

Carved Leather for a Leather Goods Using Mixed Organic and Inorganic Tanning

Cuero Tallado para una Marroquinería Utilizando Curtición Mixta Orgánica e Inorgánica

Couro Esculpido para Artigos de Couro Usando Curtimento Orgânico e Inorgânico Misto

Johanna Yáñez-Naranjo^{1,2*} and Luis Eduardo Hidalgo-Almeida³

¹*Centro de Posgrados, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolquí 171103, Ecuador*

²*Control y Aseguramiento de la Calidad, AVIHO
Ambato 180205, Ecuador*

³*Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba 060106, Ecuador*

*Corresponding author: E-mail: jeyanez7@espe.edu.ec

Received: 17 September 2021; Accepted: 29 October 2021; Published: 27 December 2021

Abstract

Obtaining cut leather for leather goods through mixed tanning; organic and inorganic. It used 9 bovines (*Bos indicus*) Brahman skins, cut in half (18 bands), distributed in 3 treatments, 6 repetitions and modeled with completely random design, carried out in a tanner. The Kruskal Wallis test was used for the statistical analysis of checking the tensile strength, elongation, dry rub and shrinkage temperature, the tests were carried out in the Tannery Laboratory of the College of Animal Sciences. Sensory tests of touch, carved effect, fullness and softness were carried out by a judge. Treatment with a mimosa at 14%, record greater resistance to stress (1142,48 N/cm²), better elongation percentage (68,75%), and lastometry (10,10 mm). The evaluation of the sensory qualifications determined the highest scores in the treatment with a mimosa at 16%, the effect of carving 4,67 and the roundness 4,5 points, reaching thus, qualifications of excellence according to the Spanish Association in the Leather Industry: Standards Leather and footwear techniques 2a.ed. Barcelona, concluding that these two treatments turned out to be the most appropriate. The production cost of the skins ranged from 0,94 to 1,03 cents. /Ft², which turns out to be competitive. It can be seen that the cost-benefit ratio was higher in the treatment with 16% mimosa, reaching a value of 1,41, that is, for each dollar invested, there is a utility of 41 cents. Recommended to use said treatment because it has high standards of sensory quality and resistance in the skins, and as there are no statistical differences it is affirmed that the skins subjected to this treatment have a uniform quality.

Keywords: *Zootechnical Engineering, Cut Leather, Leather Goods, Organic and Inorganic Curtition, Bovine Skins.*

Resumen

Obtención de cuero tallado para marroquinería mediante una curtición mixta; orgánica e inorgánica. Se utilizaron 9 pieles bovinas (*Bos indicus*) Brahman, cortadas a la mitad (18 bandas), distribuidas en 3 tratamientos, 6 repeticiones y modeladas con diseño completamente al azar, realizado en una curtiembre. Se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para el análisis estadístico de comprobación de la resistencia a la tensión, elongación, frote en seco y temperatura de encogimiento, las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Se realizaron ensayos sensoriales de tacto, efecto tallado, llenura y blandura,



efectuadas por un juez. El tratamiento con mimosa al 14%, registro mayor resistencia a la tensión (1142,48 N/cm²), mejor porcentaje de elongación (68,75 %), y lastometría (10,10 mm). La valoración de las calificaciones sensoriales determinó las puntuaciones más elevadas en el tratamiento con mimosa al 16 %, el efecto de tallado 4,67 y la redondez 4,5 puntos, alcanzando así, calificaciones de excelencia según la Asociación Española en la Industria del Cuero: Normas Técnicas del cuero y calzado 2a. ed. Barcelona, concluyendo que estos dos tratamientos resultaron ser los más adecuados. El costo de producción de las pieles osciló entre 0,94 a 1,03 ctvs./pie², el cual resulta ser competitivo. Se aprecia que la relación beneficio costo, fue mayor en el tratamiento con 16% de mimosa, alcanzando un valor de 1,41, es decir que por cada dólar invertido, hay utilidad de 41 centavos. Debido a que posee altos estándares de calidad sensorial y resistencia de las pieles y al no existir diferencias estadísticas, recomendamos utilizar dicho tratamiento. Y se afirma que las pieles sometidas a este tratamiento presentan calidad uniforme.

