

Comparación de la curtición con harina de *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas

RECIBIDO: 05/12/15 ACEPTADO: 02/04/16

LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA*

RESUMEN

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

COMPARISON OF TANNING WITH FLOUR *CAESALPINIA SPINOSA*, WITH MINERAL TANNING WITH SKINS CHROME SULPHATE CHERVINES

ABSTRACT

In the lab of tannery skins of the FCP, the ESPOCH was the comparison of tanning with extract of plant polyphenols in *Caesalpinia Spinosa*, with a mineral tanning of sulfate of chromium for goat skins, i.e. 2 treatments with 7 repetitions each one, and in two consecutive runs a total of 28 experimental units were modeled under a completely randomized design in bivariate array. The results indicate that the most suitable tanning was to use plant polyphenols *Caesalpinia Spinosa*, (tara), since it is possible to obtain very good classification leathers, nothing that the percentage of tensile strength and elongation (72,12%), (333,24 N/cm²), not recorder differences however numerical superiority can be seen in (T1) vegetable tanned leathers, as for shrink temperature, (92,86°C), being highly significant differences. The sensory evaluation determines greater fullness (4,50 points), using tanning plant (T1), meanwhile to fineness of flower (4,57 points) and fullness (4,71 points) sulfate of chromium. The Economic evaluation determines that tanned with vegetable extracts (T1), provides greater profitability to the production process since the benefit ratio being cost of 1,37, it indicates a gain of 37%; so it is recommended using the vegetable tanner leather with vegetable extracts of the tara already which improves the characteristics of the leather, allowing artisans of a high raw material that reflect on the articles end as it is footwear.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de conversión de las pieles animales en cueros durables utilizando extractos de plantas en regiones sudamericanas data de al menos 2000 años atrás. Los taninos ocupan una parte de la línea fronteriza en ciencias entre la Botánica y la Química. Ahora es posible describir en términos amplios la naturaleza de los polifenoles vegetales. El polvo de Tara molida ultrafina Unitan TM es una fuente natural de taninos provenientes de la molienda de la vaina de *Caesalpinia spinosa* (tara). Los taninos que contienen son pirogálicos y pueden ser hidrolizados con ácidos y enzimas. Se utiliza para todo tipo de pieles con características vegetal, o bien vegetal/mixto destinados a artículos de tapicería y vestimenta. En Ecuador las tenerías están cada vez más comprometidas con los aspectos éticos y sociales de sus negocios, y esto, mediante continuas inversiones, ha permitido asegurar mejoras sustanciales la eficiencia de procesos y en el control y prevención de la contaminación.

Por otro lado, es de destacar que cerca del 60% del peso de las pieles que ingresa a la curtiembre son eliminadas como residuo, ya sea en las aguas residuales o con los residuos sólidos, lo que representa un alto grado de contaminación para el medio ambiente circundante y por ende desmejorando la vida de las personas que viven cerca de la industria, de donde nace la necesidad de la aplicación de tecnologías limpias en los procesos productivos. La presente investigación está destinada a determinar el tipo de curtición más adecuado (vegetal versus mineral), establecer las resistencias físicas, calificar la sensación que provoca a los sentidos el cuero acabado con diferentes tipos de curtiembres y determinar los costos de producción por tratamiento. Por lo que lo que se pretende Determinar el tipo de curtición más adecuado (vegetal versus mineral), para obtener cueros caprinos de muy buena clasificación y su comportamiento en la confección de calzado.

1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, localizado en la provincia de Chimborazo, cantón: Riobamba; Kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur y, los análisis

* Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias.

físicos del cuero se realizaron en el Laboratorio de resistencias físicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 133 días.

1.2. Unidades experimentales y diseño experimental

Se utilizaron 28 pieles caprinas de animales adultos criollos. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba. Se realizó la comparación de la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición con sulfato de cromo para pieles caprinas se utilizó 2 tratamientos, con 7 repeticiones cada uno y, en dos ensayos consecutivos dando un total de 28 unidades experimentales.

