



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE ZOOTECNIA

“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS UN TANINO SINTÉTICO”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

WILFRIDO MOISÉS ALTAMIRANO BAGUA

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

El presente Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Ing. Fabricio Armando Guzmán Acan

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. MC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. MC. Rafael Buenaño Núñez.

ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 5 de enero del 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Wilfrido Moises Altamirano Bagua, con cedula de identidad número 060411917-2, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que constan en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Moises Altamirano Bagua

CI: 060411917-2

Riobamba, 5 de enero del 2017.

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Petrona Bagua, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi padre Pedro Altamirano, ser un pilar fundamental tanto en la vida y en lo académico, además por quererme, apoyarme siempre,

Mis hermanos, José, María, Petrona, Lolita, Rebeca, Daniel y a ti Jessica Ch. por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Amigos y familiares, por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

A todos ustedes, con Amor

Wilfrido

AGRADECIMIENTO

A Dios porque sin él nada de esto hubiera sido posible.

A mis abuelitos porque antes de partir me transmitieron las enseñanzas necesarias para poder superar cualquier obstáculo que tuviera en la vida.

A mis padres, Pedro y Petrona, quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, su tenacidad y lucha interminable han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir por mí y por mis hermanos y sin ellos jamás hubiera podido conseguir lo que hasta ahora, gracias por todo su amor.

A todos mis hermanos, cuñados, sobrinos, tíos, primos y amigos por ser mi compañía, mi apoyo y mi fuerza para seguir adelante.

A ti Jessica Ch. gracias por tu apoyo y amor incondicional.

A todos mis amigos de la universidad, quienes han compartido conmigo todos los sacrificios de esta vida universitaria.

Wilfrido

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PIEL CAPRINA	3
1. <u>Defectos en las pieles caprinas</u>	5
B. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS	6
1. <u>Remojo</u>	8
2. <u>Descarnado</u>	8
3. <u>Desencalado y purga enzimática</u>	9
4. <u>Piquelado</u>	10
C. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA DE PIELES CAPRINAS	10
1. <u>Curtición vegetal</u>	12
a. Productos	14
b. Sintéticos de substitución	15
c. Sintéticos dispersantes	15
d. Fijadores de taninos	16
e. Otros productos auxiliares	16
f. Método general	16
2. <u>Como conseguir determinados resultados, eliminando defectos u obtienen, calidades concretas que se pidan en el artículo final</u>	17
a. Tacto	17
b. Soltura de flor o doble piel	17
c. Resistencias físicas	17
d. Finura de flor	18
e. Finura de felpa	18
f. Plenitud	18
3. <u>Extractos curtientes comerciales</u>	18
4. <u>Productos curtientes</u>	20

D.	CURTICIÓN CON TARA	22
1.	<u>Tara en polvo</u>	23
a.	Observaciones	24
E.	CURTIENTES SINTÉTICOS	24
F.	EXIGENCIAS DEL CUERO PARA CALZADO	28
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	31
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	31
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	31
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	32
1.	<u>Materiales</u>	32
2.	<u>Equipos</u>	33
3.	<u>Productos químicos</u>	33
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	34
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	36
1.	<u>Físicas</u>	36
2.	<u>Sensoriales</u>	36
3.	<u>Económicas</u>	36
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	36
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	37
1.	<u>Remojo</u>	37
2.	<u>Pelambre por embadurnado</u>	37
3.	<u>Desencalado y rendido</u>	38
4.	<u>Piquelado</u>	38
5.	<u>Curtido</u>	38
6.	<u>Acabado en húmedo</u>	39
7.	<u>Tintura y engrase</u>	39
8.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	40
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	40
1.	<u>Análisis sensorial</u>	40
2.	<u>Análisis de las resistencias físicas</u>	41
3.	<u>Resistencia a la tensión</u>	41
4.	<u>Porcentaje de elongación</u>	44
5.	<u>Temperatura de Encogimiento</u>	45

IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	49
A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINOS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE Caesalpinia spinosa (TARA) MÁS 6% DE TANINO SINTÉTICO	49
1. <u>Resistencia la tensión</u>	49
2. <u>Porcentaje de elongación</u>	52
3. <u>Temperatura de encogimiento</u>	55
B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE Caesalpinia spinosa (TARA) MÁS 6% DE TANINO SINTÉTICO	58
1. <u>Blandura</u>	58
2. <u>Llenura</u>	62
3. <u>Tamaño de Flor</u>	65
C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON LA COMBINACIÓN DE CAESAELPINIA SPINOSA (TARA), MÁS TANINO SINTÉTICO	68
D. EVALUACIÓN ECONÓMICA	70
V. <u>CONCLUSIONES</u>	73
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	74
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	75
ANEXOS	

RESUMEN

En el taller de curtiembre de pieles de la FCP, de la ESPOCH, se evaluó la curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético, el número de unidades experimentales fue 24 pieles caprinas, distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar simple. Los resultados indican que el nivel más adecuado de *Caesalpinia spinosa*, para la confección de calzado femenino fue del 16 %, ya que se consiguió elevar la clasificación del cuero, evitar pérdidas por devoluciones sobre todo garantizar un artículo de primera calidad, conseguir mayor resistencia a la tensión ($3703,10 \text{ N/cm}^2$) y determinar el porcentaje de elongación con 79,6 %; mientras que la mayor resistencia a temperaturas altas fue registrada en el lote de cueros del tratamiento T1, con 85,75 °C. La evaluación sensorial determinó que la mayor ponderación fue atribuida al lote de cueros del tratamiento T3, determinándose la mayor blandura y tamaño de la flor con un valor similar de 4,75 calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), en tanto que la calificación mayor de llenura fue registrada en los cueros del tratamiento T1 (12 %), y que representa mejor aceptación por parte de los manufactureros y consumidores. La mayor rentabilidad económica fue registrada con mayores niveles de tara ya que la relación beneficio costo fue de 1,24 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 24 centavos, que resulta muy interesante sobre todo en los momentos actuales que se requiere reactivar la económica del país.

ABSTRACT

The goat hide tanning combining Tara (*Caesalpinia spinosa*) with synthetic tannins was evaluated in the Skin Tanning Laboratory of Animal Science Faculty of *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo* (ESPOCH). The experimental units were 24 goat hides distributed under a complete randomized design. The results showed the most appropriate level of *Caesalpinia spinosa* was 16% for women's footwear, since it was possible to improve the leather quality, avoid returns, guarantee a high quality product, get higher tensile strength (3 703.10 N/cm²) and determine elongation percentage (79.6%). On the other hand, the leather in T1 got the best resistance at high temperatures (85.75°C). The sensory evaluation showed the leather in T3 was the best determining the best softness and size of flower (4.75); it is excellent according to the scale posed by Hidalgo, L. (2016), whereas the leather in T1 showed the best fullness (12%), which is more accepted by manufacturers and customers. Of the cost/benefit analysis, the highest levels of Tara were more profitable, since 0.24 cents can result in return of every dollar invested. This will help Ecuador reactivate its economy.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	REQUISITOS BÁSICOS PARA EL CUERO DE CALZADO.	30
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	31
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	35
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	36
5.	CÁLCULOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.	43
6.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA) MÁS 6% DE TANINO SINTÉTICO.	50
7.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA) MÁS 6% DE TANINO SINTÉTICO.	59
8.	MATRÍZ DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS CON LA COMBINACIÓN DE <i>Caesalpinia spinosa</i> (TARA), MÁS TANINO SINTÉTICO.	69
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	71

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Esquema del proceso de curtido.	7
2.	Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidos con la combinación de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara) más 6 % de tanino sintético.	51
3.	Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidos con la combinación de <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara) más 6 % de tanino sintético.	52
4.	Regresión del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más tanino sintético.	54
5.	Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más 6 % de tanino sintético.	55
6.	Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más 6 % de tanino sintético.	57
7.	Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más 6 % de tanino sintético.	58
8.	Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más 6% de tanino sintético.	61
9.	Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más tanino sintético.	63
10.	Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más tanino sintético.	64
11.	Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más 6 % de tanino sintético.	65
12.	Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de <i>Caesaelpinia Spinosa</i> (tara), más tanino sintético.	67

LISTA DE FIGURAS

N°		Pág.
1.	Forma de la probeta de cuero.	41
2.	Máquina para el test de resistencia a la tensión.	42
3.	Determinación de la temperatura de encogimiento del cuero.	48

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
2. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
3. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
4. Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
5. Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
6. Comportamiento del tamaño de flor de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético
7. Receta de pelambre
8. Receta de desencalado de pieles caprinas

I. INTRODUCCIÓN

La conservación de la piel de los animales constituye la más antigua de las aplicaciones de las industrias peleteras a través de la obtención del cuero por medio de la curtición evitando así el endurecimiento y putrefacción de la misma. Es por eso que se dio en la producción de cueros al curtido, que se inició la industria del curtido al cromo, que en la actualidad es una práctica muy polémica por el alto grado de contaminación y que suele ser sustituida por el uso del curtiente vegetal para debido al uso de taninos naturales, que son productos de curtido vegetal y poseen vida propia además de ser amigable con el medio ambiente ya que no influye en la contaminación con aguas residuales de este producto. Uno de los grandes problemas que aqueja al sector del cuero en los actuales momentos es la fuga de la piel y ganado en pie, por tanto se hace necesario que el gobierno adopte políticas que permitan prevenir y corregir estas desviaciones, para lo cual se hace necesario coordinar acciones conjuntas.

En los actuales momentos el sector de la industria y manufactura de cuero y afines se encuentra en un proceso de fortalecimiento y expansión, mismo que se ve limitado por factores, entre ellos el económico y la falta de incentivos para mejorar la producción dirigida a nuevos y exigentes mercados como es el calzado femenino y mucho más si en su producción se ha utilizado una piel que no influye sobre el equilibrio ecológico ya que no es una proveniente de animales en peligro de extinción y cuyas características tanto físicas como sensoriales son semejantes a las pieles bovinas. En América Latina la principal región productora es probable que la producción de cueros de bovinos aumente a una tasa lenta de aproximadamente 1440000 toneladas. En el Ecuador se prevé que la producción de pieles de ovinos y caprinos aumentará a tasas relativamente rápidas dada la probabilidad de que los países de esta región reconstituyan los rebaños de cría tras el período de sequía con el objeto de satisfacer el crecimiento de la demanda de carne de caprino consumida tradicionalmente.

Con certeza se puede manifestar que el mejoramiento de la producción y la calidad de los productos abrirán nuevos mercados mucho más exigentes a los

cuales era imposible acceder debido precisamente a las falencias que existen en el país en la producción de estos bienes. Por otro lado, la apertura hacia nuevos mercados trae consigo el incremento de las exportaciones y consecuentemente el incremento de divisas para el país, con lo cual se espera aportar al mejoramiento del nivel de vida de los ecuatorianos. Adicionalmente se considera que es hora de apoyar al empresario ecuatoriano y crear en él la cultura del mejoramiento continuo de la calidad que exige la globalización. En cambio en lo que a sustancias curtientes se refiere derivado del estudio químico de las mismas, se vio acompañado por otro similar en cuanto a los procedimientos aplicados a la curtición, que se fueron mecanizando de una forma sumamente acelerada.

El proceso de curtición es una de las actividades que en la actualidad está siendo muy controlada ya que uno de los productos más utilizados es el cromo que afecta las condiciones ambientales del medio por lo tanto se busca alternativas que consigan mitigar estos efectos y una de ellas es la aplicación de una curtición vegetal cuyo único inconveniente es que puede lixiviarse fácilmente de ahí la necesidad de la aplicación de un curtiente sintético que se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcína, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos. con formaldehído para condensarlas, por lo expuesto anteriormetne los objetivos fueron:

- Establecer el nivel más adecuado de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa* (12 %, 14 % y 16 %), más un tanino sintético (6 %), para curtir pieles caprinas destinadas a la confección de calzado femenino.
- Determinar las resistencias físicas y características sensoriales del cuero caprino curtido con diferentes niveles de tara más tanino sintético.
- Comparar los resultados alcanzados en las resistencias físicas del cuero caprino con las normas técnicas de la Asociación Española del Cuero, y establecer si cumplen con estas exigencias de calidad.
- Calcular los costos de producción de cada uno de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PIEL CAPRINA

Abraham, A. (2001), indica que la crianza de ganado caprino representa una actividad principal e importante fuente de alimentos e ingresos para numerosas familias que se dedican a ella en la costa y sierra del país. Para otras es una actividad generadora de ingresos complementaria a la agricultura. Los caprinos son las que surten a la industria de pieles muy finas y por esta condición una vez curtidas se destinan a la confección de calzado de alto valor, guantes, encuadernaciones de la mejor calidad. De los animales más jóvenes se obtienen los cueros más finos y de mayor costo. La piel de cabra tiene una estructura fibrosa muy compacta no producen lana sino pelo, es decir que se trata de fibras meduladas en toda su extensión. Los caprinos se consumen en grandes cantidades y se consideran de gran valor en el mercado. Por proporción inversa cuanto más larga es la lana o el pelo del animal menos valor tiene la piel. El trabajo de preparación de este tipo de pieles se hace difícil por ser portadoras de gran cantidad de grasas.

Hidalgo, L. (2004), señala que las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles finas son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post mórten, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85 % del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí. La piel caprina está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y

fibrillas especiales de colágeno. La segunda capa más profunda y espesa es la capa reticular constituida por tejido conjuntivo denso entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno, algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad. Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies. Hay razas de cabras especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), RedSokoto ó Maradi (Nigeria) y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante.

Soler, J. (2004), reporta que la piel caprina es el tipo de material que se utiliza para confeccionar zapatos más sólidos de uso diario: su estructura es maciza y aún así maleable. El tejido de su capa reticular, es muy resistente y debe poder soportar como mínimo unas 20000 flexiones sin quebrarse o desgarrarse. La capa papilar original es apenas visible puesto que la superficie ha sido tratada y cubierta por una capa graneada artificial (por ejemplo un scotchgrain irregular). La extensión de la piel es mucho mayor que la de la piel del ternero: llega a alcanzar a los 3 m², por lo que suele cortarse en dos hojas a lo largo de la columna vertebral, forma en que llega al cortador. Este sitúa los patrones de la pala de forma distinta a la utilizada con la piel del ternero. Las zonas situadas a lo largo del espinazo son también más valiosas, pero en este caso el cortador no sitúa la empella derecha y la izquierda contiguas, sino una debajo de la otra a lo largo de la línea del espinazo puesto que, tal como se ha mencionado anteriormente, se trata sólo de la mitad de la piel.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la dirección en que se extiende la piel es sumamente importante sobre todo en el caso de la piel con graneado artificial, para que la superficie irregular de esta no se alise con el uso y pierda su carácter graneado ya que es precisamente el grano lo que confiere al zapato su gran individualidad y su innegable atractivo. La piel de cabra posee un gran valor en el mercado debido a su apariencia estética y su resistencia lo que permite obtener productos de alta calidad como guantes, tafiletes y napas. Su

mayor inconveniente es el reducido tamaño de las piezas y por lo tanto limita su uso para ciertos productos y mayor coste de mano de obra. En Ecuador la piel se considera un producto secundario en la explotación caprina, aunque tenga un alto significado económico en cuanto a la valoración global del animal, por varias razones:

- Sistema de comercialización de pieles en mercados que no son aprobados por el gobierno y donde la piel muchas veces tienen precios exageradamente bajos.
- El valor del animal al ganadero se le da por un total después de descontar las tasas de matadero y no desglosado en cada una de las partes, venta de los animales vivos a un intermediario.
- Falta de información a los ganaderos de cómo mejorar el manejo para obtener la máxima calidad de la piel.

1. Defectos en las pieles caprinas

Buxade, C. (2004), indica que existe la costumbre de marcar el ganado para identificarlo, esta técnica puede producir deterioros en la piel por quemaduras con hierros candentes. También suelen producirse marcas por simples rasguños con alambres de espino en el campo o en el establo. A veces es necesario efectuar operaciones, entonces se queda la marca quirúrgica. Los defectos más comunes que se pueden presentar en las pieles de origen natural pueden ser:

- Marcas de fuego, imposibles de minimizar, así como también la presencia de cicatrices varias.
- Rayas abiertas o cicatrizados que dentro del proceso estas son más fáciles de disimular.

- Parásitos que dejan marcas como ser: garrapatas (su consecuencia es muy difícil de disimular, queda toda la flor con agujeros. Es un parásito que toma absolutamente todo el cuerpo) o sarna.
- Manchas de sal que pueden aparecer en ambos lados de la piel. En la flor por el empleo de una sal con exceso de bacterias que producen un ataque superficial en zonas húmedas. Del lado carne también atacan las bacterias y las más comunes son manchas rojas y violetas.
- Formación de solapas cuando el cuero ha sido mal salado se separa la capa reticular de la papilar. Se puede saber esto si se tira de los pelos, estos se desprenderán con mucha facilidad.
- Venas naturales del cuero que aparecen en general en las partes blandas y se ven sólo luego de la depilación. Se deberían a un mal lavado que deja sangre y luego al descomponerse deja las venas vacías formando como tubitos.
- Manchas en la flor luego del piquelado son de origen bacteriano. Luego del piquelado es común guardar los cueros y en muchas ocasiones aparece un moho que si queda mucho tiempo produce manchas. Para evitarlo se deben agregar fungicidas.

B. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES CAPRINAS

Abraham, A. (2001), reporta que de las cabras se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos de alto precio, guantes y otras obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabritilla. Pueden emplearse varias sustancias para curtir pero la principal distinción está entre el curtido vegetal y al cromo. El curtido vegetal puede realizarse en foso o en bombos giratorios (fulones). El curtido rápido en el que se emplean elevadas concentraciones de taninos se realiza en tambores giratorios, como se indica en el gráfico 1.