Palabras claves: Ingeniería Zootécnica, Cuero Tallado, Marroquinería, Curtición Orgánica e Inorgánica, Pieles Bovinas.

Resumo

Obtenção de couro esculpido para artigos de couro por meio de um processo de curtimento misto; orgânico e inorgânico. Foram utilizadas nove peles bovinas Brahman (*Bos indicus*), cortadas ao meio (18 bandas), distribuídas em 3 tratamentos, 6 réplicas e modeladas com um desenho completamente aleatório, realizadas em um curtume. O teste Kruskal Wallis foi usado para análise estatística para verificar a resistência à tração, alongamento, fricção seca e temperatura de encolhimento, os testes foram realizados no Laboratório de Curtumes da Faculdade de Ciências Pecuárias. Testes sensoriais de toque, efeito de escultura, plenitude e maciez foram realizados por um juiz. O tratamento de 14% de mimosa mostrou maior resistência à tração (1142,48 N/cm²), melhor porcentagem de alongamento (68,75%) e balastrosometria (10,10 mm). A avaliação das notas sensoriais determinou as notas mais altas para o tratamento de 16 % mimosa, o efeito de escultura 4,67 e a redondeza 4,5 pontos, obtendo assim excelentes notas de acordo com a Associação Espanhola da Indústria de Couro: Normas Técnicas para Couro e Calçados 2ª ed. O custo de produção das peles variou de 0,94 a 1,03 ctvs./ft², o que se revelou competitivo. Pode-se ver que a relação benefício-custo foi maior no tratamento com 16% mimosa, atingindo um valor de 1,41, ou seja, para cada dólar investido, há um lucro de 41 centavos. Devido aos altos padrões de qualidade sensorial e resistência das peles e à ausência de diferenças estatísticas, recomendamos o uso deste tratamento. E é afirmado que as peles submetidas a este tratamento apresentam qualidade uniforme.

Palavras-chave: Zootecnia, Couro esculpido, Artigos de couro, Curtimento orgânico e inorgânico, Couro bovino.

1. Introducción

Los animales tienen un papel muy importante dentro del medio ambiente, pues están presentes en la tierra [1]. Una curtiembre o tenería es el lugar donde se procesan pieles, principalmente de ganado vacuno, aunque en la actualidad existe la tendencia de utilizar pieles de ovinos, caprinos, especies marinas, entre otras como alternativa del costo que en determinadas etapas del año sobrepasa la inversión inicial, y se las convierte en cuero, que posteriormente será utilizado para la fabricación de calzado, tapicería, vestimenta y marroquinería [2]. A pesar de no ser una industria muy conocida a nivel nacional, la industria del cuero tiene relevancia en la actividad económica del Ecuador. Se estima que son cerca de 60 curtiembres entre grandes, medianas, pequeñas y artesanales, las que existen en Ecuador; y otras 50 empresas y personas naturales proveedoras de materia prima y químicos asociadas al sector, beneficiando así a miles de familias de manera directa e indirectamente, permitiendo el desarrollo no solo local sino también a nivel de nuestro país que requiere de fuentes de trabajo urgente.

En el centro del país una importante industria manufacturera correspondiente a las tenerías, dedicadas a la transformación de pieles de ganado vacuno y ovino, en material no putrescible llamado cuero, misma que es utilizada en la elaboración de distintos productos como calzado, prendas de vestir, carteras, billeteras, revestimiento para autos y muebles; etc., que son comercializados tanto directa como indirectamente es decir en almacenes [3]. Debido a que, los procesos llevados a cabo en las tenerías son mayoritariamente artesanales, se ha generado un problema relevante por el manejo inadecuado de los sistemas internos de producción, lo que desemboca en alteraciones al ambiente y a la comunidad circundante. En términos resumidos, en una curtiembre se procede a extraer el pelo de la piel, curtir con agentes de curtimento para otorgar propiedades físicas al cuero, tinturar y engrasar la piel y acabar el cuero para proporcionar buen aspecto y tacto [4].