1.3. Procedimiento experimental

- Se pesó los cueros caprinos frescos y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua, al 200% a temperatura de 25°C, luego se disolvió 500 ppm de cloro, más 0.2% de tensoactivo, se mezcló y se dejó 3 horas girando el bombo.
- Se pesó las pieles se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con el 2,5% de sulfuro de sodio, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, se dejó las
- Posteriormente se pesó las pieles sin pelo para en base a este nuevo peso preparar un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura de 25°C al cual se añadió el 0,75% de sulfuro de sodio y el 1,5% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se las dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el baño. Para el desencalado se lavó las pieles con 200% de agua limpia a 30°C más el 0.2% de formiato de sodio, rodando el bombo durante 30 minutos;
- A continuación se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 35°C más 1% de formiato de sodio, rodar 30 minutos, a lo cual se añadió 1,5% de producto desencalante y el 0.2% de producto rindente, se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenofaleina para lo cual se colocó 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y la piel debió estar en un pH de 8,5.
- Luego se eliminó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño. Se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal luego se adicionó el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se colocó cada parte con un lapso de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2,8-3,2, y se dejó reposar durante 12 horas exactas.
- Una vez piqueladas las pieles, se eliminó el 75% del baño de piquelado y se añadió el 20% de concentrado de polifenoles de *Caesalpinia spinosa*, dividido en tres partes; se añadió la primera parte y se rodó el bombo durante 1 hora, se añadió la segunda parte y se rodó durante una hora, para finalmente añadir la última parte y rodar durante 3 horas. Pasado este tiempo se verificó el agotamiento de baño y de acuerdo a su agotamiento se giró más tiempo o se fijó el curtido con la adición del 1% de ácido fórmico, diluido en de uno a diez y se rodó durante 30 minutos; se eliminó el baño y se apilo durante 24 horas.
- Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 7% de curtiente en base a cromo, se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo luego se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio, o cualquier otro basificante; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes, se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas. Una vez rebajado a un grosor de 1,2 mm, se pesaron los cueros y se lavaron con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0.2% de tensoactivo y 0.5 de ácido oxálico, se rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.
- Luego se recurtió con 4% de órgano-cromo y 1% de sulfato de cromo, preparando un baño con el 80% de agua a 35 °C y dándole movimiento al bombo durante 40 minutos posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 40 °C al cual se añadirá el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, luego se rodó el bombo durante 40 minutos y se añadió el 2% de recurtiente neutralizante y se giró el bombo durante 60 minutos, luego se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40 °C durante 60 minutos.
- Posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro con el 50% de agua a 50 °C al cual se añadió el 4% de tanino sintético, el 3% de rellenante de faldas, 3% de resina acrílica diluida de 1 a 5, luego se giró el bombo durante 60 minutos. Al mismo baño se añadió el 4% de anilinas y luego se rodó el bombo durante 60 minutos, para

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

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

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

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

2.1. Resistencia a la tensión, N/cm²

Los valores determinados por la resistencia a la tensión de los cueros caprinos no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$); entre medias de los tratamientos por efecto de los diferentes tipos de curtición (vegetal versus mineral), sin embargo de carácter numérico se aprecia las respuestas más altas en las pieles a las que se aplicó una curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que las medias fueron de 333,24 N/cm²; en comparación con los resultados reportados al curtir las pieles con tara (T2), ya que reportaron medias de 284,45 N/cm²; como se reporta en el cuadro 1, por lo tanto se aprecia superioridad de orden numérico al curtir los cueros caprinos con curtiente vegetal.