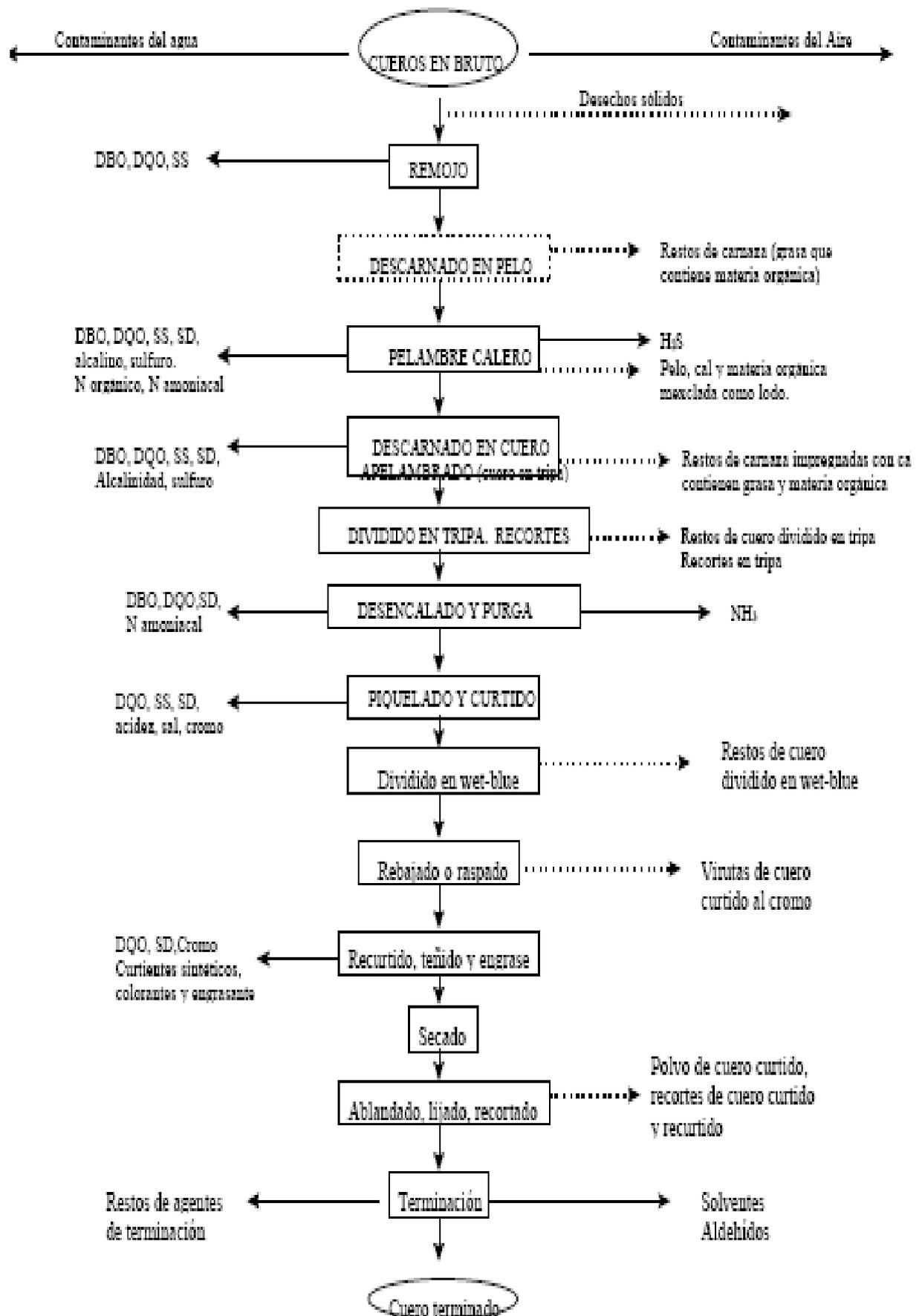


Gráfico 1. Esquema del proceso de curtido.

1. Remojo

Adzet J. (2005), reporta que el remojo es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación y consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos y productos usados en la conservación: sal), disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. El consumo de agua es aproximadamente de 7 m³/t, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión. Antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud cambiando adecuadamente la estructura fibrosa como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes. También con el remojo se persigue:

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

2. Descarnado

Vega, G. (2008), señala que la piel está constituida por las siguientes capas: epidermis, dermis y endodermis, la primera es eliminada en la depilación y apelmbrado y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos) o tejido adiposo (grasa). Con la operación de descarnado se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la

piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. Continuado al descarnado se procede a recortar el cuero en grupones: cabezas y faldas, según el destino requerido, procediendo luego a la división en partes según el espesor y seleccionando los descarnes. En nuestro caso trabajamos con espesores que oscilan entre 2,5 mm a 6,0 mm. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado.

3. Desencalado y purga enzimática

Gomez, J. (2016), la cal se encuentra en la piel en estado de tripa, en tres formas: combinada con la piel, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositados bajo la forma de lodo sobre las fibras o como jabones cálcicos formados por saponificación de las grasas del apelmbrado. Una parte de la cal es eliminada por medio de un lavado y luego para que continúe el proceso se lo hace químicamente mediante el empleo de ácido (clorhídrico o láctico), o mediante sales amoniacaes (sulfato de amonio o cloruro de amonio) de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado deben proporcionar sales cálcicas solubles, fácilmente eliminables con agua y que no tengan efectos de hinchamiento o hidrotrópico (aflojamiento de la estructura fibrosa) sobre el colágeno. El objeto de este proceso es:

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

4. Piquelado

Jacome, A. (2016), reporta que el piquelado consiste en tratar la piel, primero en un baño de agua con sal para prevenir el hidratamiento de la piel con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados se traducen en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos: Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtición superficial y una flor más fina y firme en el cuero final.

Lacerca, M. (2003), indica que la razón por la cual se píquela es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del productos final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición que la reacción cromo-colágeno sea lenta, para que la piel precurtida sea con su estructura fijada no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación sea el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio) o soda solvay. Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido.

C. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA DE PIELES CAPRINAS

Palomino, R. (2002), reporta que la curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra

finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo más o menos blanda, flexible, con el color que convenga y con características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras del colágeno, sino que además pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cual sea el curtiente utilizado. Así, en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal. En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína. De todas formas no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición.

Ángulo, A. (2007), informa que la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente aunque de manera secundaria también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido. Al ser la reacción en medio acuoso, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña (muy disgregadas).

Pérez, T. (2016), el curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero. El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de pépticos. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea. La dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % proteína que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí.

1. Curtición vegetal

Quiandri, F. (2016), manifiesta que este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Desde el punto de vista industrial son importantes, naturalmente sólo las plantas y partes de plantas que por un lado contienen grandes cantidades de sustancias curtientes y por otro son tan abundantes en la naturaleza que pueden servir como fuente de suministro económico de las citadas sustancias. Un contenido de un 60 % de éstas en un fruto raro no puede tener nunca la importancia económica de una corteza de árbol que contenga sólo un 10 %, pero que exista en gran cantidad en los bosques. También es importante el lugar

donde se desarrollan las materias curtientes pues los transportes las encarecen. Además el tanino obtenido permite 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.

Rieche, A. (2006), informa que los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en las citadas partes de las plantas como son:

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales de tipo polifenoles de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40 °C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrógeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.
- **No taninos:** Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario y otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos y azúcares. También

están en este grupo los productos inorgánicos como sales que son solubles en el agua de extracción de los taninos.

- Insolubles: Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos que al momento de la extracción se dispersan en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan. Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente.

a. Productos

Vega, G. (2008), expresa que los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer por la facilidad de hidrolizarse, los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles. Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos.

Hidalgo, L. (2004), informa que en el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables. Como más utilizados tenemos entre los hidrolizables los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De los cuales los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70 %. Además de la diferencia debida a la planta de procedencia, tenemos la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño

por neutralización parcial la solubilizarían y reduciría de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa por condensación con aumento del tamaño micelar.

b. Sintéticos de sustitución

Soler, J. (2005), manifiesta que como su nombre indica, son productos de síntesis a base de polifenoles con propiedades curtientes, pero con pesos moleculares menores que pueden ser usados en sustitución de los extractos vegetales. En general se emplean mezclados con ellos a fin de ayudar a la penetración de los extractos ya que son algo dispersantes, para obtener colores más claros ya que su color es muy tenue y tienen algunos un relativo poder blanqueante. En general son más sólidos a la luz que los extractos vegetales y en ocasiones también este justifica su empleo aunque los resultados no son muy notorios. Es posible efectuar una curtición totalmente sintética con estos productos, pero esto solo se realiza en artículos y pieles muy concretas, por ejemplo reptiles para marroquinería o una curtición blanca vegetal con el corte blanco.

c. Sintéticos dispersantes

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que los sintéticos dispersantes son productos de base naftalen - sulfónica con un elevado poder dispersante, se emplean a fin de dispersar a los insolubles, reducir el tamaño de las míaselas de los tractos vegetales con la intención de procurar mayor facilidad de curtición, minimizando el riesgo de curticiones superficiales excesivas (curticiones muertas). Los sintéticos de sustitución muy poco reactivos (poco astringentes) solos o mezclados con dispersantes son útiles como productos precurtientes, en este caso reaccionan con los grupos más reactivos de la piel a fin de facilitar la penetración de extractos vegetales al efectuar la curtición.

d. Fijadores de taninos

Vega, G. (2008), señala que como se ha indicado anteriormente los taninos están unidos a la piel de una forma relativamente lábil, por ello es conveniente proceder a la fijación de los mismos en la piel. Dicha fijación se provoca mediante la disminución de pH con lo que se vuelve más catiónica y los taninos algo más insolubles o mediante los productos catiónicos como sales metálicas, resinas de urea, melamina también insolubilizan a los taninos vegetales.

e. Otros productos auxiliares

Soler, J. (2004), establece que se emplean productos reductores como el bisulfito, a fin de reducir posibilidades de oxidación. Formadores de complejos con el hierro como para evitar o quitar machas de hierro de las pieles, algún que otro producto rellenante y compactante como puede ser una caseína o productos similares, fungicidas para evitar la formación de mohos, grasas estable al vegetal.

f. Método general

Lacerca, M. (2003), indica que una vez las pieles están bien desencaladas, rendidas o no y lavadas, las 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 reacción de los taninos en toda la estructura de la piel, una fase de fijación taninos en la que se intenta que los taninos sean menos lixiviables con agua último una fase de acabado en la que pueden figurar una posible tintura, una recurtición o blanqueo y en mayor o menor proporción un engrase. A grandes rasgos se puede indicar que hay dos grandes líneas de las cuales curtidos al vegetal: la suela por un lado y los artículos para marroquinería, forro y similares. En el caso de la suela se intenta obtener un artículo muy compacto y bastante duro y grueso, mientras que en la mayoría de los casos los artículos son en general de menor grosor, menos duros y compactos llegando en algunos casos a ser blandos.

2. Como conseguir determinados resultados, eliminando defectos u obtienen, calidades concretas que se pidan en el artículo final

a. Tacto

Buxade, C. (2004), expresa que el tacto de las pieles curtidas al vegetal es siempre duro, no es elástico. Puede ser blando a base de poco extracto, mucho engrase y una precurtición con aldehído glutárico.

b. Soltura de flor o doble piel

Buxade, C. (2004), manifiesta que en general las pieles curtidas al vegetal tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro que los extractos vegetales llenan mucho a las pieles. Únicamente si se ha producido una curtición muerta, puede darse el caso de que aparezca soltura de flor aunque no siempre, cuando la cantidad de extracto utilizada no es suficiente porque si fuera suficiente para la soltura de flor o doble piel el desgarró sería muy deficiente (caso de algunas pieles lanares depiladas por el sistema de la estufa).

c. Resistencias físicas

Aleandry, F. (2009), exterioriza que la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarró a la tracción de la flor que las pieles al cromo debido a que están algo pegadas entre sí, no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores. Los alargamientos son en general menor que en pieles al cromo, no obstante si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían una pieles curtidas al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños.

d. Finura de flor

Vega, G. (2008), señala que debido al relleno que da la curtición vegetal la flor no tiene tendencia a ser fina, pero como no es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan fina como en las pieles al cromo.

e. Finura de felpa

Aleandry, F. (2009), estudia que los extractos vegetales al dar compacidad favorecen el esmerilado y por lo tanto pieles curtidas al vegetal se esmerilan bien dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck curtido al vegetal.

f. Plenitud

Hidalgo, L. (2004), reporta que si unas pieles aparecen vacías y están curtidas al vegetal la causa no es la falta de relleno que pueden dar los extractos vegetales, sino que hay que buscar la causa en otro motivo. Precisamente aprovechando la plenitud que da la curtición vegetal, se realizan procesos en los que inicialmente se curten las pieles al vegetal y después de una mini descurtición, subiendo el pH con bórax, lavando, y bajando de nuevo el pH y añadiendo un reductor, que vuelva atrás la oxidación producida por el aire al subir el pH, se curten las pieles al cromo obteniéndose los llamados semicromos, con la intención de dar a la piel la plenitud del vegetal y las características del cromo.

3. Extractos curtientes comerciales

Jacome, A. (2016), reporta que de una manera rápida demuestra los extractos curtientes más importantes y algunas de sus características.

- Extracto de pino: Se obtiene por extracción de las cortezas de varias especies de pinos. Es el material curtiente más rico en azúcares, presentando sus soluciones una gran tendencia a fermentar, lo que produce la formación de ácidos orgánicos. El extracto de pino por ser de gran astringencia es adecuado para aquellos artículos en que se interese una gran firmeza proporcionando al cuero un color rojizo.
- Extracto de Enzimas: Se puede obtener de las cortezas y de las maderas de las enzimas. Este extracto contiene una mezcla de taninos tirogálicos y catequímicos. De todas las materias curtientes es una de las utilizadas desde más antes, siendo empleada casi para todos los tipos de curtición. El cuero curtido con este extracto es firme y de color pardo amarillento.
- Extracto de Zumaque: Se obtiene por extracción de las hojas secas del arbusto de zumaque, aunque quizás se emplea más frecuentemente en forma de sus hojas molidas. Este extracto es muy suave penetrado en la piel rápidamente. Es una materia curtiente muy estimada para artículos de marroquinería, pues en un cuero de tacto suave y flexible de color muy claro.
- Extracto de Valonia: Se obtiene por extracción de los cabasbillos de las bellotas de la encina de Valonia debido a su astringencia es muy adecuada para la fabricación de cueros para suela, obteniéndose cueros de color amarillento que son bastante impermeables y que proporcionan buenos rendimientos.
- Extracto de Castaño: Es uno de los curtientes de gran utilización en la industria de curtición vegetal, se obtiene por la extracción de madera de castaño.
- Extracto de mimosa: es uno de los extractos más importantes y que más rápido crecimiento ha adquirido en los últimos años, siendo en la actualidad el que se fabrica en mayor tonelaje después del extracto del quebracho. Se extrae de la corteza de los árboles de mimosa. Debido a su poca astringencia rápidamente bacía el interior de la piel. El cuero curtido con este extracto es flexible y un color Beige amarillento, dando un color que fácilmente se

oscurece y se enrojece. El extracto de, mimosa se utiliza en grandes cantidades para el recurtido del cuero al cromo para empeine.

- Extracto de Quebracho: es el extracto que se utiliza en mayor cantidad en la industria del curtido. Se obtiene por extracción en caliente de la madera dura del árbol del quebracho. Los extractos del quebracho solubles en frío se obtienen por una mayor o menor bisulfitación del extracto de quebracho natural. El cuero curtido con extractos de quebracho es de color algo rojizo y por ello en la práctica se mezcla con otros extractos como pío ejemplo con el extracto de mimosa para aclararle el color.
- Extracto ligno sulfónicos: en el tratamiento de madera con sulfitos y bisulfitos, para la obtención de la pasta y el papel se obtienen grandes tonelajes de compuestos lignos sulfónicos solubles, lisias soluciones purificadas por tratamientos químicos y desecadas por atomización se expanden en el comercio en forma de polvo pardo amarillento que se humedece con facilidad. Los compuestos lignos sulfónicos pueden encontrarse en íbrina de sales amoniacas, sódicas o cálcicas. El comportamiento de los ácidos lignos sulfónicos difiere de la sintanes auxiliares. Pueden desplazar cantidades importantes de taninos vegetales ya unidos al colágeno mientras que los sintanes auxiliares con grupos sulfónicos son desplazados de su combinación con el colágeno por los taninos vegetales. Parece que los ácidos ligno sulfónico serán mejores fijados por la piel que los sintanes auxiliares.

4. Productos curtientes

Adzet, J. (2005), informa que en las plantas existe el tanino, contenido en más o menos cantidad en las diversas partes de la planta. Estos taninos vegetales se clasifican en dos grandes grupos: Los hidrolizables y los condensados. Los primeros son esteres de los ácidos gálicos y elágicos de peso molecular elevado, y los segundos son parecidos a productos de condensación del fenol. Junto con los taninos, en las plantas existen los llamados no taninos, que no son otra cosa que taninos de peso y tamaño molecular muy bajos y muy o nada multifuncionales. Como es comprensible, los no taninos reaccionan con el

colágeno de forma limitada pero no por esta razón dejan de tener interés. Actualmente, la industria química extrae de las plantas que tienen más alto contenido en tanino estos taninos y no taninos, obteniendo extractos de castaño, quebracho y mimosa, aunque también existen otros que se usan en menor cantidad para los artículos especiales. Además de los extractos vegetales, la industria química suministra otros productos curtientes y, entre ellos, los más importantes son las sales de cromo III. El más frecuente es el sulfato monobásico de cromo III.

Bacardit, A. (2005), menciona que se utilizan las sales de cromo III mucho más que las de los otros metales porque hasta el momento presente no se conoce (o si se conoce no se ha hecho público) otro metal o producto asequible que tenga un poder similar de formar enlaces estables con el colágeno (poder curtiente) y proporcione, una vez fijado en el colágeno, una base en la piel lo suficientemente apta para poder conseguir las cualidades que el mercado exige a los artículos de consumo fabricados en piel o cuero. Como ejemplo, nos proporciona una piel que puede aguantar 100 °C sin que se encoja, 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.

Buhler, B. (2000), informa que además de las sales de cromo se utilizan las sales de aluminio en forma de sulfato de aluminio, alumbre de roca o sales básicas preparadas para curtir la piel y que frecuentemente son cloruros o sales de ácidos orgánicos. Las sales de aluminio no proporcionan gran resistencia al agua ni a la temperatura y, por eso, se utilizan mucho menos. Su principal aplicación como producto curtiente se encuentra en el campo de la peletería, en el cual el pelo natural evita el contacto con el agua de la lluvia. De forma parecida al aluminio se comportan el hierro III, el circonio y el titanio, que actualmente tienen un uso muy limitado como productos curtientes. Otros productos aptos para la curtición de pieles son los aldehídos, los aceites de peces oxidables, resinas de urea, melanina, acrílicas. Todos estos productos que tienen uso limitado como productos curtientes se utilizan generalmente como productos complementarios de la curtición al cromo, a fin de obtener determinados artículos y las

características finales deseadas. En general se puede afirmar que muchos productos son potencialmente curtientes ya que como se ha dicho solamente hace falta que sean polifuncionales con capacidad de formar enlaces covalentes y de tamaño molecular alto pero lo que es más difícil es proporcionar a la piel una base adecuada para ser transformada en un artículo de calidad. Actualmente la curtición de las pieles se realiza con sales de cromo para los artículos de confección (napa y ante) y para la mayor parte de cuero para zapatos y tapicería. La curtición con extractos vegetales sirve para ciertos tipos de pieles para zapatos y principalmente para la suela, forros, plantillas y para marroquinería. En cierto número de artículos se utilizan los dos curtientes, uno a continuación del otro.

