,23	7	6,15 A

Anexo 3. Temperatura de encogimiento de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	92,00	94,00	95,00	94,00	91,00	92,00	94,00
T1	2	91,00	92,00	95,00	92,00	91,00	94,00	93,00
T2	1	85,00	86,00	81,00	83,00	86,00	83,00	87,00
T2	2	90,00	90,00	89,00	88,00	89,00	90,00	87,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	338,43	3	112,81	43,47	<0,0001
Tratamiento	264,14	1	264,14	101,78	<0,0001
Ensayo	28	1	28	10,79	0,0031
Tratamiento*Ensayo	46,29	1	46,29	17,83	0,0003
Error	62,29	24	2,6		
Total	400,71	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	86,71	14	0,43 B
T1	92,86	14	0,43 A

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.	
T1	88,79	14	0,43	A
T2	90,79	14	0,43	B

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.	
T2	1	84,43	7	0,61	C
T2	2	89	7	0,61	C
T1	2	92,57	7	0,61	B
T1	1	93,14	7	0,61	A

Anexo 4. Llenura de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00
T1	2	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00
T2	1	2,00	2,00	3,00	2,00	4,00	3,00	4,00
T2	2	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	2,00	2,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,11	3	5,37	9,8	0,0002
Tratamiento	15,75	1	15,75	28,76	<0.0001
Ensayo	0,04	1	0,04	0,07	0,8006
Tratamiento*Ensayo	0,32	1	0,32	0,59	0,4511
Error	13,14	24	0,55		
Total	29,25	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	3	14	0,2	A
T1	4,5	14	0,2	B

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.	
T1	3,71	14	0,2	A
T2	3,79	14	0,2	A

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.	
T2	1	2,86	7	0,28	A
T2	2	3,14	7	0,28	A
T1	2	4,43	7	0,28	A
T1	1	4,57	7	0,28	A

Anexo 5. Finura de flor de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00
T1	2	4,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00
T2	1	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00
T2	2	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,43	3	5,14	15,43	<0.0001
Tratamiento	14,29	1	14,29	42,86	<0.0001
Ensayo	0,57	1	0,57	1,71	0,2028
Tratamiento*Ensayo	0,57	1	0,57	1,71	0,2028
Error		8	24	0,33	
Total	23,43	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	3,14	14	0,15 B
T2	4,57	14	0,15 A

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.
T2	3,71	14	0,15 A
T1	4	14	0,15 A

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.
T1	2	2,86	7	0,22 A
T1	1	3,43	7	0,22 A
T2	2	4,57	7	0,22 A
T2	1	4,57	7	0,22 A

Anexo 6. Plenitud de las pieles caprinas comparando una curtición con extracto de Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo.

Mediciones experimentales

Trat	Ensayo	Repeticiones						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
T1	1	5,00	5,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00
T1	2	3,00	2,00	3,00	3,00	4,00	2,00	4,00
T2	1	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00
T2	2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,11	3	4,7	10,68	0,0001
Tratamiento	10,32	1	10,32	23,43	0,0001
Ensayo	0,89	1	0,89	2,03	0,1674
Tratamiento*Ensayo	2,89	1	2,89	6,57	0,171
Error	10,57	24	0,44		
Total	24,68	27			

Separación de medias por efecto del tipo de curtiente

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	3,5	14	0,18 B
2	4,71	14	0,18 A

Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	n	E.E.
2	3,93	14	0,18 A
1	4,29	14	0,18 A

Separación de medias por efecto de la interacción

Tratamiento	Ensayo	Medias	n	E.E.
1	2	3	7	0,25 A
1	1	4	7	0,25 A
2	1	4,57	7	0,25 A
2	2	4,86	7	0,25 A

Anexo 7. Receta para la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, (20%) para pieles caprinas.

W=	0	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD		°T Celsius	TIEMPO	
REMOJO	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	30 min		
		Tensoactivo	1	0	g				
		Cloro	150		ml				
	BOTAR BAÑO								
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	3 horas		
		Tensoactivo	0.5	0	g				
NaCl		2	0	g					
BOTAR BAÑO									
PELAMBRE POR EMBADURNADO	Baño	H ₂ O	5	0	ml	ambiente	12 horas		
		Ca(OH) ₂	3	0	g				
		Na ₂ S	2.5	0	g				
		Yeso	1						
RETIRAR FOLICULOS									
W=	0	Baño	H ₂ O	100	0	L		10 min	
PELAMBRE EN BOMBO	Na ₂ S		0.4	0	g		10 min		
	Na ₂ S		0.4	0	g	AMBIENTE	10 min		
	H ₂ O		50	0	L				
	NaCl		0.5	0	g		10 min		
	Na ₂ S		0.5	0	g		30 min		
	Ca(OH) ₂		1	0	g		30 min		
	Ca(OH) ₂		1	0	g		30 min		
	Ca(OH) ₂		1	0	g		3 horas		
	BOMBO (GIRAR 10 min y descansar 50 min)								18 horas