Lo que puede ser corroborado con las apreciaciones de Mongil, J. (2000), quien manifiesta que la tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para

las pinturas anticorrosivas. Los taninos se emplean como curtientes de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros, ya que no producen contaminación, y eleva el grosor de la piel, de tal manera que lo hace más resistente. Los resultados de resistencia a la tensión de los cueros caprinos curtidos con tara son superiores al ser comparados con las exigencias de calidad de la Asociación Española de la Industria del Cuero que en su norma técnica IUP 8, (2002), infiere como mínimo permitido 150N/cm², antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero, así como también son elevados al ser cotejados con las respuestas de Cando, D. (2012), quien al realizar el recurtimiento de pieles caprinas con la utilización de diferentes niveles de recurtiente vegetal guarango reportó que con el 6% de (T1), se consigue una resistencia a la tensión del 164,78 N/cm², razón por la cual se aprecia que este tipo de curtición es más aconsejable y sobre todo contamina menos.

La resistencia a la tensión reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos consecutivos, registrándose por lo tanto en la separación de medias de acuerdo a Duncan, las respuestas más altas en las pieles del segundo ensayo ya que las medias fueron de 365,34 N/cm²; y que desciende a 252,35 N/cm², de acuerdo a lo expuesto anteriormente se observa que en las pieles del segundo ensayo reportaron una mejor resistencia física de tensión. Por lo tanto se puede afirmar que el material producido logrará resistir las fuerzas externas a las que está expuesto el cuero en el momento del armado del calzado así como también al deformarse cuando se realiza el movimiento del caminar.

2.3. Porcentaje de elongación, %

Los resultados del porcentaje de elongación de los cueros caprinos, no registraron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos, sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en las pieles curtidas con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, (T1), ya que las medias fueron de 72,12%; que son superiores en comparación a los resultados reportados en los cueros curtidos con sulfato de cromo (T2), ya que las medias fueron de 66,33%; como se ilustra en el gráfico 1, por lo tanto se aprecia que para conseguir que el cuero se alargue o distienda, con mayor facilidad es conveniente curtir los cueros caprinos un curtiente vegetal como es la tara. Lo que es corroborado con las apreciaciones de Soler, J. (2005), quien indica que la curtición vegetal es un proceso que permite dar color, elasticidad y resistencia al cuero a través del uso de extractos vegetales. El cuero vegetal se

Cuadro 1. Características físicas de los cueros caprinos, comparando la curtición con extracto de polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* con una curtición con sulfato de cromo.

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

EE: Error estadístico.

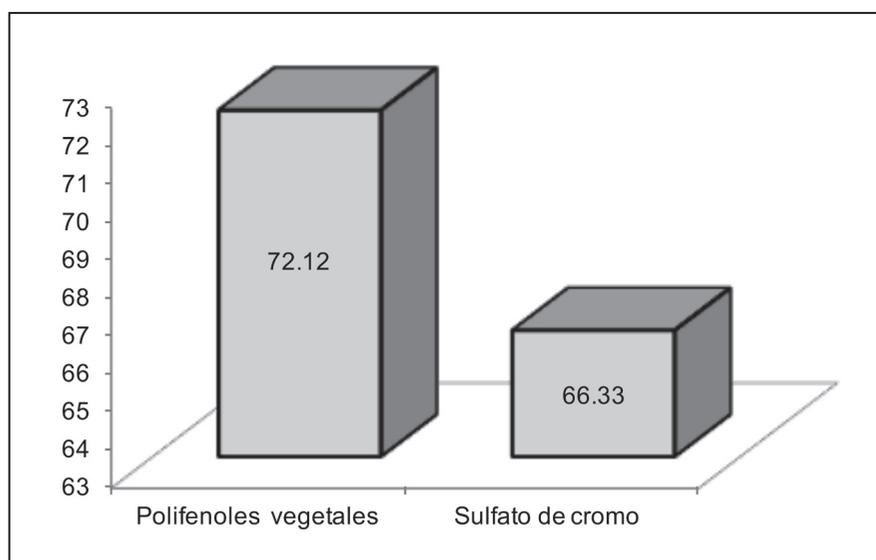
Prob: probabilidad.

curte usando tanino como el que procede la tara, y otros ingredientes de origen vegetal. Los valores reportados se encuentran dentro de los rangos permisibles de la Norma Técnica IUP 8 (2002), que infiere que el porcentaje de elongación deberá estar entre 40 y 80% para considerar cueros que superen las exigencias de calidad de una materia prima como es el calzado cuyas prestaciones son altas ya que artesanos requieren de una material muy moldeable, pero que no se deforme pues provocaría el envejecimiento prematuro, ya que se produce rompimiento del entretejido fibrilar.