D. CURTICIÓN CON 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 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 eonegocios más interesantes del país, en vista que producimos el 80 % del total mundial. Actualmente, Perú es el principal exportador de tara en el mundo, con aproximadamente 6,4 toneladas equivalentes a 14 millones de dólar, durante el año 2009, 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 %.

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

Romaneshu, G. (2016), manifiesta que el polvo de Tara Molida Ultrafina unitan TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de tara (*Caesalpineia spinosa*). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles vegetales o bien vegetal/mixto, destinado 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

Sarmiento, P. (2016), reporta que 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 mejorar 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. CURTIENTES SINTÉTICOS

Buxadé, C. (2004), informa que desde 1912 sintetizó el primer curtiente sintético, el que no tenía poder de curtiente propio, (usado junto con curtientes vegetales, aceleraba el proceso de curtición, aclaraba el color del cuero y disminuía la formación de lodos en los baños de curtición), la Industria del Cuero ha desarrollado diferentes productos sintéticos que pudieran sustituir a los extractos vegetales. El primer curtiente llamado sintan, al tener propiedades curtientes casi idénticas con las de los naturales fue comercializado en el año de 1930 que curte en blanco y con un quimismo bastante complicado. Pero más tarde fue posible fabricar por caminos más sencillos otros curtientes sintéticos con excelentes propiedades curtientes, los que permiten sustituir gran cantidad de curtientes vegetales, sin que se noten diferencias en el cuero. Ha sido posible, inclusive el desarrollo de curtientes sintéticos con cualidades establecidas de antemano, con

reacciones que pueden ser previstas y controladas, destinados a incorporar al cuero características específicas, como por ejemplo:

- Clarificación de la solución curtiente vegetal.
- Precurtido, para acelerar la penetración de los curtientes vegetales.
- Aclarar el color del cuero curtido con extractos vegetales.
- Aclarar el color del cuero curtido al cromo.
- Suavidad, blando al tacto.
- Producción de efecto de curtido suave y abierto.
- Favorecer la penetración de los colorantes.
- Facilitar el esmerilado.
- Proporcionar mayor flexibilidad al cuero.

Cotance, A. (2004), asevera que Los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcína, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónico con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos. Entre las características de los curtientes sintéticos que influyen sobre su capacidad curtiente está el tamaño de las moléculas, siendo importante un peso molecular promedio. Cuando se condensa el fenol con el formaldehído se forma una resina termoestable, cuya dureza y peso molecular dependen de la relación con el agente condensador (formaldehído), ya que a mayor cantidad de formaldehído, mayor será el peso molecular. Si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiente deficiente y si por el contrario es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero.

Font, J. (2005), afirma que los sintéticos comerciales de base fenólica tienen un peso molecular de 400-800, los de mayor peso molecular se fijan poco sobre los grupos reactivos del colágeno, pero pueden tener un efecto rellenante cuando se aplican sobre la piel. la aplicación de sintéticos sobre pieles en piquel, es una práctica muy extendida principalmente en artículos como la tapicería sin cromo y precurticiones vegetales, utilizándose solos y/o con aldehídos. En ambos casos,

es importante que el cuero que en este estado de precurtición puede llegar a secarse, permanezca flexible y fácilmente remojable. Dado que los grupos reactivos comunes a todos los sintanes son cargas aniónicas, generalmente sulfitos, la reactividad de la piel estará condicionada por sus grupos cargados, y que en este caso están determinados por el pH. Las variadas estructuras de los sintanes, ofrece diversas posibilidades de fijación en la piel, pero se pueden definir básicamente dos tipos de uniones:

- Uniones salinas entre las cargas negativas del sintético (SO_3^-) y los grupos amínicos del colágeno, en medio ácido (NH_3^+).
- Uniones no salinas y que corresponden a su vez a dos tipos de enlace:
- Puentes de hidrógeno entre el oxígeno del grupo hidroxílico y los grupos peptídico del colágeno.
- Por una parte la atracción entre dipolos de los grupos aromáticos y por otra los enlaces que se forman entre los grupos peptídicos.

Graves, R. (2007), afirma que las uniones salinas corresponden a las sales derivadas los ácidos fenol y naftalen sulfónicos; mientras que las no salinas corresponden al resto de los sintéticos ya que en ellos solo hay los grupos sulfónicos necesarios para conseguir su solubilidad. Por otra parte, es determinante en la penetración del sintético, su grado de condensación ó tamaño de molécula, este tamaño determinará desde el punto de vista estérico, su capacidad de movimiento dentro de las fibras de colágeno. Los sintéticos de sustitución sustituyen a los extractos vegetales en cualquiera de sus aplicaciones, pero en general son más sólidos a la luz, aclaran más el color del cuero, tienen moléculas más pequeñas lo cual los hace menos rellenantes, y con tendencia a dar cueros menos duros. Al ser más aniónicos aclaran más las tinturas pero cambian menos el tono. Son útiles para un blanqueo de la piel cromada cuando hay que efectuar tinturas en tonos muy claros.

Uvidia, M. (2016), manifiesta que existen en el mercado una gran variedad que va desde algunos muy astringentes y deshidratantes para efectuar crispados, pasando por los sintéticos normales y de blanco con un buen poder de blanqueo, hasta los sintéticos muy poco astringentes y sólidos a la luz, que permiten efectuar recurtidos en pieles tipo confección o tapicería, cuya solidez a la luz debe ser buena y su tacto muy blando. Las cantidades utilizadas son análogas a las de los vegetales 4 % al 6 % pero hay que tener en cuenta que en muchos casos son líquidos de un 50 % y 60 % de riqueza en sólidos, lo cual hace que se empleen entonces cantidades del orden de 8 % -12 % si se emplean solos, o substituyendo el 1 % de extracto vegetal por un 2 % de sintético de substitución líquido. Dentro de lo que podríamos llamar sintéticos auxiliares pueden considerarse tres tipos: los sintéticos auxiliares neutros, los ácidos y los neutralizantes emnascarantes.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que existe en el mercado una amplia gama de productos que va desde los productos altamente sulfonados con nula actividad curtiente, sintéticos auxiliares ácidos y neutros, dispersantes, naftalen o fenol sulfónicos condensados con formol, pasando por los por los sintéticos fenólicos y cresólicos con poder curtiente más o menos elevado en función del grado de sulfonación más reducido y peso molecular más alto, sin ser excesivo, sintéticos de substitución "normales", continuando con sintéticos similares a los anteriores con grupos sulfona o sulfonamina y otros sintéticos de substitución para "blanco" y terminando con sintéticos de elevada reactividad química, con la mayor parte posible de anillos fenólicos sin el grupo sulfónico solubilizante sintéticos de substitución para "crispados".

Font, J. (2005), afirma que es evidente que esta clasificación es un poco relativa, puesto que existen muchos productos que no pueden ser enmarcados en una de ellas, sino de que tendrán que considerarse como estados intermedios e incluso alguno de ellos estaría fuera de la clasificación efectuada. Sólo se intenta que sea útil para comentar sus efectos sobre pieles al cromo. La palabra substitución quiere indicar que son productos curtientes y que pueden ser empleados en lugar de los extractos vegetales o sea substituyéndolos, parcial o totalmente. En la curtición lo más frecuente es la substitución parcial, en las recurticiones se

emplean solos o conjuntamente con los extractos vegetales. En comparación con un extracto vegetal podríamos suponer que los sintéticos auxiliares se parecen en su comportamiento, a los no taninos de un extracto. Siguiendo con la comparación los sintéticos de sustitución "normales" son parecidos en su comportamiento a un extracto vegetal de bajo peso molecular y en general no muy astringente.

Jones, C. (2002), señala que los sintéticos para "blanco" serían parecidos en su comportamiento a un extracto vegetal de peso molecular alto, no muy astringente y sólido a la luz. Por último los sintéticos para "crispados" serán parecidos en su comportamiento a un extracto vegetal muy astringente. Las diferencias más importantes con relación a los extractos vegetales son: más aniónicos por lo que aclaran más las tinturas, pero al tener poco color propio no modifican apenas el tono de la tintura; tienen la molécula más pequeña lo cual les hace menos rellenantes, son más sólidos a la luz, aclaran el color del cuero al cromo, tienen tendencia a dar cueros menos duros y flores más finas, pueden mitigar un poco más la soltura de flor al penetrar algo más fácilmente, son menos sensibles a los ácidos, electrolitos y sales metálicas.

F. EXIGENCIAS DEL CUERO PARA CALZADO

Rivero, A. (2001), menciona que a modo de síntesis, las principales exigencias y solicitudes que el cuero para calzado debe satisfacer en la fabricación y en el uso práctico del calzado se resumen en la siguiente relación:

- El cuero y su acabado deben poseer una alta flexibilidad para prevenir la aparición de fisuras y roturas en la zona de flexión del calzado. Alcanzar una suficiente adherencia del acabado para evitar su desprendimiento con el uso del calzado.
- Acreditar una adecuada solidéz al frote, entendiendo que el frote no modifique substancialmente el aspecto del cuero ni la capacidad de ser nuevamente pulido por el usuario.

- Tener una elevada elasticidad de la capa de flor, que le permita resistir los esfuerzos de elongación a que se somete en el montado del calzado, especialmente en la puntera.
- La medición de la elongación a la rotura debe proporcionar un valor intermedio, ni demasiado alto ni demasiado bajo. Con ello se apunta una elasticidad suficiente para adaptarse a la particular morfología del pie del usuario y a los movimientos derivados de su personal forma de andar pero no excesiva, lo cual conduciría a la pronta deformación del calzado con la alteración de sus medidas y proporciones.
- La resistencia al agua es una propiedad cada vez más solicitada y en este sentido el ensayo dinámico de impermeabilidad adquiere especial importancia. En todo caso debe distinguirse entre cuero de calzado para usos convencionales y el de altas prestaciones con el calificativo comercial de "hidrofugado" o "waterproof", para el que todas las directrices establecen unas demandas más exigentes. El cuero de calzado debe ser permeable al vapor de agua, el contenido en sustancias inorgánicas solubles debe ser bajo para prevenir la formación de eflorescencias salinas.
- Otras cualidades importantes que pueden mencionarse son la solidez a la gota de agua para los afelpados, la resistencia a la tracción para los serrajes, la estabilidad de los colores claros sin que se produzcan amarilleamientos.

Tamariz, A. (2012), manifiesta que los cueros destinados a la confección de calzado deben cumplir con un número determinado de exigencias de calidad según las Normas Técnicas del Cuero y calzado las cuales se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. REQUISITOS BÁSICOS PARA EL CUERO DE CALZADO.

Directrices para cuero de calzado	GERIC	Directrices alemanas
Ensayos especiales		
Resistencia al desgarro	IUP8	DIN 53329
-calzado con forro	Mínimo 35 N	Mínimo 35 N
-calzado sin forro	Mínimo 50 N	Mínimo 50 N
Resistencia a la flexión continuada	IUP20	DIN 53351
- en seco	Charol: min 15.000 flexiones otros: min 50.000 flexiones	Charol: min 20.000 flexiones otros: min 50.000 flexiones
- En húmedo	charol: min 15.000 flexiones otros: min 20.000 flexiones	Charol: min 10.000 flexiones otros: min 10.000 flexiones
Elongación a la rotura	IUP6	DIN53328
-Flor	Mínimo 35 %	-
-cuero	Mínimo 45 %	Mínimo 40 %
Resistencia a la tracción	Mínimo 150N	Mínimo 150 N
Distensión de la capa de flor (Ensayo del lastometro)	IUP9 Mínimo 7 mm	DIN 53325 Mínimo 7 mm
Absorción de vapor de agua		DIN 4843 T2 10 mg/cm ² después de 8 h.
Adherencia del acabado	IUF470	IUF470
Caprino plena flor o levemente corregida		
En seco	Mínimo 3'0 N/cm	Mínimo 3'0 N/cm
en húmedo	Mínimo 2'0 N/cm	Mínimo 2'0 N/cm
Caprino flor corregida		
- En seco	Mínimo 5'0 N/cm	Mínimo 5'0 N/cm
- en húmedo	Mínimo 3'0 N/cm	Mínimo 3'0 N/cm
Cueros con acabado delgado (boxcalf, napa, cabritilla)		
- en seco	Mínimo 2'5 N/cm	Mínimo 2'5 N/cm
Cuero charol		
- en seco	Mínimo 4'0 N/cm	
- en húmedo	Mínimo 2'0 N/cm	

Fuente: Asociación Española de la Industria del Cuero. (2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se realizó en el taller de curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana Sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02", y los análisis de las resistencias físicas se realizaron en los equipos del mismo laboratorio. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el (cuadro 2).

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2016
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. (2017).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles caprinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg. cada una. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 24 pieles caprinas.
- Cuchillos de diferentes dimensiones.
- Estiletes.
- Mandiles.
- Baldes de distintas dimensiones.
- Mascarillas.
- Botas de caucho.
- Guantes de hule.
- Gorra .
- Tinajas.
- Tijeras.
- Mesa.
- Peachimetro.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Tableros para el estacado.
- Clavos.
- Tanque de gas.
- Cocina.
- Probetas.
- Ollas.
- Pinzas.
- Mangueras.
- Embudo.
- Envases plasticos.
- Cuchillos.
- Martillo.

- Sillas.

2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido.
- Raspadora.
- Bombos de teñido.
- Balanza analítica.
- Balanza en kg.
- Toggling.
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación.

3. Productos químicos

- Sal en grano.
- Formiato de sodio.
- Bisulfito de sodio.
- Sulfuro de sodio.
- Ácido fórmico.
- Ácido sulfúrico.
- Tara.
- Ríndente.
- Lanolina.
- Deslizante.
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución.
- Resinas acrílicas.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Detergente.
- Sulfato de aluminio.

- Tanino sintético .
- Cloro.
- Cal.
- Diesel.
- Tensoactivo.
- Cromo.
- Anilina.
- Compacto.
- Pigmento.
- Penetrante.
- Ligante de partícula fina.
- Hidrolaca.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres diferentes niveles de Tara (12 %, 14 % y 16 %), en combinación con el 6 % de tanino sintético, en la curtición de pieles caprinas, para la producción de cuero para calzado, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar Simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.
 μ = Efecto de la media por observación.
 α_i = Efecto de los tratamientos (niveles de tara).
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizará la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue el siguiente:

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

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 3, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de Tara más 6 % de tanino

sintético	Código	Repeticiones	T.U.E.	Obs./ Nivel
12 % de tara	T1	8	1	8
14 % de tara	T2	8	1	8
16 % de tara	T3	8	1	8
TOTAL		24		24

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

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	2
Error	21

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm².
- Porcentaje de elongación, %.
- Temperatura de encogimiento, °C.

2. Sensoriales

- Llenura, puntos.
- Blandura, puntos.
- Tamaño de grado de flor.

3. Económicas

- Costo de producción.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar simple y sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, en el programa Infostat.(2011 versión 1)
- Separación de medias ($P < 0.05$) a través de la prueba de Duncan.
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas.
- Análisis de regresión y correlación múltiple, en el software Excel. (2016 versión windows 10)

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Remojo

- Se pesó las pieles caprinas frescas y en base a este peso se trabajó preparando un baño con agua al 100 % a temperatura de 25 °C y 0,5 % de detergente y se rodó por 30 minutos y se botó baño.
- Luego aplicamos 300 % de agua más 0,02 % de cloro más 0,2 % de tenso activo y 2 % de sal se mezcló y se dejó 3 horas girando el bombo y se eliminó el baño.

2. Pelambre por embadurnado

- De nuevo se pesó las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con 2,5 % de sulfuro de sodio, en combinación con el 3 % de cal, disueltas en 5 % de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carne, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejó en reposo durante 12 horas, para luego extraer el pelo en forma manual.
- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 50 % de agua a temperatura de 25 °C al cual se añadió el 1,2 % de sulfuro de sodio, 0,5 % de sal y el 2 % de cal y se giró

el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

3. Desencalado y rendido

Luego se lavó las pieles con 100 % de agua limpia a 30 °C, más el 0,2 % de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100 % de agua a 35 °C más 1 % de formiato de sodio por 30 minutos más y luego 1,5 % de bisulfito de sodio más el 0,22 % de producto rindente y se rodó el bombo durante 70 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocó 2 gotas de en la piel para observar si existe o no presencia de cal y que debió estar en un pH de 8,5. Posteriormente se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 300 % de agua a temperatura ambiente durante 40 minutos y se eliminó el baño.

4. Piquelado

Luego se preparó un baño con el 60 % de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10 % de sal en grano, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1,4 % de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 30 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió estar entre 4 a 4,5 y se dejó reposar la piel durante 12 horas exactas.

5. Curtido

Pasado el tiempo de reposo, se añadió 12 % de tara mas 6 % de tanino sintético para las 8 primeras pieles del tratamiento T1, así como también 14 % de tara y 6% de tanino sintético para las 8 pieles del tratamiento T2 y finalmente se adicionó 16 % de tara más 6 % de tanino sintético a las 8 pieles del tratamiento T3; adicionando curtiente sintético al 6 % más ácido fórmico 1 % luego se rodó el bombo durante 5 horas. Se añadió 1 % de ácido fórmico para fijar los productos

curtientes, se rodó el bombo durante 1 hora, se botará el baño y se reposará las pieles durante 48 horas.