Las prácticas internacionales en este tipo de industria han demostrado que es posible mejorar los sistemas de producción orientando a la aplicación de técnicas de producción más limpia, lo que ha contribuido a la optimización de los procesos a través de un control de variables de las distintas actividades operativas, permitiendo ahorros en el consumo de insumos, recursos energéticos, sustitución y/o recuperación de insumos; así como la reducción en la generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos [5]. El curtido con taninos vegetales consiste en el establecimiento de enlaces entre las fibras de colágeno de la piel, lo que le confiere resistencia al agua, calor y abrasión, es decir elevar las resistencias físicas y las calificaciones sensoriales por lo que se justifica la realización de la presente investigación, ya que puede llegar a convertirse en una guía adecuada

para estudiantes, artesanos y en fin para personas vinculadas con el sector curtidor que necesitan de materia prima de alta calidad [6].

El presente estudio pretende lograr un cuero orgánico-inorgánico, incrementar la economía del productor mediante el uso eficiente de materias primas e ir generando así tecnologías limpias en la producción de cueros con el tanino de mimosa [7]. Se describirán además las técnicas de producción más limpia aplicable a la recuperación de insumos y de recursos, presente en los efluentes líquidos provenientes de las etapas productivas de transformación de la piel de ganado vacuno en cuero, la misma que, con los ajustes adecuados, permitirá reproducir los logros obtenidos, en otras empresas. Cabe señalar que el presente estudio pretende, además, ser una herramienta de referencia a ser aplicada en las empresas dedicadas al procesamiento de pieles de ganado vacuno para la obtención de cuero; es necesario mencionar además que lo referente a Producción más Limpia aplicable al sector industrial en mención tomará como partida los puntos más críticos de contaminación: Sulfuros, Cromo y malos olores, lo cual será abordado en el presente proyecto. Está basado en el estudio inicial de [8].

2. Materiales y Métodos

Para evaluar la curtición combinando curtiente mimosa (14-15-16 %) más 4% de cromo para marroquinería, se utilizarán 18 bandas bovinas distribuidas en 3 tratamientos, con 6 repeticiones cada uno, las pieles fueron adquiridas en el camal municipal [9].

2.1. Materiales

- Pieles bovinas
- Mandiles
- Percheros
- Baldes de distintas dimensiones
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Peachimetro
- Termómetro
- Cronómetro

2.2. Reactivos

- Tensoactivo
- Producto enzimático igualem
- Enzimar
- Cal
- Sulfuro de sodio
- Cloruro de sodio
- Bisulfito de sodio
- Sulfato de amonio
- Producto rindente
- Ácido fórmico
- Mimosa
- Cromo
- Basificante
- Formiato de sodio
- Bicarbonato de sodio
- Resina acrílica
- Rellenante de faldas (nokotan Q7)
- Estireno maleico
- Anilina (beige)
- Grasa Soft Leder HS 517

2.3. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido
- Máquina descarnadora de piel
- Máquina divididora
- Máquina escurridora y secadora al vacío
- Máquina raspadora

- Mollizadora
- Máquina de elongación
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas

3. Resultados

3.1. Resistencias físicas del cuero bovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación con 4 % de cromo para cueros de marroquinería

3.1.1. Resistencia a la tensión

Los valores medios determinados por la resistencia a la tensión de los cueros bovinos no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión a la fórmula del curtido de diferentes niveles de mimosa; sin embargo, de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el lote cueros curtidos con el 14% de mimosa más un porcentaje fijo de cromo (T1), puesto que las respuestas fueron de 1142,48 N/cm², a continuación se aprecian resultados de 1020,03 N/cm², determinados por los cueros curtidos con el 15 % de mimosa (T2), y finalmente los resultados más bajos fueron los reportados por los cueros curtidos con 15% de mimosa puesto que la resistencia a la tensión media fue de 1017,14 N/cm², como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados de los exámenes de sangre.

Variable	Niveles de curtiente mimosa			EE	Prob.	Sig.
	T1 (14%)	T2 (15%)	T3 (16%)			
Resistencia a la tensión, N/cm ²	1142,48 a	1017,14 a	1020,03 a	107,73	0,65	ns
Porcentaje de elongación, %	68,75 a	64,17 a	64,17 a	6,09	0,83	ns
Lastometría, mm,	10,10 a	10,04 a	10,07 a	0,02	0,13	ns
Resistencia al Frote en seco, ciclos	145,00 c	167,50 a	151,67 b	3,97	0,003	**

Nota. Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente entre medias ($P > 0.05$), EE = Error estadístico, Prob = probabilidad.