Los valores medios determinados por el porcentaje de elongación de los cueros caprinos

curtidos con diferentes tipos de curtientes (polifenoles vegetales versus sulfato de cromo), no reportaron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de los ensayos consecutivos, sin embargo e carácter numérico se aprecia cierta superioridad en los cueros del primer ensayo ya que las medias fueron de 69,42% ; en comparación de los resultados que se establecieron en los cueros del primer ensayo con un porcentaje de elongación medio de 69,04%, determinándose por lo tanto que las pieles que de carácter numérico presentaron mayores resultados fueron las del primer ensayo.

Gráfico 1. Porcentaje de elongación de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (poli fenoles vegetales vs sulfato de cromo).



Fuente: Elaboración propia.

2.4. Temperatura de encogimiento, °C

Al realizar el análisis de varianza de la temperatura de encogimiento de los cueros caprinos se determinó diferencias altamente significativas entre medias de los tratamientos por efecto de la comparación entre una curtición vegetal con una curtición mineral, observándose por lo tanto que los resultados más altos según Duncan en los cueros del tratamiento T1 (poli fenoles vegetales de la tara), ya que las medias fueron de 92,86 °C, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en los cueros curtidos con sulfato de cromo ya que las medias fueron de 86,71°C. La temperatura de encogimiento es aquella a la cual se produce un encogimiento perceptible al calentar gradualmente un cuero sumergido en un medio acuoso, después de experimentar un hinchamiento, por lo tanto es recomendable que el cuero soporte mayor temperatura, es decir la temperatura de contracción o encogimiento mide la estabilidad térmica de la estructura fibrilar del cuero, la temperatura de contracción adecuada para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería y confección es de 80 a 85 °C, por lo tanto se aprecia en la respuestas que al aplica poli fenoles vegetales se cumple con este requerimiento. Este ensayo se puede utilizar en cualquier tipo de cuero cuya temperatura de contracción sea inferior a 100 °C. Si una tira de cuero se calienta en agua, tiene lugar una súbita contracción a una temperatura que es característica de la curtición. El cambio de propiedades bajo la influencia de las condiciones climáticas alternas y especialmente bajo la influencia del calor seco restringe la utilidad de cuero. Esto incluye la pérdida de superficie, pérdida de blandura, el desarrollo de estrés en condiciones isométricas y la degradación de la estructura molecular.

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

La variable temperatura de encogimiento de los cueros caprinos a los que se aplicó diferentes tipos de curticiones reportaron diferencias estadísticas

entre las medias de los tratamientos, por lo que se aprecia que en los cueros del segundo ensayo se alcanzó una mayor temperatura de encogimiento y que corresponde a 90,79°C, en comparación con la temperatura alcanzada en los cueros del primer ensayo que fue inferior ya que las medias fueron de 88,79°C, , que los cueros al vegetal alcanzan una mayor temperatura antes de producirse un deterioro de las resistencias del cuero es decir una contracción demasiado fuerte, que llegaría inclusive a la descartico .