6. Acabado en húmedo

- Una vez rebajado a un grosor de 1,2 mm, se pesaron los cueros caprinos y se lavaron con el 200 % de agua a temperatura de 25°C más el 0,2 % de tenso activo y 0,2 % de ácido fórmico, y 0,1 % de deslizante y se rodó el bombo durante 25 minutos para luego botar el baño.
- Luego se preparó un baño con 80 % de agua a 35 °C y se recurtió con 4 % de cromo, dándole movimiento al bombo durante 40 minutos para posteriormente botar el baño y preparar otro baño con el 100 % de agua a 35 °C, al cual se añadió el 1 % de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, giró el bombo durante 40 minutos, para luego añadir el 2,5 % de recurtiente neutralizante y rodar el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300 % de agua a 35 °C durante 40 minutos. Se botó el baño y se preparó otro con el 50 % de agua a 35 °C, al cual se adicionó el 1 % de dispersante, y rodó 10 minutos.

7. Tintura y engrase

- Al mismo baño se añadió el 4 % de anilinas, 6 % de tanino sintético, 2 % de resina acrílica, rellenante de faldas 2 %, se giró el bombo durante 60 minutos.
- Se rodó el bombo durante 60 minutos, y luego se aumentó el 150 % de agua a 60 °C, más el 4 % de parafina sulfoclorada, más el 1 % de lanolina, 6 % de éster fosfórico y el 1,5 % de ácido fórmico diluido, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso y se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 1 % de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5 % de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso por diez minutos y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se lavó los cueros con el 200 % de agua a temperatura ambiente durante 25 minutos, se eliminó el baño y se escurrió los

cueros caprinos para reposar durante 1 día en sombra, y se secó durante 2 a 3 días.

8. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros caprinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo, con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros caprinos se los ablandó en la abatanadora y luego se los estacó a lo largo de todos los bordes del cuero, hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor y se dejó todo un día.

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 que nos indicó que características tienen cada uno de los cueros para calzado, dando una calificación de 5 correspondiente de muy buena; de 3 a 4 buena; y 1 a 2 baja; en lo que se refiere a naturalidad, blandura y tacto.
- Para detectar la llenura se palpó sobre todo la zona de los flancos el cuero y se calificó el enriquecimiento de las fibras de colágeno, los parámetros a determinar se refirieron a identificar si las fibras de colágeno estaban llenas o vacías y de acuerdo a esto se procedió a establecer la calificación.
- La medición de la blandura del cuero se la realizó sensorialmente; es decir el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y realizó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en las faldas para determinar la suavidad y caída del cuero y se lo calificó en una escala que va de 1 que representa menor caída y mayor dureza a 5, que es un material muy

suave y con buena caída, mientras tanto que valores intermedios serán sinónimos de menor blandura.

- Para determinar el tamaño del grano de la piel carpina se realizó tanto una observación visual como una apreciación táctil para determinar si el tamaño del grano es homogéneo o existe imperfecciones muy acentuadas, producto de un mal descarnado que es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal), quedan, luego del cuereado restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar el desarrollo de bacterias sobre la piel y con ello que la apariencia natural se pierda es decir que el grano se visualice muy grueso.

2. Análisis de las resistencias físicas

Estos análisis se los realizó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y la metodología a seguir se describirá a continuación:

3. Resistencia a la tensión

El objetivo de esta prueba será determinar la resistencia a la ruptura, que se da al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero como se indica en la figura 1.

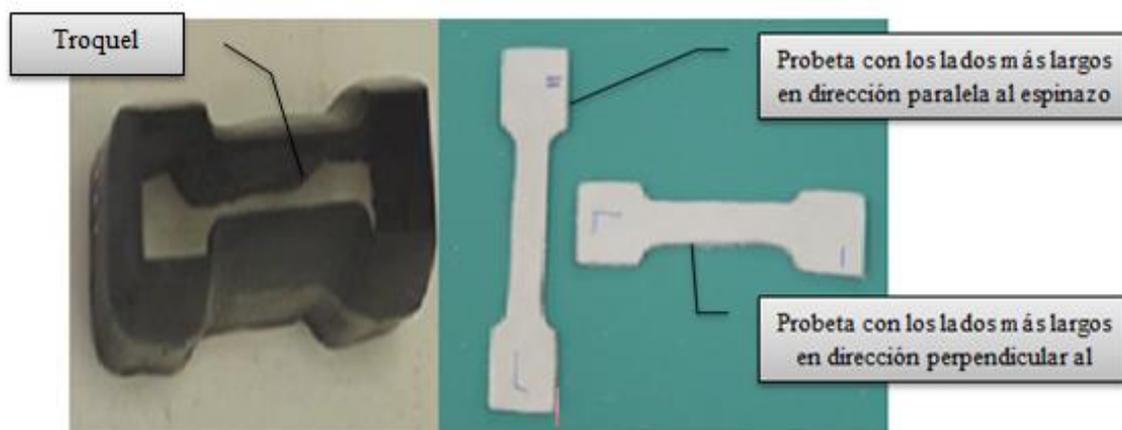


Figura 1. Forma de la probeta de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargará en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se cuidó que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. La máquina que se utilizó para realizar el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua.
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanente es decir rota que indica en la figura 2.



Figura 2. Máquina para el test de resistencia a la tensión.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6 como se indica en el cuadro 5..

Cuadro 5. CÁLCULOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo 150 Kf/cm ²	T= Lectura Máquina
		Óptimo 200 Kf/cm ²	Espesor de Cuero x Ancho (mm)

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

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

Rt = Resistencia a la Tensión o Tracción.

C = Carga de la ruptura (Dato obtenido en el display de la máquina).

A = Ancho de la probeta.

E = Espesor de la probeta.

El procedimiento a seguir fue:

- Se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la formula, cabe indicar que el espesor será diferente según el tipo de cuero en el cual vayamos hacer el test o ensayo.
- Se tomó las medidas de la probeta (ancho) con el Pie de rey.
- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras.
- Posteriormente se prendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación se encendió el display (presionando los botones negros como se indica en la figura; luego girar la perilla de color negro-rojo hasta encender por completo el display)

- Posteriormente se puso en funcionamiento el tensómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica.
- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula.

4. Porcentaje de elongación

El ensayo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación 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 de la 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 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 estuvieron 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 desgarro del cuero hasta su rotura total.
- La resistencia a la elongación se expresó en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta, en Newtons/mm, aunque a efectos prácticos es más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos, Newtons/cm².

5. Temperatura de encogimiento

Es la temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible, al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso. Esta norma establece el método para determinar la temperatura de encogimiento en cueros. Esta norma se aplica en el comercio y fabricación de cueros de cualquier tipo.

- 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 a la calentarla en el medio líquido, a un gradiente uniforme de temperatura, y determinar la temperatura a la cual inicia su encogimiento. El Instrumental y muestreo utilizado fue:
 - Soporte (S) adecuado para el dispositivo de ensayo.
 - Un vaso (V) de 1 000 cm³, tipo alto, que contiene el medio líquido, agua destilada o mezcla de glicerina agua compuesta de 75 % (vol.) de glicerina y 25 % (vol.) de agua.
 - Dos mordazas para sujetar la probeta de cuero, de un ancho mínimo de 15 mm; la mordaza superior.
 - (M1) es móvil, dispuesta de modo que pueda transmitir su movimiento vertical al indicador (g), y la inferior.

- (M2) se encuentra fijada al soporte.
- Un agitador (A).
- Termómetro (T), con escala hasta 120 °C.
- Calentador (C) eléctrico de inmersión y reóstato, que permite elevar la temperatura del medio líquido, de modo que aumente de 3 a 5 °C/min.
- Dispositivo indicador (D) del movimiento vertical de la mordaza móvil (M1), que aumenta el desplazamiento 25 veces por lo menos, provisto de una polea y contrapeso (P), que deben contrabalancear el peso de la mordaza móvil (M1), superar el rozamiento del mecanismo y mantener la probeta bajo una leve tensión. El muestreo de los cueros se efectuó de acuerdo a la Norma INEN 577.

Para la preparación de la muestra se procedió de la siguiente manera:

- Se tomó las muestras o probetas una vez que hayan sido acondicionadas en la atmósfera normal de acondicionamiento, de acuerdo a la Norma INEN 553.
- Se cortó las muestras o probetas rectangulares de 13 mm x 75 mm, las mismas que no debe tener fallas por causas mecánicas, de acuerdo a la Norma INEN 551.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Se introdujo, en el medio líquido contenido en el vaso (V), el agitador (A), el calentador (C) y el termómetro (T); ajustar la temperatura a 23 ± 3 °C.
- Se ensayó 2 probetas o muestras como mínimo, sin acondicionarlas antes del ensayo.
- Se fijó la probeta o muestra en la mordaza inferior (M2) y ajusto la mordaza superior móvil (M1) a una distancia de 65 mm sobre la fija (M2).
- Se conectó la mordaza móvil (M1) con el dispositivo indicador (D).

- Se sumergió la probeta sujeta entre las dos mordazas completamente en el medio líquido y poner en marcha el agitador. Se dejó que el líquido penetre en la probeta.
- Se colocó el contrapeso (P) y ajusto el cero u otro punto de referencia del dispositivo indicador (D).
- Se agitó permanentemente, calentar de modo que la temperatura aumente de 3 a 5 °C/min.
- Se observó la temperatura del medio líquido en °C, en el instante en que la probeta empieza a contraerse, después de un hinchamiento preliminar.

Para los cálculos e informe de resultados se:

- Se calculó el promedio aritmético de las temperaturas de encogimiento, correspondientes a las probetas ensayadas.
- Se expresó la temperatura de encogimiento del cuero en °C, redondeada al múltiplo más próximo de 1 °C. Como resultado final se reportó:
- Las características del lote ensayado (cantidad de cueros, procedencia, destino, etc.), las partes del cuero de las cuales se han cortado las muestras;
- Los resultados del ensayo, a saber la temperatura de encogimiento, cualquier dato no especificado en esta norma o considerado como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.
- Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra. NTE INEN 562 1981-01, como se ilustra en la figura 3.

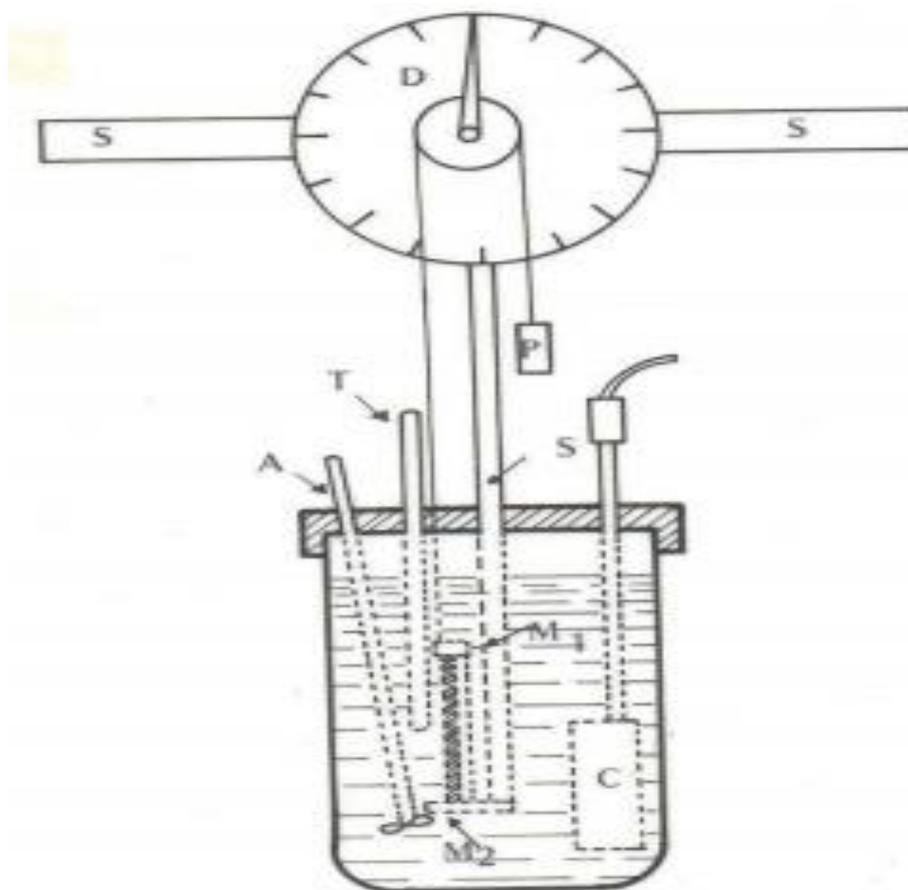


Figura 3. Determinación de la temperatura de encogimiento del cuero.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS 6% DE TANINO SINTÉTICO

1. Resistencia la tensión

Los valores reportados de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos, no registraron diferencias estadísticas entre tratamiento ($P > 0,05$), o efecto de la aplicación de diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de un tanino sintético, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar 16 % de tara con valores de 3703,10 N/cm², a continuación se localizan las respuestas alcanzadas por los cueros curtidos con 12 % de tara, con resultados de 3381,52 N/cm² mientras tanto que la tensión más baja fue registrada por los cueros curtidos con 12 % de tara, ya que las respuestas fueron de 2777,34 N/cm², como se indica en el cuadro 6 y se ilustra en el gráfico 2. De los reportes indicados se afirma que para obtener una mayor resistencia la tensión se deberá trabajar con mayores niveles de tara es decir 16 % en combinación con 6 % de tanino sintético.

Lo que tiene su fundamento en lo expresado por Aleandry, F. (2009), quien menciona que la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarrado, a la tracción, tensión y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre las fibras están algo pegadas entre sí, y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores, sin embargo los alargamientos son en general menores que en pieles al cromo. No obstante si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser similares de las que tendrían las pieles curtidas al cromo y los alargamientos mucho más prolongados. Los taninos como es el caso de la tara, son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas, se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS 6 % DE TANINO SINTÉTICO.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NIVELES DE TARA MAS 6 % DE TANINO SINTÉTICO,%			EE	Prob
	12 % T1	14 % T2	16 % T3		
Resistencia a la tensión, N/ cm ²	3381,52 a	2777,34 a	3703,10 a	459,47	0,370
Porcentaje de elongación, %.	67,81 b	70,94 ab	79,06 a	2,50	0,010
Temperatura de encogimiento, °C.	85,75 a	79,50 b	78,88 b	0,65	0,00002

EE: Error Estandar.

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

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

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

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros, ya que se introducen en el entretejido fibrilar más profundamente logrando la curtición total de las pieles, lo que ocasiona el fortalecimiento de las fibras de colágeno para que las pieles resistan más ampliamente las fuerzas multidireccionales ejercidas sobre ellas en el momento de la confección o mucho más en el uso diario que se requiere mayor firmeza que no se deformen y se provoque el envejecimiento prematuro. El curtiente sintético combinado con curtientes vegetales como es la tara, acelera el proceso de curtición, aclara el color del cuero, proporcionar mayor flexibilidad al cuero y disminuye la formación de lodos en los baños de curtición.

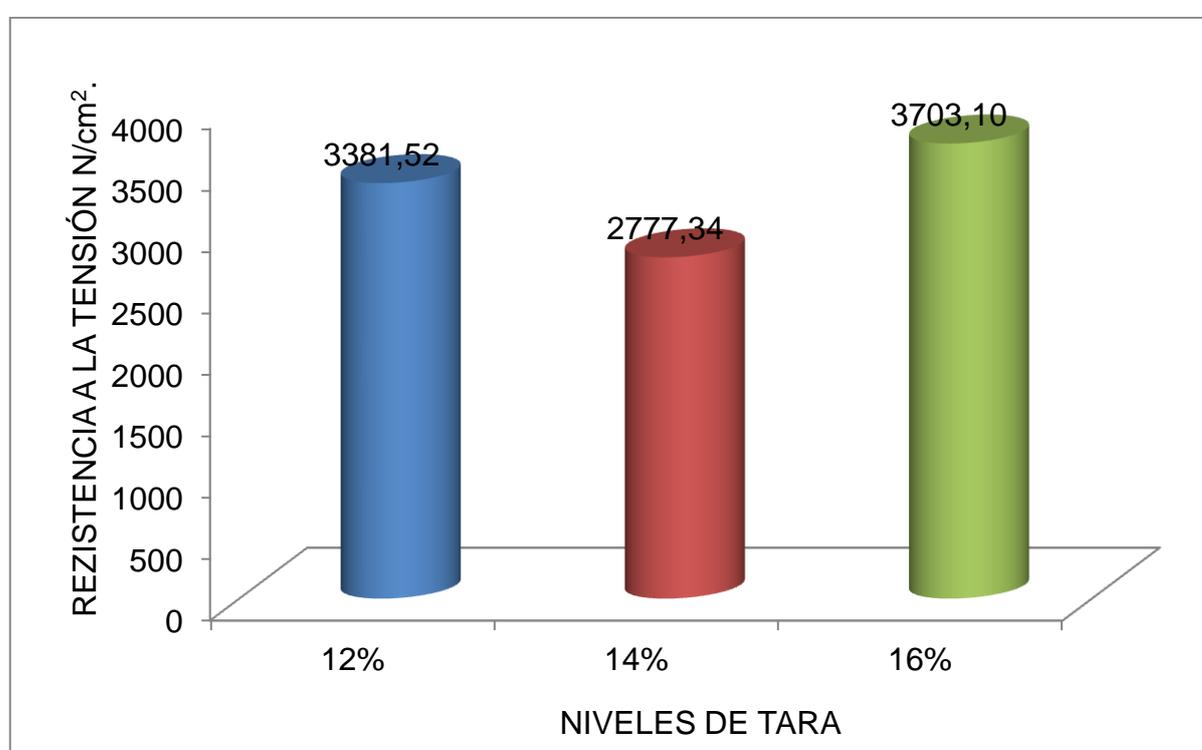


Gráfico 2. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6 % de tanino sintético.

Los resultados expuestos de la resistencia a la tensión al ser comparados con la norma española IUP 6 (2001), que infiere valores mínimos de 1500 N/cm^2 , antes de producirse la primera fisura, por lo tanto al curtir los cueros con los tres niveles de tara (12 %, 14 % y 16 %), se supera esta exigencia la cual es más amplia al utilizar mayores niveles de tara (16 %), en combinación con 6 % de tanino sintético que refuerza el accionar del curtiente vegetal.

2. Porcentaje de elongación

El análisis de varianza de la característica física porcentaje de elongación de las pieles caprinas registró diferencias estadísticas ($P < 0,05$); entre medias de los tratamientos por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* en combinación con 6 % de tanino sintético, registrándose las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T3 (16 %), y que descendieron en las respuestas de las pieles caprinas curtidas con 14 % de tara (T2), ya que los resultados fueron de 70,94 % mientras tanto que la elongación más baja fue determinada en las pieles del tratamiento T1 (12 %), con resultados de 66,81 %, como se ilustra en el gráfico 3. Es decir que a medida que se incrementa los niveles de tara la elongación de las pieles caprinas también se elevan.