3.1.2. Porcentaje de elongación

La evaluación estadística del porcentaje de elongación de los cueros bovinos no reportó diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos ($P < 0,05$), por efecto del curtido con diferentes niveles de extracto de mimosa más un porcentaje fijo de cromo (4 %), estableciéndose que numéricamente las respuestas más altas fueron registradas en el lote de cueros del tratamiento T1 (14%), puesto que los resultados fueron de 68,75 %; en tanto que en los tratamientos T2 (15%) y T3 (16%), se presentó la misma respuesta de porcentaje de elongación y que correspondió a un valor promedio de 64,17%, como se ilustra en la Fig. 1.

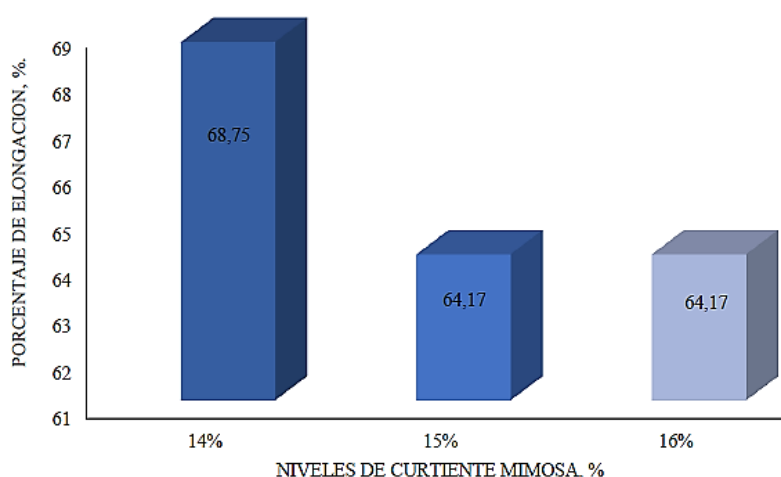


Fig. 1: Porcentaje de elongación del cuero bovino a diversos niveles de mimosa con 4% de cromo.

3.1.3. Lastometría

La evaluación de la variable física lastometría no reportó diferencias significativas ($P > 0.05$), por efecto de del curtido con diferentes niveles de extracto de la mimosa más un porcentaje fijo de cromo (4%), estableciéndose sin embargo que numéricamente las respuestas más altas se consiguió al aplicar 14% de mimosa (T1), con resultados de 10,10 mm, a continuación se aprecia la lastometría alcanzada en los cueros curtidos con 16 % de mimosa (T3), puesto que los reportes fueron de 10.07 mm, mientras tanto que los registros más bajos fueron determinados en los cueros curtidos con 15 % de mimosa (T2), con valores de 10,04 mm.

Es decir que, al aplicar niveles más bajos de mimosa (14%), se consigue elevar la resistencia a la fricción del cuero para que no se presente rotura del tejido fibrilar de la piel bovina y de esa manera resistan mejor al ser frotadas con objetos extraños y que simulan el efecto producido por el choque del artículo confeccionado con otras superficies, sobre todo cuando son destinados a la confección de marroquinería en que las carteras, bolsos son expuestos al roce con superficies rugosas.

Los resultados expuestos pueden ser explicadas según lo que reporta [10] quien indica que por lo general las condiciones de curtición al vegetal no logran igualar las condiciones de la curtición con cromo, pero para lo cual se utiliza agentes curtientes auxiliares para poder mejorar las características de curtición para obtener cueros de mayor calidad, la tendencia es combinar extractos de mimosa con el curtiente universal cromo que es considerado un producto muy eficaz pero que presentan un gran problema como es la contención que provoca su presencia en los residuos industriales (RILES); que inclusive en la legislación ambiental vigente en nuestro país han llegado a vetarlo por completo; es decir que, no se permite su uso sin que la empresa cuente con plantas de tratamientos de aguas que son muy costosas y muchas veces inaccesibles sobre todo para los pequeños curtidores, los resultados en la Fig. 2.