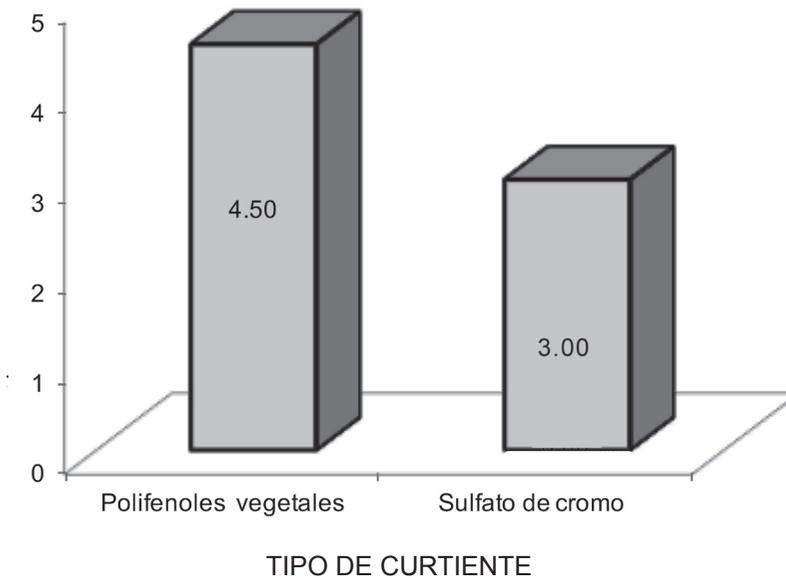
EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS, COMPARANDO LA CURTICIÓN CON EXTRACTO DE POLIFENOLES VEGETALES DE *CAESALPINIA SPINOSA*, CON UNA CURTICIÓN CON SULFATO DE CROMO

2.5. Llenura, puntos

En la valoración sensorial se aprecia para la variable llenura se reportaron diferencias altamente significativas según el criterio Kruskal Wallis, por lo que al realizar la separación de medias se aprecia los resultados más altos en los cueros caprinos a los que se aplicó una curtición con polifenoles vegetales de la Tara (T1), ya que las medias fueron de 4,50 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), como se ilustra en el gráfico 2, en comparación con los resultados establecidos en los cueros curtidos con sulfato de cromo que reportaron una llenura de 3,0 puntos que al ser ponderada en la escala antes mencionada le corresponde a una calificación de buena. De acuerdo a los reportes antes mencionados se aprecia que un cuero absorbe de forma homogénea el curtiente sin producirse sobrecarga del tejido fibrilar ni presentar espacios vacíos al realizar una curtición con taninos vegetales, lo que es corroborado con lo mencionado por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta los cueros curtidos al vegetal son hoy, el centro de un significativo fenómeno de redescubrimiento por parte de los consumidores interesados en productos capaces de conjugar excelentes standards de calidad con características como la total naturalidad de las materias primas y de los procesos de elaboración.

Este tipo de curtido, que por un tiempo se volvió marginal por el predominio de las elaboraciones basadas en productos inorgánicos o de síntesis y que emplea procesos transmitidos de generación en generación a través de siglos por maestros artesanos, no se limita hoy a la producción de cueros de capellada y peletería, sino que tiene amplia difusión en aplicaciones como interiores de auto, decoración, peletería e indumentaria. Usos

Gráfico 2. Llenura de los cueros caprinos, por efecto del tipo de curtiente, (polifenoles vegetales vs sulfato de cromo).



Fuente: Elaboración propia.

para los cuales, hasta hace algunos años, era común recurrir a tratamientos menos limpios en términos de naturalidad, de riesgos de operación y respeto ambiental. Pero sobre todo el producto de Tara da una solución muy rica en ácidos taninos y especialmente en ácidos gálicos, que tienen un poder de relleno homogéneo, es decir que ocupa todos los espacios del entretejido fibrilar, de manera adecuada para la confección de calzado. Curtir con Tara en polvo da un cuero flexible y claro con buenas resistencias a la luz. En combinación con otros extractos vegetales la resistencia a la luz no es necesariamente mejorada y los colores obtenidos son más limpios. Los resultados reportados son similares a los registrados por Hidalgo, L. (2013), quien al curtir pieles con extracto de tara obtuvo una media de 4,67 puntos para llenura y calificación excelente; así como también guardan relación con los resultados de Cando, D. (2010), quien al recurrir pieles caprinas utilizando 9% de tara reportó una llenura media de 4,56 puntos y calificación excelente recordar que a belleza del cuero se encuentra en la flor que es la parte que se observa al comprar tanto el cuero como el calzado.