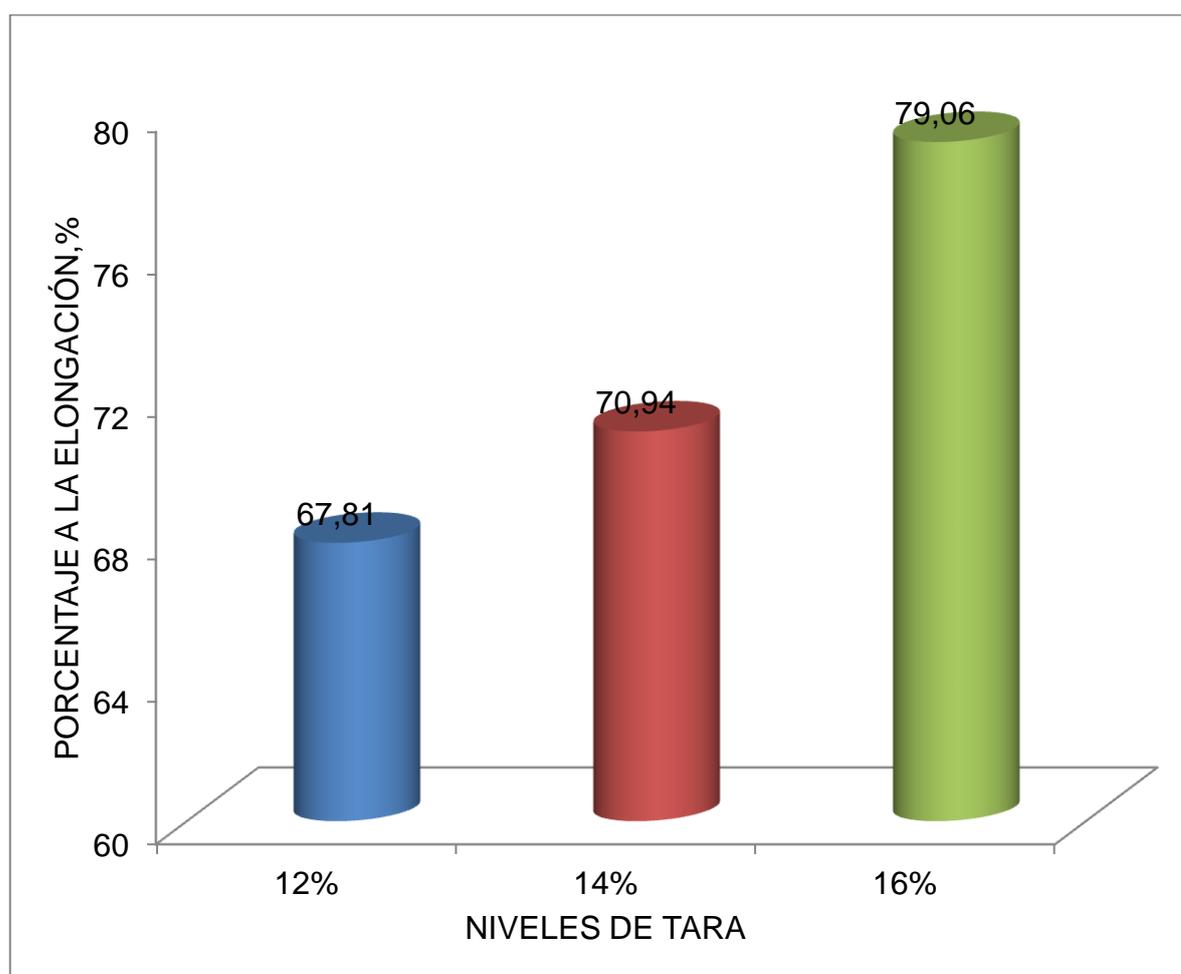


Gráfico 3. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético.

Lo que es corroborado según el criterio de Buxadé, C. (2004), quien manifiesta que los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcina, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos. Entre las características de los curtientes sintéticos que influyen sobre su capacidad curtiente está el tamaño de las moléculas, siendo importante un peso molecular promedio. Cuando se condensa el fenol con el formaldehído se forma una resina termoestable, cuya dureza y peso molecular dependen de la relación con el agente condensador (formaldehído), ya que a mayor cantidad de formaldehído, mayor será el peso molecular. Si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiente deficiente y si por el contrario, es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero. La combinación entre el curtiente vegetal y un porcentaje fijo (6 %) de tanino se debe básicamente a que las fibras de colágeno se acortan y el momento de producirse el estiramiento es decir en el momento del montaje del calado o en el uso diario, se presenta la oportunidad de un mayor alargamiento de la fibra al momento de aplicar fuerzas multidireccionales

Los resultados expuestos del porcentaje de elongación al utilizar los tres niveles de curtiente tara (12 %, 14 % y 16 %), cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero que en la norma técnica IUP 6 (2001), infiere con límites permisibles para cuero destinado a la confección de calzado de 40 % al 80%, resultando este cumplimiento mayor en el caso de los cueros curtidos con mayores niveles de *Caesalpinia spinosa* (tara), considerándose que la curtición vegetal, es una opción adecuada para mejorar la calidad del cuero y sobre todo cuidar el ambiente ya que se considera una tecnología limpia llamada end of pipe (al final del tubo), que son métodos que se emplean para eliminar los contaminantes, ya formados, de una corriente de aire, agua, residuos, productos o similares, al sustituir el tan polémico curtiente mineral cromo por un producto amigable con medio que no afecta a las personas ni a la flora o fauna que forman el ecosistema circundante de una tenería, evitando así el gasto por remediación ambiental y problemas legales por no cumplir con las normativas vigentes en el país .

Mediante el análisis de regresión del porcentaje de elongación como se ilustra en el gráfico 4, se determinó que los datos se ajustan a una tendencia cuadrática altamente significativa, donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 154,06 la elongación inicialmente descende en 14,69 %; con la aplicación de 14 % de curtiente tara para posteriormente ascender en 0,63 % al utilizar 16 % de tara en combinación 6 % de tanino sintético, con un coeficiente de determinación (R^2) de 33,86 % mientras tanto que el 66,14 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como pueden ser la calidad de la piel que por defectos en la crianza puede perder su valor además la piel de cabra tiene muchas propiedades convirtiendole en un material superior para la tapicería, ropa, sombreros, bolsas de mano, cinturones y calzado. Es más gruesa y resistente y menos propensa a romperse que otro tipo de piel de animal. La ecuación de regresión cuadrática utilizada para el porcentaje de elongación fue:

$$\text{Porcentaje de elongación} = 154,06 - 14,687(\%T) + 0,625(\%T)^2.$$

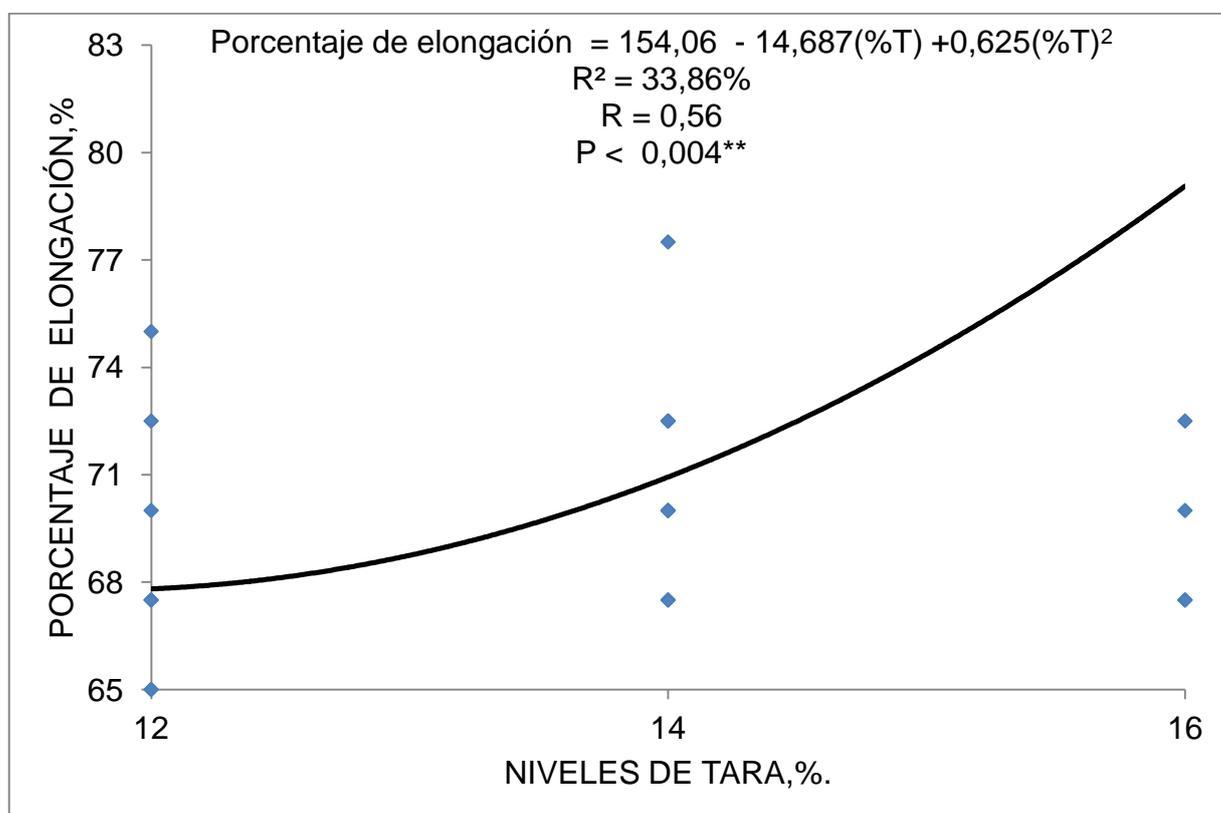


Gráfico 4. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas con *Caesaelpinia spinosa* (tara), más tanino sintético.

2. Temperatura de encogimiento

Los valores medios de la característica física de temperatura de encogimiento en las pieles caprinas reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,0002$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de curtiente sintético, estableciéndose las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T1 (12 %), con observaciones de 85,75 °C, a continuación se ubicaron o registro alcanzados en los cueros del tratamiento T2 (14 %), con valores de 79,50 °C, mientras tanto que la temperatura más bajas a la cual se encogen las pieles caprinas fueron reportadas en el tratamiento T3 (16 %), con respuestas de 78,88 °C, es decir que al aplicar menores porcentajes de curtiente vegetal tara (12 %), las pieles soportan mayores temperaturas de contracción regresando fácilmente a su estado inicial, sin perder área, como se ilustra en el gráfico 5.

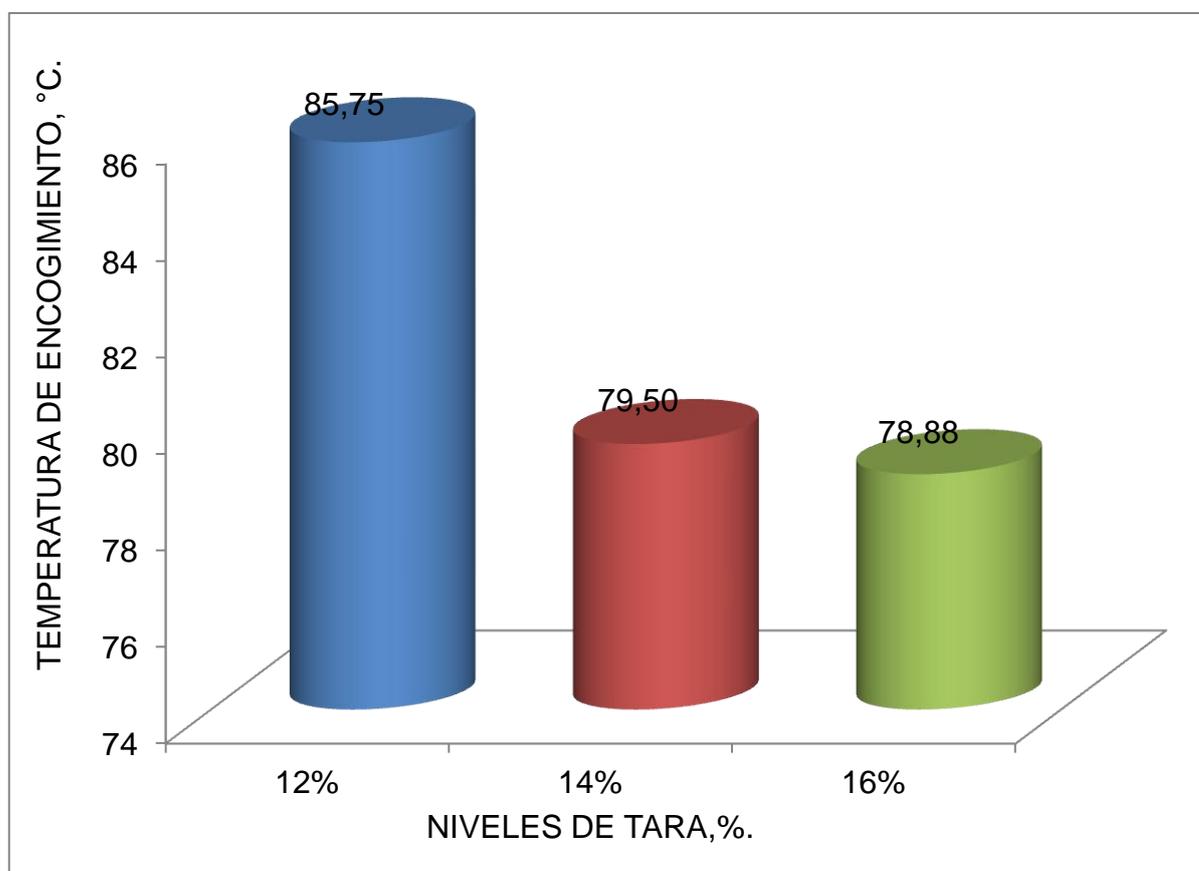


Gráfico 5. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 6 % de tanino sintético.

Los valores mencionados de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas tienen su fundamento en lo que expresa Buxade, C. (2004), quien indica que la combinación de 12 % de tara más 6 % de curtiente sintético, favorece el ingreso de una mayor cantidad de curtiente sintético; el mismo que, eleva la temperatura de encogimiento al ser más resistente a las altas temperaturas, mientras tanto que, mayor cantidad de curtiente vegetal tara disminuye la resistencia a temperaturas elevadas, debido a que se satura el entretejido fibrilar y se hace más débil su estructura. La molécula del curtiente sintético es más resistente al calor; además de, permitir una mejor distribución en condiciones adecuadas de valores de pH y salinidad al no reaccionar los grupos carboxílicos del colgeno y no transformarse en cuero, formando de complejos combinados de proteína y curtiente sintético. El cuero curtido con curtiente vegetales en este caso la tara que se lo combina con un tanino sintético para darle mayor firmeza y solidez resiste mejor la acción de los álcalis, es decir a los sólidos cuando se da el lavado con jabón y detergentes en caliente, estas tienen una buena solidez al sudor y sus temperaturas de contracción llegan a 80-85 °C, sin producirse arrugas ni deformaciones, que no permitieran el ingreso de los productos químicos posteriores este proceso por lo tanto la calidad del cuero se ve desmejorada y muchas veces se descurte fácilmente.

Al realizar el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 6, de la temperatura de encogimiento se determina que los resultados se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 33,23 la temperatura de encogimiento se eleva en 2,81 °C, por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente vegetal tara con un coeficiente de determinación (R^2), del 31,77 % mientras tanto que el 68,23 % restante depende de otros factores no tomados en cuenta en la presente investigación como pueden ser los métodos de faenamiento y conservación de la piel ya que es una etapa que determina su comportamiento en las etapas posteriores, debido a que si ya se inicia un proceso de putrefacción por mínima que sea es muy difícil el ingreso de los productos curtientes, la ecuación de regresión utilizada fue:

$$\text{Temperatura de encogimiento} = 33,23 + 2,81(\%T).$$

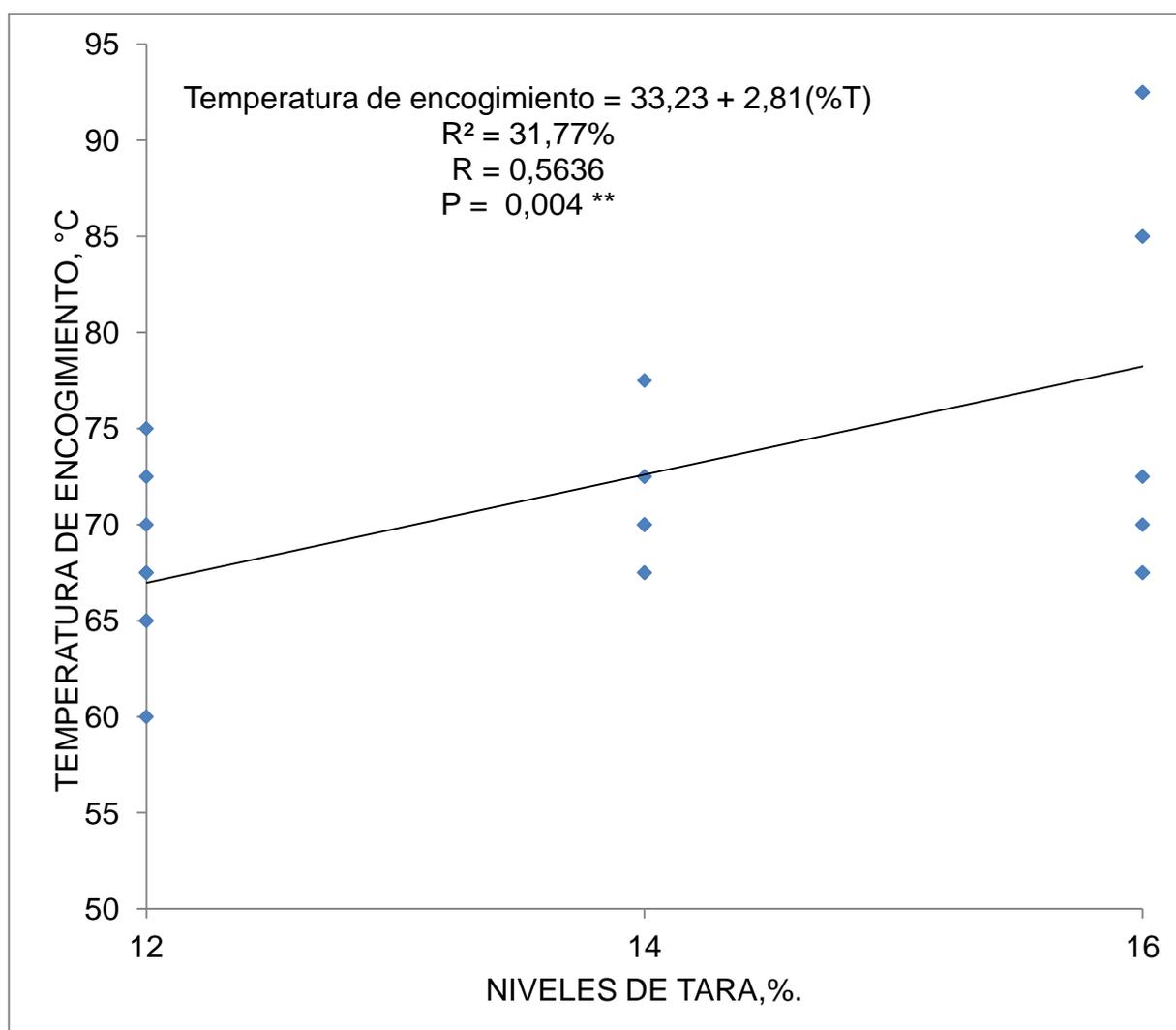


Gráfico 6. Regresión de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 6 % de tanino sintético.