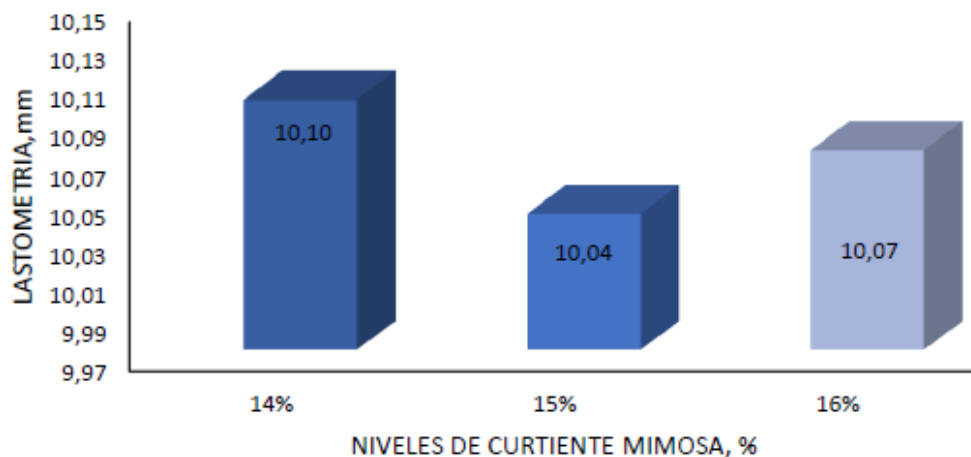


Fig. 2: Lastometría del cuero bovino a diversos niveles de mimosa con 4% de cromo.

3.1.4. Resistencia al frote en seco

En la evaluación estadística de la resistencia al frote en seco de los cueros bovinos se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias de los tratamientos por efecto de la curtición con diferentes niveles de mimosa, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 15% de mimosa (T2), con valores de 167,50 ciclos, y que descendieron a 151.67 ciclos cuando se curtió las pieles bovinas con el 16% de mimosa (T2); mientras tanto que, las respuestas más bajas fueron registradas al curtir las pieles el 14% de mimosa (T1), con 145.00 ciclos.

Los resultados expresados en la presente investigación de la resistencia al frote en seco de los cueros bovinos curtidos con diferentes niveles de mimosa al ser comparados con la norma técnica IUF 450 (2002) [11] que establece que los valores mínimos deben ser 150 ciclos, con esto se evidencia que los tres tratamientos en la presente prueba cumplen con este parámetro es decir que los cueros bovinos logran cumplir con este parámetro de calidad, y denotan que la curtición con extractos vegetales es una técnica adecuada para lograr que las diferentes capas del acabado se fijen a la piel y de esta manera al ser sometido a múltiples fricciones con fieltro seco.

Mediante el análisis de la regresión de la resistencia al frote en seco de los cueros bovinos que se ilustra en el gráfico 4-3, se estableció que los resultados se dispersan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ($P = 0,03$), y que establece que partiendo de un intercepto de 4195 inicialmente la resistencia al frote en seco se incrementa a 57833 con el 15% de mimosa para posteriormente descender en 191667 al utilizar 16% de mimosa. Además, se aprecia un coeficiente de determinación (R^2), de 53,01%, en tanto que el restante 46,99 % depende de otros factores no considerados en la investigación como son la calidad de la materia prima, que al ser un producto perecible puede presentar ciertas condiciones que le diferencian unas de otras.