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

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

2.6. Finura de flor, puntos

Los valores medios reportados por la finura de flor de los cueros caprinos determinaron diferencias altamente significativas entre medias según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la aplicación de dos tipos de curtición (vegetal vs mineral), por lo que en la separación de medias se identificó las respuestas más altas al trabajar con una curtición en base a sulfato de cromo (T2), ya que las medias fueron de 4,57 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo L. (2014), y que desciende a 3,14 puntos y condición baja en los cueros curtidos al vegetal (T1), presentando una calificación de baja, como se reporta en el cuadro 2. Por lo expuesto anteriormente se aprecia que para conseguir una finura de flor adecuada se trabajará con una curtición mineral. Lo que es corroborado con las apreciaciones de Bacardit, A,

(2005), quien expone que la curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel, es decir la resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista por sus diferentes tipos de enlace con el colágeno retícula sin cambiar la estructura de las fibras naturales. En esa transformación de la piel animal, utilizando sulfato de cromo que es el curtiente que en los últimos años ha sido el más utilizado pero al mismo tiempo el más condenado por el impacto que genera al medio ambiente, se libera pelos y tejido de endodermis, hace de la piel en tripa se transforme en el apreciado cuero provocando una curtición más estable, casi no se modifica la flor, el tacto continúa siendo natural y el poder de absorción del agua no aumenta demasiado

Al no reportarse diferencias estadísticas entre los cueros caprinos al someterse a un estudio de la comparación de diferentes curticiones (mineral vs vegetal), al repicarse los tratamientos, se puede afirmar que como se realizó la investigación en un ambiente controlado y procurando tener mucho cuidado en el control de los productos químicos, temperaturas, pH y sobre todo tiempo y velocidad del rodado, que conforman el protocolo de la investigación, se afirma que se logró normalizar la calidad especialmente en lo que tiene que ver con la finura de flor permitiendo que el material esté disponible en diferentes espacios y tiempos de tal manera que se pueda satisfacer con la demanda del consumidor, que se proyectan hacia la búsqueda de la calidad sensorial del cuero considerando

que la identidad de cada material está dada por su capacidad de comunicar de hacer sentir, de permitir experimentar experiencias sensibles .

2.7. Plenitud, puntos

La valoración sensorial de los cueros caprinos reporto diferencias altamente significativas ($P > 0,05$), según el criterio Kruskal –Wallis, por efecto del tipo de curtiente aplicado, por lo que al realizar la separación de medias de acuerdo a Duncan se aprecia los resultados más altos, en los cueros curtidos con sulfato de cromo ya que las medias fueron de 4,71 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L.(2014), en comparación de los resultados reportados al curtir con polifenoles vegetales de la tara (T2), ya que las puntuaciones fueron as bajas y le correspondió a 3,50 y calificación baja de acuerdo a la mencionada escala. Por lo tanto de acuerdo a la evaluación sensorial se aprecia que una mejor plenitud del cuero se consigue aplicando una curtición mineral con sulfato de cromo. Lo que es corroborado con lo que indica <http://www.tecnologiaslimpias.org>(2014), quien manifiesta que la curtición al cromo emplea sales de cromo para producir una piel azulada verdosa más resistente al calor, con mejor plenitud, versatil , buena permeabilidad, capacidad para fijado térmico y se usa para pieles de vestido, calzado e industriales ya que proporciona una piel que puede aguantar 100°C, sin que se encoja, y pierde su plenitud, hecho que es imprescindible en la fabricación de

Cuadro 2. Calificaciones sensoriales de los cueros caprinos, comparando la curtición con extracto de poli fenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición con sulfato de cromo

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

EE: error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

la mayoría de zapatos. Da a la piel la posibilidad de conseguir un tacto similar al de la piel humana viva, y por eso, es muy agradable, ya que si no tiene una buena plenitud se producirá arrugas en algunas piezas idénticas o piezas que se estiran y deforman al coserlas.