	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	30 min
		Ca(OH) ₂	1	0	g		
	BOTAR BAÑO						
W= 0	Baño	H ₂ O	200	0	L	25°C	30 min
		H ₂ O	200	0	L	25°C	60 min
		H ₂ O	100	0	L	25°C	60 min
DESENCALADO	NaHSO ₃	1	0	g			
	NaCOOH	1	0	g	60 min		
	H ₂ O	200	0	L	25°C	20 min	
RENDIDO Y PURGADO	Baño	H ₂ O	100	0	L	35°C	40 min
		Rindente	0.5	0	g		
	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	200	0	L		20 min
	BOTAR BAÑO						
1er PIQUELADO	Baño	H ₂ O	100	0	L		10 min
		NaCl	5	0	g		
		HCOOH 1:10	1.4	0	g		
		1ra parte		0	ml		20 min
		2da parte		0	ml		20 min
		3ra parte		0	ml		20 min
		HCOOH 1:10	0.4	0	g		AMBIENTE
		1ra parte		0	ml		20 min
		2da parte		0	ml		20 min
		3ra parte		0	ml		20 min

BOTAR BAÑO								
DESENGRASE	Baño	H ₂ O	100	0	L	35°C	60 min	
		Tensoactivo	2	0	g			
		Diésel	4	0	ml			
	BOTAR BAÑO							
			H ₂ O	100	0	L	35°C	30 min
		Tensoactivo	2	0	g			
BOTAR BAÑO								
2do PIQUELADO	Baño	H ₂ O	100	0	L	20 min		
		NaCl	6	0	g			
		HCOOH 1:10	1.4	0	g			
		1ra parte		0	ml			
		2da parte		0	ml	20 min		
		3ra parte		0	ml	60 min		
		HCOOH 1:10	0.4	0	g	20 min		
		1ra parte		0	ml			
		2da parte		0	ml		20 min	
		3ra parte		0	ml	AMBIENTE	min	
		CURTICIÓN		Polifenoles Vegetales	20	0	g	240 min
BASIFICADO		NaHCO₃ 1:10	1	0	g	60 min		
		1ra parte		0	ml			
		2da parte		0	ml	60 min		
		3ra parte		0	ml	5 HORAS		
		H ₂ O	100	0	L	70°C	30 min	
PERCHAR UNA NOCHE, RASPAR A CALIBRE DE 1mm								

ACABADO EN HUMEDO							
W= 0 REHUMECTACIÓN	Baño	H ₂ O	300	0	L	ambiente	40 min
		Humectante Deja	0.3	0			
		HCOOH	0.3	0			
	BOTAR BAÑO						
W= 0	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	30 min
		Humectante	0.3	0	g		
Neutralizado		HCOOH	0.3	0	ml		
BOTAR BAÑO							
Recurtido	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	40 min
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	4	0	g		
		Recurtiente Fenólico	4	0	ml		
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	60 min
		NaCOOH	1	0	g		
		Recurtiente Neutral	3	0	g		60 min
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	100	0	L	50°C	20 min
		Dispersante	1	0	g		
		Tara	4	0	g		
TINTURA	BOTAR BAÑO						

	Baño	H ₂ O	100	0	L	60°C	20 min
		Anilina	3	0	g		
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	1	0	g		
		HCOOH	1	0	ml	40 min	
BOTAR BAÑO							
ENGRASE	Baño	H ₂ O	100	0	L	70°C	60 min
		Ester Fosfórico	6	0	g		
		Parafina Sulfoclorada	4	0	g		
		Grasa Catiónica	0.5	0	g	30 min	
		HCOOH	1	0	ml	10 min	
		HCOOH	1	0	ml	10 min	
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	2	0	g	20 min	
BOTAR BAÑO							

Anexo 8. Receta para la curtición mineral con sulfato de cromo (7%), para pieles caprinas.