Los valores registrados cumplen con las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización del Cuero, que en la norma técnica INEN 562 (1981), se establece el método para determinar la temperatura de encogimiento en cueros, se aplicará en el comercio y fabricación de cueros de cualquier tipo. 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 y establece como mínimo permisible los 75 °C, que debería soportar antes de producirse un encogimiento total y que pueda revertirse a su estado normal sin pérdida de superficie.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS 6 % DE TANINO SINTÉTICO

1. Blandura

En las puntuaciones asignadas a la evaluación sensorial de blandura se establecieron las calificaciones más altas en el lote de cueros de tratamiento T3, es decir con la combinación de 14 % de tara más 6 % de tanino sintético ya que las puntuaciones fueron de 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), a continuación se aprecian los resultados alcanzados en los cueros curtidos con 15 % de tara más 6 % de tanino sintético con apreciaciones de 4,25 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala mientras tanto que la calificación de blandura más baja fue registrada en los cueros del curtidos con 12 % de tara (T1), con respuestas de 3,38 puntos y condición buena. Es decir que mayores niveles de curtiente vegetal elevan la calificación de blandura de los cueros, como se reporta en el cuadro 7 y se ilustra en el gráfico 7.

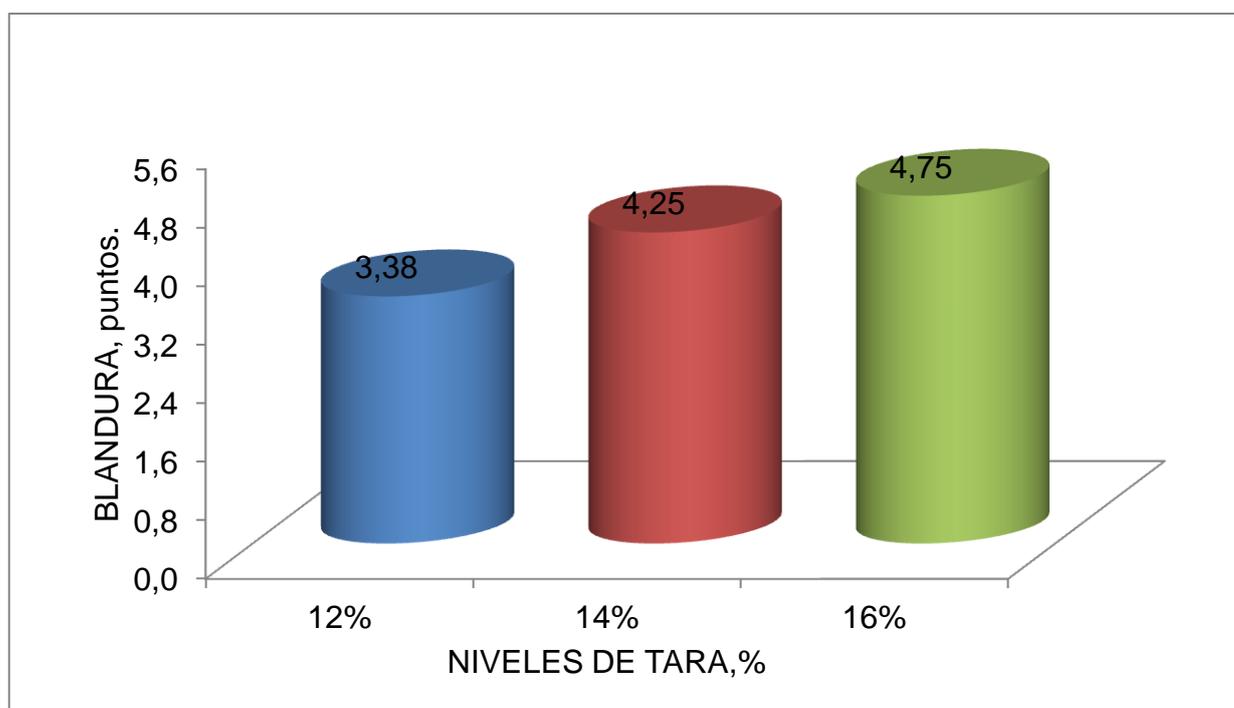


Gráfico 7. Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 6 % de tanino sintético.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDOS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS 6 % DE TANINO SINTÉTICO.

VARIABLES SENSORIALES	NIVELES DE TARA MÁS 6 % DE CURTIENTE SINTÉTICO			EE	Prob.
	12 % T1	14 % T2	16 % T3		
Blandura, puntos.	3,38 b	4,25 b	4,75 a	0,17	0,001
Llenura, puntos.	4,63 a	4,13 ab	3,50 b	0,22	0,003
Tamaño de flor, puntos.	3,75 b	4,50 a	4,75 a	0,20	0,010

EE: Error Estandar.

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

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

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

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

Las respuestas mencionadas de blandura de las pieles caprinas tienen su fundamento en lo que reporta Ángulo, A. (2007), quien indica que la blandura es una característica sensorial medida por el tacto, es una condición de suavidad y caída que hacen del cuero caprino un material manejable y de gran calidad el tacto de las pieles curtidas al vegetal es siempre duro, no es elástico. Puede ser blando a base de poco extracto, mucho engrase y una precurtición con aldehído glutárico. En general las pieles curtidas al vegetal tienen poca tendencia a presentar soltura de flor debido a pieles vacías, el motivo no es otro que los extractos vegetales llenan mucho a las pieles. Únicamente si se ha producido una curtición muerta, puede darse el caso de que aparezca soltura de flor aunque no siempre y cuando la cantidad de extracto utilizada no es suficiente porque si lo fuera se evitaría la muy temida soltura de flor o doble piel el desgarró sería muy deficiente como es el caso de algunas pieles lanares depiladas por el sistema de la estufa.

La relación que existe entre las características sensoriales y el tipo de agente curtiente utilizado es representativo, dado que todo depende de la combinación del colágeno y las fibras del extracto; los cueros curtidos al vegetal tiene buenas características de blandura ya que este curtiente no es astringente y al evaluar las características sensoriales no existe variación de su estructura mantiene las cualidades; también hay que evaluar el agente curtiente auxiliar que se usa, ya que este es el que logra ajustar las condiciones para tener una curtición lo mejor posible, ajustando el pH y el contenido de humedad, los taninos sintéticos que son bases de ésteres y de ácidos orgánicos logran tener una buena interacción en las condiciones experimentales con el colágeno lo cual ayuda a que la curtición sea lo menor agresiva posible y genere cueros con características sensoriales elevadas llegando a ser denotados con excelente calidad y además le permitira obtener ganancias elevadas.

Al realizar el análisis de regresión de la blandura que se ilustra en el gráfico 8, se determina que los resultados se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 0,69 puntos la blandura se eleva en 0,34 puntos por cada unidad de cambio en el

nivel de curtiente vegetal tara con un coeficiente de determinación (R^2), del 59,9 % mientras tanto que el 40,1 % restante depende de otros factores no tomados en cuenta en la presente investigación como pueden ser los diferentes productos químicos previos a la curtición que son los encargados de preparar a la piel para que reciba en su estructura a profundidad el curtiente vegetal y no quede superficial que podría ocasionar una descurtición con su consecuente putrefacción o desmejoramiento de la calidad del cuero, la ecuación de regresión utilizada se ilustra en el gráfico 8.

$$\text{Blandura} = - 0,69 + 0,3438(\%T).$$

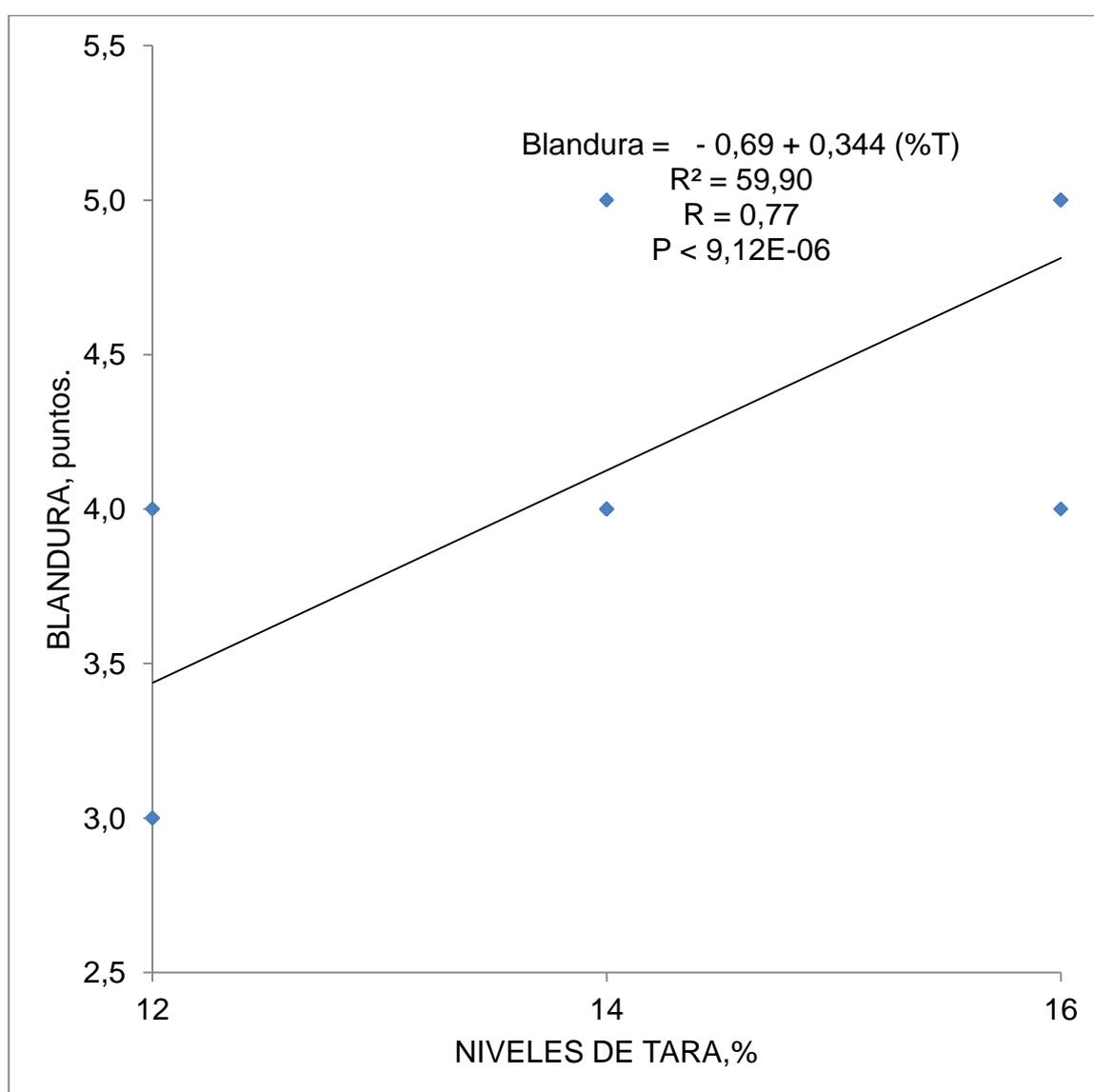


Gráfico 8. Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesaelpinia spinosa* (tara), más 6 % de tanino sintético.

2. Llenura

La llenura de las pieles mide el grado de agente curtiente ubicado entre las fibras de colageno para evaluar la calidad del curtido y de los cueros, la evaluación estadística registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), entre medias, de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con el 12 % de tara (T1), con 4,63 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), que disminuyeron hasta alcanzar valores de 4,13 puntos y condición muy buena cuando se curtió las pieles caprinas con el 14 % de tanino vegetal tara (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron al aplicar en las pieles caprinas 16 % de tanino tara (T3), con medias de 3,50 puntos y condición buena, como se ilustra en el gráfico 9, de acuerdo a esto se establece que la relación que existe entre la llenura de las pieles y los niveles de taninos adicionados es inversamente proporcional ya que a mayores niveles de taninos menores calificaciones de llenura.

Esta relación se puede entender de acuerdo a lo que indica Graves, R. (2007), quien menciona que la curtición vegetal en principio da más relleno que la cuticion al cromo por permitir rodear las fibras de colageno de cantidades importantes de taninos, lo cual implica algo más de grosor. Además estos productos no son muy aplastables en las prensas maquinas de escurrir, repasar por lo que se conserva bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor muy amplio por efecto de esponjamiento no es fácil que se dé.

La curtición con extractos vegetales, al llenar mas entre fibras, tiene tendencia a que estas se coloquen más verticales en relación a la superficie de la piel, que es mayor cuando más astringente sea el curtiente empleado (generalmente al final de la curtición) y por ello tiende a reducir algo el área de la misma, pero teniendo en cuenta que al no ser elásticas las pieles, las dimensiones que se les intenta dar mecánicamente, con las maquinas de repasar, estirar, clavar o similares, son conservadas fácilmente. La llenura de las pieles no depende unicamente del tipo

de agente curtiente utilizado sino que también de las técnicas post y precurtición que se utilice ya que la calidad de los cueros estará relacionada por toda la línea de proceso y que si se los realiza de manera adecuada, el agente curtiente vegetal como en el presente caso es la tara combinada con 6 % de tanino sintético generalmente le otorgan la llenura a las pieles ideal para el artículo que se pretende confeccionar que cuando se curte al cromo, pero también depende de la cantidad del agente curtiente auxiliar utilizado como es un tanino sintético ya que este se ajusta a las condiciones a las cuales reaccionan las fibras de colágeno, otro de los factores que afectan a la calidad del cuero es el nivel de agente curtiente ya que si se utiliza en exceso puede provocar que no reaccione en su totalidad todas las fibras de colágeno con el curtiente ya que se da la competitividad en la reacción y en fin todo esto puede condicionar los resultados por eso es aconsejable utilizar menores niveles de agente curtiente (12 %), como se ilustra en el gráfico 9.

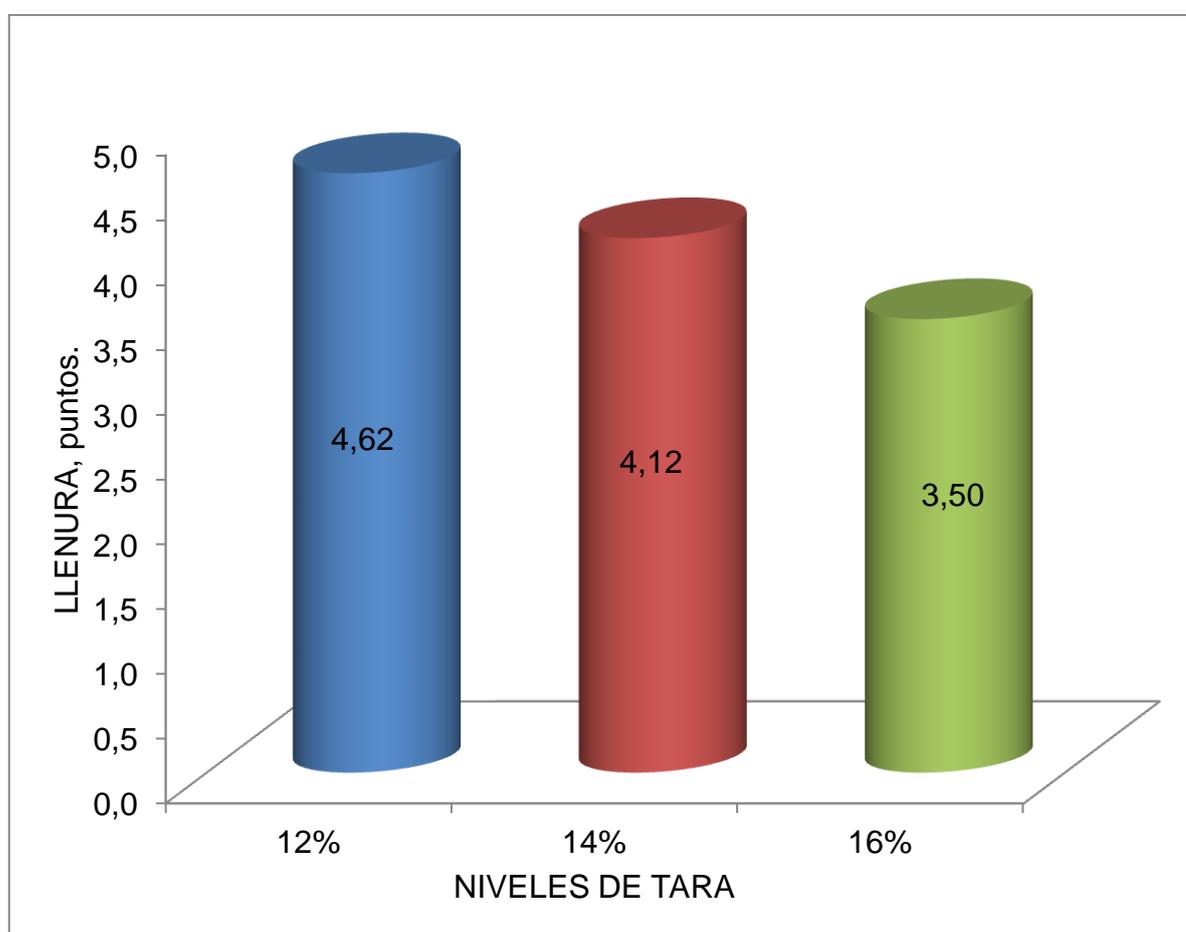


Gráfico 9. Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más tanino sintético.