La curtición al cromo pretende la disminución de la distancia entre las fibras, sin aumentar en lo posible su espesor. Este acercamiento de las fibras casi siempre comporta una modificación del ángulo de las mismas con relación al plano de la piel, colocándose más perpendiculares a dicho plano. Este hecho generalmente comporta un cierto aumento de grosor y una cierta pérdida de superficie de la piel, pero se evita las arrugar y a piel se presenta lisa y uniforme.

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

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA, USD

La evaluación económica de la producción de cueros curtidos con diferentes tipos de curtientes reportó egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos, alquiler de maquinaria entre otros de 172 dólares americanos para el tratamiento en el que se utilizó curtiente vegetal, en tanto que al curtir las pieles caprinas con sulfato de cromo el costo se elevó a 173 dólares. Como egresos resultantes de la venta de artículos confeccionados y excedente de cuero se registra 235,0 dólares americanos para el tratamiento T1 y 220,0 dólares para el tratamiento T2. Con las respuestas expresadas de la evaluación económica se determinara la relación beneficio costo que corresponde a 1,37 en el caso del tratamiento T1, es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 31 centavos o lo mismo, que decir el 31% de rentabilidad, mientras tanto que al trabajar con sulfato de cromo la relación fue de 1,27; es decir un 27% de ganancia.

Los resultados antes expuestos permiten determinar que la curtición con curtiente vegetal

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

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La curtición más adecuado de cueros caprinos fue al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación que llenaran las exigencias de calidad para confección de calzado.
- Las resistencias físicas de porcentaje de elongación (72,12%) y resistencia a la tensión (333,24 N/ cm²), no registraron diferencias estadísticas entre tratamientos sin embargo numéricamente se aprecia resultado más alto en los cueros curtidos al vegetal en tanto que para la temperatura de encogimiento, (92,86°C), las diferencias fueron altamente significativas pero los resultados as altos fueron registrados en el tratamiento en mención (T1).
- La evaluación sensorial determina los resultados más altos para llenura (4,50 puntos), al utilizar curtiente vegetal (T1), mientras tanto que para finura de flor (4,57 puntos) y plenitud (4,71 puntos), los resultados más altos se aprecia con sulfato de cromo, ya que mejora el aspecto externo del cuero , al no producir arrugas o pliegues y sobre todo con una flor fina, suave y agradable.
- En la evaluación del efecto de los ensayos se aprecia que en la mayoría de variables no se reporta diferencias es decir se estandarizo la calidad física o sensorial del cuero y para las resistencias físicas que se registra variabilidad, se evidencia que al aleatorizar la investigación

la calidad de la materia prima específicamente en su conservación se pone de evidencia.

- La evaluación económica determina que la curtición con Polifenoles vegetales proporciona mayor rentabilidad al proceso productivo ya que al ser la relación beneficio costo de 1,37; se afirma que por cada dólar invertido se obtendrá 37 centavos de utilidad o el 37% de ganancia

Por cual se recomienda que:

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

económicos, que los establecidos en otras actividades similares

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BACARDIT, A. 2005. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
- [2] CANDO, D. 2012. Recurtimiento de pieles caprinas con la utilización de diferentes niveles de recurtiente vegetal guarango. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 59 – 63.
- [3] HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed, Riobamba, Ecuador, Edit. ESPOCH. pp. 10-56.
- [4] [http://www.tecnologiaslimpias.org\(2014\)](http://www.tecnologiaslimpias.org(2014)), Araki, S. Distribución no uniforme del cromo en la piel.
- [5] MONGIL, J. 2000. Antiguo aprovechamiento del zumaque (*Rhus coriaria*) en Castilla y León". 1a ed. Castilla, España. Edit Época. pp 3, 11, 20-22.
- [6] SOLER, J. 2005. Procesos de curtido de pieles, 1a ed, igualada, España. Edit CETI. pp 12, 22,56,63,98.