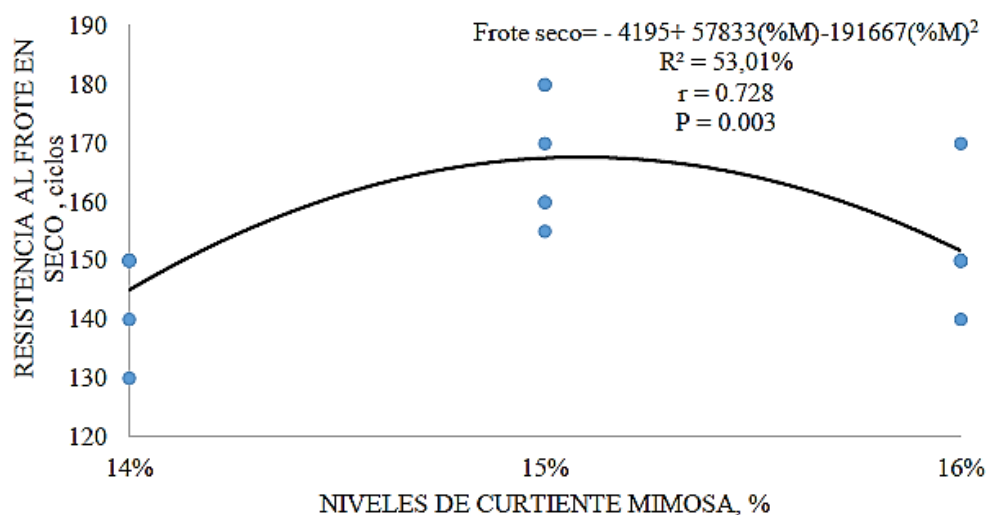


Fig. 3: Regresión de la resistencia al frote seco del cuero bovino a diversos niveles de mimosa con 4% de cromo.

3.1.5. Temperatura de encogimiento

La temperatura de encogimiento de los cueros bovinos curtidos con diferentes niveles de curtiente mimosa registraron una temperatura mayor a 70°C, en cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos, por lo tanto se afirma que cumplen con las exigencias de calidad de la norma técnica IUP 24 (2002) [11], donde se manifiesta que, este ensayo tiene la finalidad determinar la temperatura a la cual empezó el encogimiento de la probeta o muestra de cuero, colocada en un medio acuoso, a una temperatura de 70°C, después experimentara un hinchamiento de la estructura fibrilar.

3.2. Calificaciones sensoriales del cuero bovino curtido con diferentes niveles de mimosa en combinación con 4% de cromo para cueros de marroquinería

3.2.1. Blandura

Los resultados en cuanto a la variable sensorial blandura fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,01$), mostrando significancias altas de acuerdo al criterio Kruskal Wallis, por efecto del nivel de curtiente mimosa aplicado a la fórmula de curtido de los cueros bovinos destinados a la confección de artículos de marroquinería, por lo que en los cueros curtidos con 14% de mimosa (T1), registraron los mayores resultados, es decir 4,50 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por [12] y que desciende a 3,50 puntos y calificación buena al utilizarse 15% de mimosa, mientras tanto que la blandura más baja fue registrada en el lote de cueros cutidos con 16% de mimosa (T3), puesto que las medias fueron de 2,33 y calificación baja según la mencionada escala, detalles en Tabla 2.

Tabla 2: Resultados de los exámenes de sangre.

Variable	Niveles de curtiente mimosa			EE	Prob.	Sig.
	T1 (14%)	T2 (15%)	T3 (16%)			
Blandura, puntos	4,50 a	3,50 b	2,33 c	0,27	0,0002	**
Efecto tallado, puntos	2,33 c	3,50 b	4,67 a	0,30	0,0003	**
Llenura, puntos	1,83 c	3,33 b	4,50 a	0,29	0,0000	**
Tacto, puntos	4,67 a	3,67 b	2,33 c	0,26	0,0001	**
Redondez, puntos	2,17 c	3,33 b	4,67 a	0,29	0,0001	**

Nota. Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente entre medias ($P > 0.05$).

3.2.2. Efecto tallado

La variable sensorial efecto tallado de los cueros bovinos, entre los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los porcentajes de curtiente mimosa empleados, presentando las mejores respuestas con el curtido con 16% de mimosa, mostrando valores de 4,67 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por [12], mientras que al utilizar 15% de curtiente mimosa los resultados descendieron a 3,50 puntos y calificación buena según la mencionada escala, finalmente los registros más bajo de efecto tallado fueron registrados en el lote de cueros curtidos con los porcentajes más bajos de mimosa (14%), puesto que las calificaciones fueron de 2,33 puntos y condición baja.