Al realizar el análisis de regresión de la llenura que se ilustra en el gráfico 10, se determina que los resultados se dispersan hacia una tendencia lineal negativa altamente significativa de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 8,02 puntos la llenura disminuye en 0,2813 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente vegetal tara con un coeficiente de determinación (R^2), del 42,78 % mientras tanto que el 57,22 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser el efecto mecánico que se utiliza para girar las pieles en cada uno de los procesos que deberá ser muy bien calibrado en tiempo y revoluciones para permitir que los productos químicos de cada uno de los procesos ingresen en la profundidad del entretejido fibrilar y no sean lixiviados en el baño, la ecuación de regresión utilizada fue:

$$\text{Llenura, puntos} = + 8,02 - 0,2813(\%T)$$

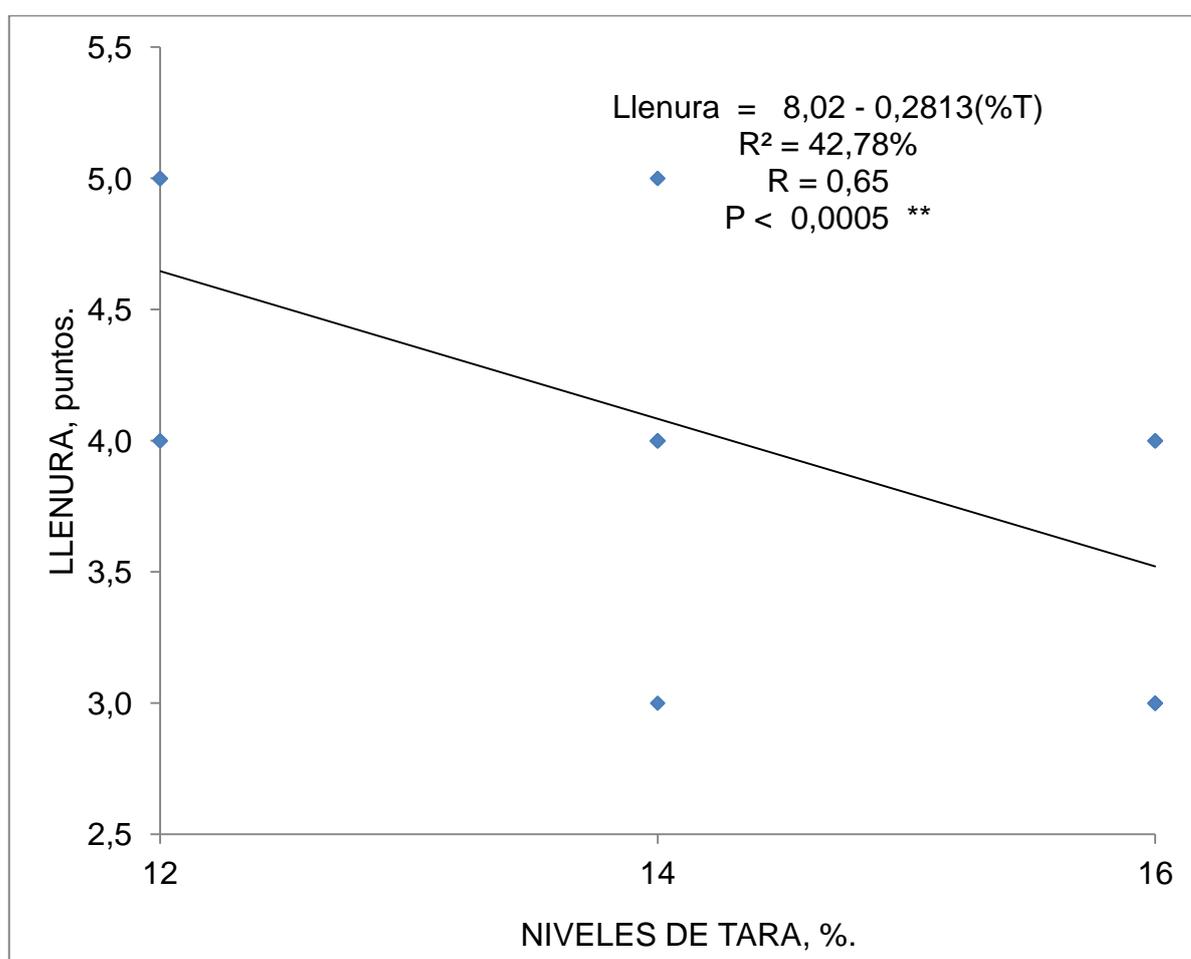


Gráfico 10. Regresión de la llenura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesaelpinia spinosa* (tara), más tanino sintético.

3. Tamaño de Flor

Las características sensoriales son importantes para medir la calidad de los cueros y la aceptación, la valoración estadística reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias según el criterio Kruskal Wallis, alcanzándose las mejores respuestas cuando se curtió as pieles con el 16 % de taninos tara (T3), con 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), a continuación se aprecia los valores registrados mismas que disminuyeron hasta alcanzar medias iguales a 4,50 puntos en el lote de cueros del tratamiento T2 (14%), con calificaciones de 4,50 y condición muy buena según la mencionada escala mientras tanto que la calificación de finura de flor más baja fue registrada por los cueros curtidos con 12 % de tara ya que las ponderaciones fueron de 3,75 y condición muy buena, como se ilustra en el gráfico 11.

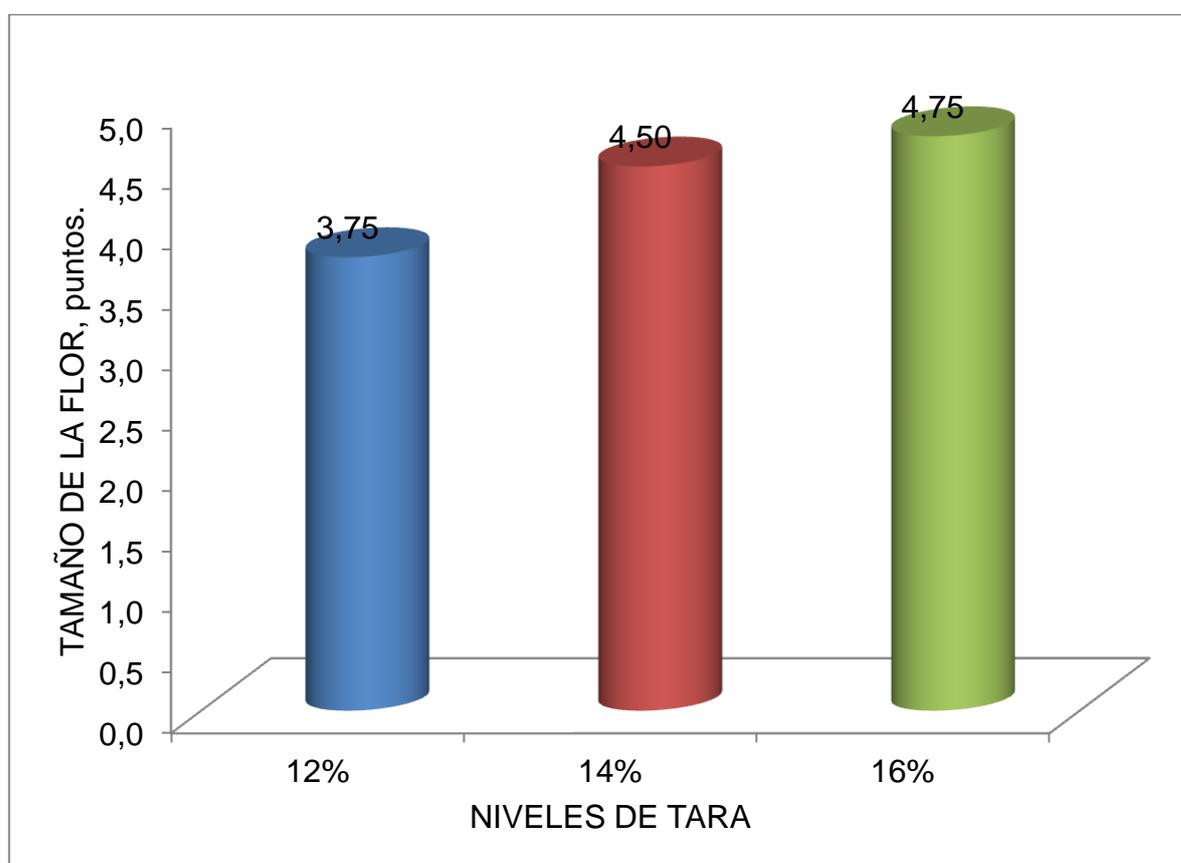


Gráfico 11. Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más 6% de tanino sintético.

De los reportes antes descritos se parecía que a medida que se incrementan los niveles de curtiente tara en la fórmula de curtido de las pieles caprinas se incrementan la calificación de finura de flor, lo que es corroborado según lo que indica Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que el tamaño de la flor es una característica sensorial que tiene que ver con el espesor de la capa externa del cuero que se eleva cuando se aplican las diferentes capas el acabado y que tiene que ser el tamaño ideal para que permita la ubicación homogénea de los diferentes tipos de acabado, además mide la lisura, y el tacto ya que todos estos factores influyen en el tamaño de la flor. La curtición vegetal tiene baja estabilidad a la hidrólisis, elevada acidez, penetración lenta pero profunda coloración característica, Alta concentración de sales tamponante, que permite que el cuero se prepare adecuadamente para recibir sobre todo a las capas del acabado y sobre todo se conserve

El tamaño adecuado de la flor tanto externa como internamente incluyendo los poros característicos de la especie a la que pertenece la piel. Los extractos vegetales al dar compacidad favorecen el esmerilado y por lo tanto pieles curtidas al vegetal se esmerilan bien dando felpas cortas tanto en el caso de suela como si se deseara hacer un ante o un nobuck curtido al vegetal. Una característica que viene ligada con el tamaño de la flor es la plenitud si unas pieles aparecen vacías y están curtidas al vegetal, la causa no es la falta de relleno que pueden dar los extractos vegetales, sino que hay que buscar la causa en otro motivo. Precisamente aprovechando la plenitud que da la curtición vegetal, se realizan procesos en los que inicialmente se curten las pieles al vegetal y después de una mini descortición, subiendo el pH con bórax, lavando, y bajando de nuevo el pH y añadiendo un reductor, que vuelva atrás la oxidación producida por el aire al subir el pH, se curten las pieles al cromo obteniéndose los llamados semicromos, con la intención de dar a la piel la plenitud del vegetal y las características del cromo.

Al realizar el análisis de regresión se determinó que los resultados de la calificación sensorial de blandura del cuero caprino se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa, como se ilustra en el gráfico 12, de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 0,83 puntos el tamaño

de la flor también se incrementa en 0,83 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiembre vegetal tara en combinación con 6 % de tanino sintético, con un coeficiente de determinación R^2 de 35,29 mientras tanto que el 64,71 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que pueden deberse a las diferentes formulaciones que forman parte de la transformación de la piel en un cuero de excelente calidad y que sobre ella juegan un papel muy importante la precisión y el conocimiento de los formuladores .

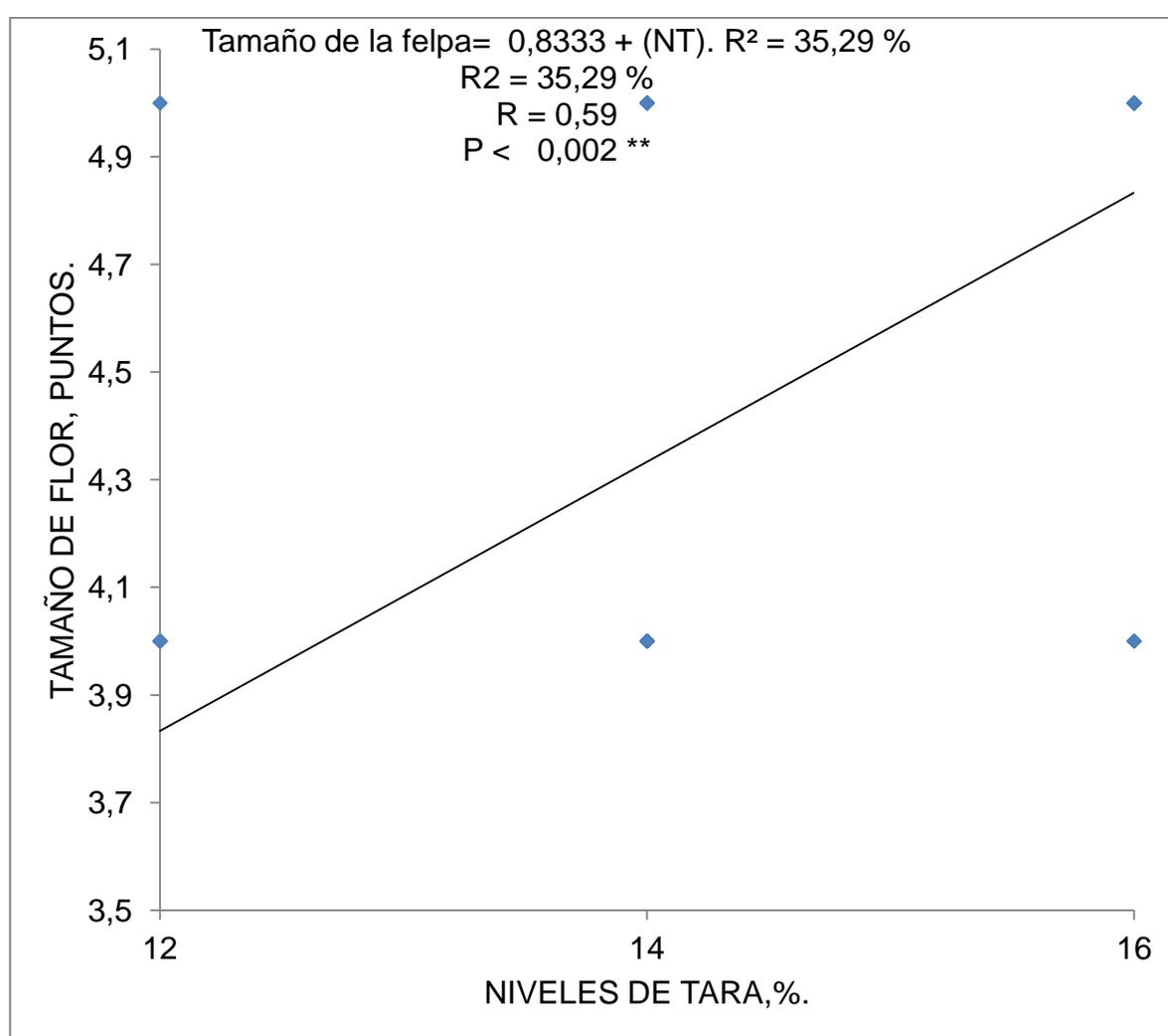


Gráfico 12. Regresión de la blandura de las pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara), más tanino sintético.

C. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA), MÁS TANINO SINTÉTICO

Para realizar el análisis de correlación entre variables físicas y sensoriales de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de tara se utilizó la matriz correlacional de Pearson que se indica en el cuadro 8, y que identifica los siguientes resultados:

- La correlación que existe entre los diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético y la resistencia a la tensión es significativa con una relación positiva de $r = 0,1^*$, que indica que conforme aumenta el nivel de curtiente vegetal tara en el curtido de las pieles caprinas la resistencia a la tensión tiende a mejorar significativamente ($P < 0.01$).
- La correlación que se determina entre los diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético y el porcentaje de elongación determina una asociación altamente positiva, con un coeficiente de determinación de $r^2 = 0,56$, que indica que la elongación aumenta a medida que se incrementa el nivel de curtiente vegetal tara ($P < 0.01$).
- El grado de asociación que existe entre la temperatura de encogimiento y los niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético equivale a establecer una correlación positiva alta ($r = 0,79$), que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de curtiente vegetal tara en el curtido de las pieles caprinas, los cueros tienden a resistir mayores temperaturas antes de encogerse o deteriorarse en forma altamente significativa ($P < 0.01$).
- En lo que tiene que ver con la relación existente entre la calificación sensorial de blandura los diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético, se debe enfatizar que se registró una correlación alta positiva $r = 0,77$, que indica que ante el incremento del nivel de curtiente vegetal tara en el curtido de las pieles caprinas la calificación de blandura se mejora significativamente con una probabilidad del ($P < 0,01$).

Cuadro 8. MATRÍZ DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES FÍSICAS Y SENSORIALES DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS CON LA COMBINACION DE *Caesalpinia spinosa* (TARA), MÁS TANINO SINTÉTICO.

Niveles de tara	Resistencia a la Tensión	Porcentaje de Elongación	Temperatura de encogimiento	Blandura	Llenura	Tamaño flor
Niveles de tara	1	**				
Resistencia a la Tensión	0,1	1	**	*	**	**
Porcentaje de Elongación	0,56	0,13	1			
Temperatura de encogimiento	- 0,79	0,23	- 0,35	1		
Blandura	0,77	-0,01	0,42	- 0,7	1	
Llenura	- 0,65	0,02	- 0,58	0,54	- 0,43	1
Tamaño flor	0,59	0,08	0,55	-0,51	0,5	-0,23

** La correlación es altamente significativa (P < 0,01).

- El grado de asociación existente entre la llenura y los diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético equivale a establecer una correlación positiva alta ($r = 0,65$), que nos permite estimar que conforme se incrementa el nivel de curtiente vegetal tara, la clasificación de llenura tiende a optimarse significativamente ($P < 0,01$).
- Finalmente la correlación que existe entre la calificación sensorial de tamaño de la flor y los diferentes niveles de tara en combinación con 6 % de tanino sintético y el nivel de curtiente vegetal tara aplicado al proceso de curtido de las pieles caprinas registra una asociación positiva alta ($r = 0,59$), que indica que a medida que se incrementa el nivel de curtiente vegetal tara en el curtido la calificación de tamaño de la flor se incrementa significativamente ($P < 0,01$).