W=	0	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	CANTIDAD		°T Celsius	TIEMPO	
REMOJO	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	30 min		
		Tensoactivo	1	0	g				
		Cloro	150		ml				
	BOTAR BAÑO								
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	3 horas		
		Tensoactivo	0.5	0	g				
NaCl		2	0	g					
BOTAR BAÑO									
PELAMBRE POR EMBADURNADO	Baño	H ₂ O	5	0	ml	ambiente	12 horas		
		Ca(OH) ₂	3	0	g				
		Na ₂ S	2.5	0	g				
		Yeso	1						
RETIRAR FOLICULOS									
W=	0		H ₂ O	100	0	L		10 min	
PELAMBRE EN BOMBO	Baño	Na ₂ S	0.4	0	g	AMBIENTE	10 min		
		Na ₂ S	0.4	0	g		10 min		
		H ₂ O	50	0	L		10 min		
		NaCl	0.5	0	g		10 min		
		Na ₂ S	0.5	0	g		30 min		
		Ca(OH) ₂	1	0	g		30 min		
		Ca(OH) ₂	1	0	g		30 min		
		Ca(OH) ₂	1	0	g		30 min		
		Ca(OH) ₂	1	0	g		3 horas		
		BOMBO (GIRAR 10 min y descansar 50 min)							

	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	30 min
		Ca(OH) ₂	1	0	g		
	BOTAR BAÑO						
W= 0	Baño	H ₂ O	200	0	L	25°C	30 min
		H ₂ O	200	0	L	25°C	60 min
		H ₂ O	100	0	L	25°C	60 min
DESENCALADO	NaHSO ₃	1	0	g			
	NaCOOH	1	0	g	60 min		
	H ₂ O	200	0	L	25°C	20 min	
RENDIDO Y PURGADO	Baño	H ₂ O	100	0	L	35°C	40 min
		Rindente	0.5	0	g		
	BOTAR BAÑO						
	Baño	H ₂ O	200	0	L		20 min
	BOTAR BAÑO						
1er PIQUELADO	Baño	H ₂ O	100	0	L		10 min
		NaCl	5	0	g		
		HCOOH 1:10	1.4	0	g		
		1ra parte		0	ml		20 min
		2da parte		0	ml		20 min
		3ra parte		0	ml		20 min
		HCOOH 1:10	0.4	0	g	____ AMBIENTE ____	
		1ra parte		0	ml		20 min
		2da parte		0	ml		20 min

		3ra parte		0	ml		20 min	
	BOTAR BAÑO							
DESENGRASE	Baño	H ₂ O	100	0	L	35°C	60 min	
		Tensoactivo	2	0	g			
		Diésel	4	0	ml			
		BOTAR BAÑO						
			H ₂ O	100	0	L	35°C	30 min
		Tensoactivo	2	0	g			
	BOTAR BAÑO							
2do PIQUELADO	Baño	H ₂ O	100	0	L		20 min	
		NaCl	6	0	g			
		HCOOH 1:10	1.4	0	g			
		1ra parte		0	ml			
		2da parte		0	ml	20 min		
		3ra parte		0	ml	60 min		
		HCOOH 1:10	0.4	0	g			
		1ra parte		0	ml	AMBIENTE	20 min	
		2da parte		0	ml		20 min	
		3ra parte		0	ml		60 min	
CURTICIÓN		Cr ₂ (SO ₄) ₃	7	0	g		60 min	
BASIFICADO		NaHCO₃ 1:10	1	0	g			
		1ra parte		0	ml		60 min	
		2da parte		0	ml		60 min	
		3ra parte		0	ml		5 HORAS	
		H ₂ O	100	0	L	70°C	30 min	

PERCHAR UNA NOCHE, RASPAR A CALIBRE DE 1mm							
ACABADO EN HUMEDO							
W= 0	Baño	H ₂ O	300	0	L	ambiente	40 min
REHUMECTACIÓN		Humectante Deja	0.3	0			
		HCOOH	0.3	0			
BOTAR BAÑO							
W= 0	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	30 min
		Humectante	0.3	0	g		
Neutralizado		HCOOH	0.3	0	ml		
BOTAR BAÑO							
Recurtido	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	40 min
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	4	0	g		
		Recurtiente Fenólico	4	0	ml		
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	100	0	L	ambiente	60 min
		NaCOOH	1	0	g		
		Recurtiente Neutral	3	0	g	60 min	
BOTAR BAÑO							
	Baño	H ₂ O	200	0	L	ambiente	20 min
BOTAR EL BAÑO							
	Baño	H ₂ O	100	0	L	50°C	20 min

		Dispersante	1	0	g		
		Tara	4	0	g		40 min
	BOTAR BAÑO						
TINTURA	Baño	H ₂ O	100	0	L	60°C	20 min
		Anilina	3	0	g		
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	1	0	g		
		HCOOH	1	0	ml	40 min	
	BOTAR BAÑO						
ENGRASE	Baño	H ₂ O	100	0	L	70°C	60 min
		Ester Fosfórico	6	0	g		
		Parafina Sulfoclorada	4	0	g		
		Grasa Catiónica	0.5	0	g		30 min
		HCOOH	1	0	ml		10 min
		HCOOH	1	0	ml		10 min
		Cr ₂ (SO ₄) ₃	2	0	g		20 min
	BOTAR BAÑO						