3.2.3. Llenura

En la evaluación sensorial de la calificación de llenura de las pieles vacunas se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre medias, según el criterio Kruskal – Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de curtiente vegetal, estableciéndose las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 16% de mimosa (T3), con ponderaciones de 4,50 puntos y calificaciones de excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2019), y que descendieron en el lote de cueros curtidos con el 15% de tara (T2), hasta alcanzar medias de 3.33 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar en la curtición 14% de curtiente mimosa (T1), con resultados de 1,83 puntos y calificación baja.

3.2.4. Tacto

Es decir que la aplicación en el curtido de 14% de mimosa en combinación 4% de cromo se mejoró el tacto de las pieles bovinas, ya que es de conocimiento general que el curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. Lo que es corroborado con las apreciaciones de (Cordero, 2011), quien manifiesta que la mimosa tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difícil de oxidar, porque contiene poco ácido gálico libre, es también el extracto para el cual la relación tanino/no tanino es la más alta con una fuerte acidez natural. Por eso es el tanino astringente del mercado, que no desmejora la redondez o arqueado del cuero más bien tiene la capacidad de penetrar en forma adecuada en el entretejido fibrilar ocupando los espacios vacíos sin sobresaturarlos de tal manera que no afecta la curvatura natural y más bien facilita el moldeado tanto en la confección del artículo como en el uso diario. Los curtientes vegetales tienen la capacidad de producir cueros con tacto muy suave.

3.2.5. Redondez

La calificación de redondez más eficiente por efecto de los niveles de curtiente mimosa utilizados, se reportó con el nivel 16% de curtiente mimosa que presentó una respuesta de 4,67 puntos y calificación excelente según la escala propuesta por (Hidalgo, 2019), seguido del nivel 15 % con valores de 3,33 puntos y condición buena frente al T1 (14%), que reveló un valor de 2,17 y condición baja según la mencionada escala.

3.3. Correlación entre variables de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con curtiente sintético

Con la finalidad de identificar si existe correlación entre todas las variables de estudio ($H_1: p=0$), se utilizó la matriz correlación de Karl Pearson donde se puede deducir que los niveles de tanino mimosa influyen significativamente en los resultados obtenidos tanto en los valores de las variables físicas como también en las calificaciones sensoriales reportándose las siguientes correlaciones en la Tabla 3. La correlación existe entre los diferentes niveles de tanino mimosa en combinación con 4 % de cromo y la resistencia a la tensión del cuero bovino identifica una relación negativa baja ($r = -0,16$), lo que nos indica que conforme se incrementan los niveles de tanino mimosa en el curtido de las pieles bovinas destinadas a la confección de artículos de marroquinería la resistencia a la tensión decrece en forma altamente significativa ($P < 0,01$).

Tabla 3: Análisis de correlación entre variables de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con curtiente sintético.

	Niveles de cera	Resistencia a la Tensión	Porcentaje de elongación	Resistencia al frote en seco	Efecto Tallado	Blandura	Tacto
Niveles de cera	1	**				*	
Resistencia a la tensión	-0,16	1	**	**	**	**	**
Porcentaje de elongación	0,48	0,13	1	**	**	**	
Resistencia al frote en seco	-0,67	0,22	-0,22	1		**	*
Efecto tallado	-0,7	0,28	-0,25	0,45	1	*	
Blandura	-0,39	0,01	0,01	0,13	0,34	1	*
Tacto	-0,68	0,20	-0,43	0,40	0,46	0,31	1

Nota. * = 95%, ** = 99%.

3.4. Análisis económico

Para realizar la producción de 18 cueros bovinos destinados a la confección de artículos de marroquinería se reportó egresos por la compra de pieles, productos químicos para cada uno de los procesos de transformación de piel en cuero alquiler de maquinaria y confección de carteras y billeteras valores de \$155,87; \$156,95 y \$158,95 al utilizar 14% (T1); 15% (T2) y 16% (T3), de curtiente vegetal mimosa en combinación con 4% de cromo respectivamente.