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar la evaluación económica de la curtición de pieles caprinas utilizando diferentes niveles (12 %, 14 % y 16 %) de *Caesalpinia spinosa* (tara), que se indica en el cuadro 9, se aprecia que los egresos producidos por la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos y confección de artículos fueron de 152,95 dólares en el tratamiento T1 (12 %), 154,07 dólares en el tratamiento T2, y finalmente 154,48 en el tratamiento T3 (16 %),

Una vez determinados los egresos se procedió a calcular los ingresos que fueron de 172,00; 188,00 y 192,00 dólares, para el caso de las pieles curtidas con 12 %, 14 % y 16 % respectivamente, al obtener tanto los ingresos como los egresos se estimó la relación beneficio costo fue de 1,12 para las pieles del tratamiento T1 y que fueron las más bajas de la investigación representando que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 12 %, que se eleva en las respuestas alcanzadas por los cueros del tratamiento T2 (24 %), a una relación beneficio costo de 1,22 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 22 %, mientras tanto que la mayor ganancia fue establecida en los cueros caprinos curtidos con niveles más altos de tara es decir 16 % ya que el

valor nominal fue de 1,24 es decir que al invertir 1 dólar la utilidad será del 24 centavos (24 %).

Cuadro 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	NIVELES DE TARA		
	12 % T1	14 % T2	16 % T3
Compra de pieles de cabras	8	8	8
Costo por piel de cabras	3	3	3
Valor de pieles de cabras	24	24	24
Productos para el remojo	6,35	6,35	6,35
Productos para el curtido	24,67	25,79	26,2
Productos para engrase	20,18	20,18	20,18
Productos para acabado	21,09	21,09	21,09
Alquiler de Maquinaria	26,66	26,66	26,66
Confección de artículos	30	30	30
TOTAL DE EGRESOS	152,95	154,07	154,48
INGRESOS			
Total de cuero producido	66	64	61
Costo cuero producido pie ²	0,43	0,42	0,39
Cuero utilizado en confección	6	8	6
Excedente de cuero	60	56	55
Venta de excedente de cuero	132	128	122
Venta de artículos confeccionados	40,00	60,00	70,00
Total de ingresos	172,00	188,00	192,00
Beneficio costo	1,12	1,22	1,24

Las ganancias antes mencionadas que fluctúan entre 12 % a 24 % son sumamente alentadoras sobre todo considerando que la recuperación del capital no sobrepasa los 4 meses que es el tiempo requerido para producir una partida de cueros, por lo tanto se considera económicamente rentable ya que las ganancias permitirán el engrandecimiento de la empresa debido a que a mayor producción de cuero mayor rentabilidad, pero uno de los aspectos relevantes es la sustitución del cromo trivalente que fácilmente se transforma en hexavalente que tiene efecto altamente cancerígeno, y que para utilizarlo en una forma más confiable se deberá recurrir a tecnologías limpias en las cuales se incurre en gastos que se reflejan en la ganancia de la empresa.

V. CONCLUSIONES

- El nivel más adecuado de curtiente vegetal *Caesalpinia spinosa* (Tara), para curtir pieles caprinas destinadas a la confección de calzado femenino fue del 16 %, ya que se consiguió elevar la clasificación del cuero evitar pérdidas por devoluciones y sobre todo garantizar un artículo de primera calidad.
- Los resultados alcanzados de las resistencias físicas del cuero caprino superaron con la norma técnica IUP (2002), que se refiere a la resistencia a la tensión con valores de 3703,10 N/cm² y porcentaje de elongación con 79,6 %; mientras que la mayor resistencia temperaturas altas fue registrada en el lote de cueros del tratamiento T1 con 85,75 °C.
- La evaluación sensorial determinó que la mayor ponderación fue atribuida al lote de cueros del tratamiento T3, determinándose la mayor blandura y tamaño de la flor con un valor similar de 4,75 y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), en tanto que la calificación mayor de llenura fue registrada en los cueros del tratamiento T1 (12 %), y que representa la mayor aceptación por parte de los manufactureros y consumidores, pudiendo ubicarse fácilmente en mercados muy exigentes.
- La mayor rentabilidad económica fue registrada al curtir los cueros con mayores niveles de curtiente tara en combinación con 6 % de tanino sintético ya que la relación beneficio costo fue de 1,24 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad de 24 centavos o una ganancia de 24 % que resulta muy interesante sobre todo en los momentos actuales que se requiere reactivar la económica de nuestro país y que mejor que esta alternativa de curtición vegetal que tiene dos finalidades principales el cuidado del ambiente y la recuperación del capital con su respectiva utilidad y sin mayor riesgo si se sigue confiablemente las bitácoras de trabajo.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones

- Se recomienda utilizar 16 % de curtiente tara en combinación con 6 % de tanino sintético para mejorar la calidad del cuero caprino y que se proporcione alternativas de tecnologías mas limpias para el mercado de las pieles.
- La utilización de 16 % de curtiente vegetal favorece el enriquecimiento fibrilar por lo tanto si el requerimiento del mercado es hacia cueros que resistan facilmente las fuerzas multidirecciones sera necesario utilizar mayores niveles de tara.
- Es necesario que el cuero presente la mayor belleza no solo en la parte de la carne si no mas necesario en el lado flor que es la parte visible del cuero y de la cual se fijan mucho tanto los consumidores como confeccionistas, para conseguir este propósito es aconsejablee curtir con 16 % de tara.
- Utilizar el 16 % de curtiente vegetal tara ya que la rentabilidad es la más elevada en compración con los otros tratamientos debido a que la relación beneficio costo fue de 1,24 o una ganancia de 24 %.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
2. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenería. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199-215.
3. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. Pp 30 – 43.
4. ALEANDRY, F. 2009. 1000 preguntas y 1000 respuestas sobre la comercialización de pieles de cuyes, conejos y chinchillas 1a ed. Buenos Aires, Argentina Edit. Banneerpp 78 79, 85 -90.
5. BACARDÍT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
6. BUHLER, M. 2008. Las enzimas en la nutrición animal. 1a ed. Toronto, Canada. Edit AWT, Bonn. pp 12 – 34.
7. BUXADÉ, C. 2004. Tomo VIII. Producción Ovina. En Zootecnia: bases de producción animal. Ediciones Mundi Prensa, Madrid-España.
8. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos, pp. 23 - 32.
9. ECUADOR Instituto Ecuatoriano de Normalizacion del Cuero, que en la norma tecnica INEN 562 (1981).

10. ESPAÑA, Asociación Española del Cuero. Norma técnica IUP 6 2001 Pruebas de resistencia a la tensión y porcentaje de elongación.
11. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2017. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
12. FONT, J. 2006. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2 a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12,25,53,96.
13. GRAVES, R. 2008. 7 La materia prima y su conservación. 2ª ed. se. Igualada, España. sl. 2008. pp. 25-28.
14. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. pp. 15 -58.
15. HIDALGO, L. 2016. Escala de calificación sensorial de los cueros curtidos con diferentes niveles de tara. Riobamba, Ecuador.
16. Gomez, J. 2016. Estudio de los Aspectos estructurales de la piel caprina. Revisado en <http://www.aqeic.es>.
17. Jacome, A. 2016. Diferentes tipos de taninos para curtir las pieles. Revisado en <http://www.udistrital.edu>.
18. Pérez, T. 2016. La industrialización de los taninos para curtir los cueros. Revisado en <http://www.revistavirtualpro.com>.
19. Quiandri, F. 2016. Características de los curtientes vegetales. Revisado en <http://www.cuervegetal2012.blogspot.com>.

20. Romaneshu, G. 2016. Características del cuero curtido al vegetal. Revisado en <http://www.cuervegeíai2012.blogspot.com>.
21. Sarmiento, P. 2016. Características de las pieles caprinas. Revisado en <http://www.biblioteca.org.ar>.
22. Tamariz, A. 2012. Procesos de curtición de las pieles caprinas. Revisado en <http://www.nuetralizacionfloter.com>.
23. Uvidia, M. 2016. Exigencias del cuero destinado a la confección de calzado. Revisado en <http://www.inese.es>.
24. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. American ediciones. pp 32,53.
25. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edlt. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
26. 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.
27. MONGIL, J. 2000. Antiguo aprovechamiento del zumaque (*Rhus coriaria*) en Castilla y León". 1a ed, Castilla, España. Edit Época. pp 3, 11, 20-22.
28. PALOMINO, R. 2002. Crianza y comercialización de cuyes. Lima, Perú. Edit. Ripalme. pp. 14 – 126.
29. RIECHE, A. 2006. Química orgánica. 1a ed. Igualada. España. Edit. Dorssat, pp, 78-86.

30. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp 23 – 29.
31. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido, 1a ed. Barcelona, España. Edit CET1. pp. 12, 45, 97,98.
32. VEGA, G. 2009. Manual de Histología Esquemática. 1a ed. La Habana, Cuba. Edit. Pueblo y educación. pp 295-305.

ANEXOS

Anexo 1. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1005,00	5550,00	4750,00	2883,33	3000,00	4300,00	2457,14	3106,67
1863,16	5075,00	5200,00	2333,33	1850,00	2125,00	1922,22	1850,00
4731,71	4975,00	3800,00	2657,14	2314,29	3880,00	3266,67	4000,00

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	39000863,94	1695689,736					
tratamiento	2	3534615,57	1767307,783	1,05	3,47	5,78	0,370	ns
Error	21	35466248,37	1688868,97					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	3381,52	a	459,47
14 %	2777,34	a	459,47
16 %	3703,10	a	459,47

Error: 1688869,2731 gl: 21

Anexo 2. Comportamiento del porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
65,00	67,50	60,00	65,00	67,50	72,50	70,00	75,00
70,00	67,50	72,50	77,50	67,50	70,00	70,00	72,50
70,00	92,50	67,50	92,50	67,50	85,00	72,50	85,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	1593,489583	69,2821558					
tratamiento	2	539,58	269,7916667	5,38	3,47	5,78	0,01	*
Error	21	1053,91	50,1860119					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara Error: 50,1860 gl: 21

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	67,81	b	2,50
14 %	70,94	ab	2,50
16 %	79,06	a	2,50

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	506,25	506,25	10,2438323	0,004
Residuos	22	1087,2395	49,4199811		
Total	23	1593,4895			

Anexo 3. Comportamiento de la temperatura de encogimiento de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
85,00	87,00	84,00	85,00	86,00	88,00	86,00	85,00
80,00	83,00	81,00	79,00	79,00	78,00	78,00	78,00
76,00	80,00	83,00	79,00	76,00	79,00	80,00	78,00

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	301,625	13,11413043					
tratamiento	2	231,25	115,625	34,50	3,47	5,78	0,0000002	**
Error	21	70,38	3,351190476					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara Error: 3,3512 gl: 21

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	85,75	a	0,65
14 %	79,50	b	0,65
16 %	78,88	b	0,65

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	506,25	506,25	10,24383234	0,004
Residuos	22	1087,23958	49,4199811		
Total	23	1593,48958			

Anexo 4. Comportamiento de la blandura de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,00
4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00
5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	12,625	0,548913043					
tratamiento	2	7,75	3,875	16,69	3,47	5,78	0,00005	**
Error	21	4,88	0,232142857					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara Error: 0,2321 gl: 21

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	3,38	b	0,17
14 %	4,25	b	0,17
16 %	4,75	a	0,17

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	38,34	38,337	32,87	9,12E-06
Residuos	22	25,66	1,167		
Total	23	64			

Anexo 5. Comportamiento de la llenura de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00
4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	3,00
4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	11,83	0,51					
tratamiento	2	5,08	2,54	7,91	3,47	5,78	0,0028	**
Error	21	6,75	0,32					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara, Error: 0,3214 gl: 21.

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	4,63	a	0,22
14 %	4,13	ab	0,22
16 %	3,50	b	0,22

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,063	5,0625	16,45	0,0005
Residuos	22	6,7708	0,308		
Total	23	11,83			

Anexo 6. Comportamiento del tamaño de flor de las pieles caprinas curtidos con la combinación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) más 6% de tanino sintético

A. Análisis de los datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	5,00	4,00
5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00
5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calc	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	23	11,33	0,49					
Tratamiento	2	4,33	2,17	6,50	3,47	5,78	0,006	**
Error	21	7,00	0,33					

C. Separación de medias de acuerdo al nivel de tara Error: 0,3333 gl: 21

Nivel	Media	Grupo	EE
12 %	3,75	b	0.20
14 %	4,50	a	0.20
16 %	4,75	a	0.20

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4	4	12	0,002
Residuos	22	7,33	0,33		
Total	23	11,33			

Anexo 7. Receta de pelambre

Peso de las pieles 39,5 kg.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo	
Remojo	BAÑO	AGUA	100	39,5 lts	25°c	30 minutos	
		Detergente	0,5	197,5 g			
	Botar el baño						
	BAÑO	AGUA	300	118,5 lts	25°C	3 horas	
		Detergente	0,2	79 g.			
		Cloro	0,02	7,9 g.			
		Sal	2	790 g.			
Botar el baño							
Pelambre por embadurnado	PASTA	Agua	5	2,43 lts.	40 °C		
		Sulfuro de sodio	2,5	1213 g.			
		Cal	3	1455 g.			
		Aplicar por lado carne				12 horas	
		Extraer pelo					
Pelambre en bombo		AGUA	50	16,8 lts.	25 °C	30 minutos	
		Sulfuro de Sodio	0.2	67,2 g.			
	BAÑO	Sulfuro de Sodio	0.2	67,2 g.	Ambiente	30 minutos	
		sal	0,5	168 g.		10 minutos	
		Sulfuro de Sodio	0.4	134,4 g		30 minutos	
		Cal	0.5	168 g.			
		Agua	50	16,8 lts.	25 °C	30 minutos	
		Sulfuro de Sodio	0,4	134,4 g.			
		Cal	0,5	168 g.			
		Cal	1	336 g.		3 horas	
	Reposar el bombo por 20 horas						
	Rodar por 20 minutos						
	Botar el baño						

Anexo 8. Receta de desencalado de pieles caprinas

PESO DE LAS PIELES 55,9 kg

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo
Desencalado	Baño	Agua	100	55,9 lts.	25 °C	30 minutos
		Bisulfito de sodio	0,2	111,8 g		
	Baño	Agua	100	55,9 lts.	35 °C	30 minutos
		Formiato de sodio	1	559 g.		
Rendido y purgado	Baño	Bisulfito de sodio	1,5	383,5 g.		60 minutos
		Producto ridente	0,2	111,8 g.		
		Producto ridente	0.02	11,18 g.		10 minutos
	Baño	agua	300	167,7 lts.	Ambiente	40 minutos
1er Piquelado		agua	60	33,54 lts.	ambiente	10 minutos
		sal	10	5590 g		
		Ácido fórmico diluido 1:10	1,4	8608,6 g.		30 minutos
		1 parte		2869,53 g.		
		2 parte		2869,53 g.		
		3 parte		2869,53 g.		30 minutos
desengrase	Baño	Agua	100	55,9 lts.	35 °C	40 minutos
		Detergente	1	559 g.		
		Diesel	1	559 g.		
	Baño	Agua	200	111,8 lts.	35 °C	40 minutos
	detergente	2	1118 g.			
2 piquelado	Baño	Agua	60	33,54 lts		20 minutos
		Sal	6	3354 g.		
		Ácido fórmico diluido	0,7	4304,3 g.		30 minutos

		1:10				
		1 parte		1434,67 g.		
		2 parte		1434,67 g.		30 minutos
		3 parte		1434,67 g.		30 minutos
Curtido		Tara	14%	7, 83 kg		3 horas
		1 parte		2608,67 g.		60 minutos
		2 parte		2608,67 g.		60 minutos
		3 parte		2608,67 g.		60 minutos
		Curtiente sintético	6	3354 g.		60 minutos
		1era parte		1677 g.		30 minutos
		2da parte		1677 g.		30 minutos
		Ácido fórmico	1	6149 g.		3 horas
		1era parte		2049,67 g.		30 minutos
		2da parte		2049,67 g.		30 minutos
		3era parte		2049,67 g.		2 horas
		Agua	100	55,9 lts.		30 minutos
	Botar el Baño					
Cuero Wetblue						
Apilar perchar y raspar						

Anexo 9. ACABADO EN HÚMEDO.

Peso de las pieles: 24 kg.

Proceso	Operación	Producto	%	Cantidad	T°	Tiempo minutos	
	Baño	Agua	200	48 lts.	25 °C	25	
		tensoactivo	0.2	48 g.			
		Ac. Formico	0.2	528 g.			
		Deslizante	0,1	24 g.			
Botar el Baño							
Recurtido	Baño	Agua	80	19,2 lts.	35 °C	40	
		Cromo	4	960 g.			
		Sulfato de aluminio	1	240 g.			
Botar el baño							
Neutra	Baño	Agua	100	24 lts.	35 °C	30	
		Formiato de sodio	1	240 g.			
		Recurtiente neutralizante (tanigan PAK)	2,5	600 g.		60	
	Botar el Baño						
		Baño	Agua	300	72 lts.	35 °C	40
Botar el Baño							
Recurtido	Baño	Agua	50	12 lt	35 °C	10	
		Dispersante	1	240 g.			
Tintura	Baño	Anilina	4	960 g.		40	
		Tanino sintético	6	1440 g.		60	
		Resina acrílica 1:10	2	5280 g.			
		Rellenante de falda	2	480 g.			
Engrase	Baño	Agua	150	36 lts.	60 °C	60	
		Ester Fosfórico	6	1440 g.			
		Parafina Sulfoclorada	4	960 g.			
		Ac. Formico 1:10	1	2640 g.		10	
		Ac. Formico	0,5	1320 g.		10	
		Botar el Baño					
	Baño	Agua	200	48 lts.	Ambiente	25	
Botar baño y perchar							
Secar y estacar el cuero.							

Anexo 10. Acabados en seco de las pieles caprinas.

Pesar pieles: 24 kg.

Pintura en base a 1 kg.

Producto	Cantidad	T°
Agua	300 gr	Ambiente
Compacto	350 gr	
Pigmento Negro	150 gr	
Penetrante	50	
Ligante de partícula fina	150	

Acabado

Producto	
Solvente	700 gr
Hidrolaca	300 gr