Una vez confeccionados los artículos de marroquinería para cada uno de los tratamientos se procedió a su comercialización, así como también el excedente de cuero que no fue utilizado en confección, reportándose ingresos de \$202,25; \$212,34 y \$223,68 en el caso de los tratamientos T1; T2 y T3, en su orden, como se indica en la Tabla 4.

Considerando un costo por pie cuadrado de \$0,94; \$1,03 y \$0,96 para los tratamientos T1, T2 y T3; y una venta estimada de 1,08 1,24 y 1,20 por pie cuadrado se estableció una relación beneficio costo mayor en los cueros del tratamiento T3, ya que el valor fue de 1,41 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 41 centavos y que desciende a 1,35 en los cueros del tratamiento T2, es decir una ganancia del 35%, mientras tanto que la utilidad más baja fue reportada por los cueros del tratamiento T1 Puesto que la relación beneficio costo fue de 1,30 es decir que por cada dólar invertido se obtendrá una utilidad de 30 centavos de dólar.

Tabla 4: Análisis de correlación entre variables de las pieles caprinas curtidas con diferentes niveles de mimosa en combinación con curtiente sintético.

Concepto	Niveles de mimosa		
	T1 (14%)	T2 (15%)	T3 (16%)
Costo por piel de bovino (3 por tratamiento)	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
Pelambre	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00
Productos para el remojo	\$ 2,69	\$ 2,69	\$ 2,69
Productos para el pelambre	\$ 3,27	\$ 3,27	\$ 3,27
Descarnado	\$ 1,80	\$ 1,80	\$ 1,80
Dividido	\$ 1,80	\$ 1,80	\$ 1,80
Curtición	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00
Limpieza de restos de cal	\$ 0,44	\$ 0,44	\$ 0,44
Piquelado	\$ 2,58	\$ 2,58	\$ 2,58
Productos para la curtición mixta (cr + mimosa)	\$ 21,55	\$ 22,63	\$ 24,15
Lavado	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47
Escurrido	\$ 1,80	\$ 1,80	\$ 1,80
Rebajado	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Neutralizado	\$ 6,21	\$ 6,21	\$ 6,21
Teñido y engrase	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00
Productos para el teñido	\$ 19,37	\$ 19,37	\$ 19,37
Productos para engrase	\$ 17,34	\$ 17,34	\$ 17,34
Secado al vacío	\$ 5,88	\$ 5,88	\$ 5,88
Molliza	\$ 1,80	\$ 1,80	\$ 1,80
Sopleteado producto ceroso, pintura palo de rosa y gris	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60
Pinturas	\$ 6,15	\$ 6,15	\$ 6,50
Sopleteado laca al agua	\$ 3,60	\$ 3,60	\$ 3,60
Laca al agua	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
Prensado	\$ 1,20	\$ 1,20	\$ 1,20
Sopleteado laca final	\$ 2,40	\$ 2,40	\$ 2,40
Laca final	\$ 3,93	\$ 3,93	\$ 4,05
Confección de artículos	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00
Inversión total	\$ 155,87	\$ 156,95	\$ 158,95

De los resultados expuestos se aprecia que las rentabilidades van del 30 al 41 % como se aprecia en la Tabla 5 son bastante alentadores sobre todo tomando en cuenta la situación actual de nuestro país y la competencia incontrolable del producto asiático que no permite una competencia leal puesto que llega a costar precios sumamente más bajos, aunque su calidad es inferior y los problemas de salud que acarrea no es un inconveniente para su comercialización. Sin embargo, logrando vencer estas dificultades se ha conseguido réditos económicos positivos para la empresa.

Además, es necesario considerar el hecho de que al utilizar una curtición combinada cromo con curtiente vegetal mimosa se consigue producir un cuero con una buena rentabilidad y en el cual se ha aplacado en algo, la contaminación por el cromo trivalente que se convierte en hexavalente y resulta nocivo para la salud.

4. Discusiones y Conclusiones

La obtención del cuero tallado para marroquinería fue eficiente al realizar una curtición mixta orgánica e inorgánica, es decir la combinación de dos curtientes fortalece el tejido fibrilar para que soporte las múltiples presiones que se presentan en el momento del armado del producto final como son carteras, billeteras entre otros, y que la belleza natural del cuero no se vea comprometida. El nivel más adecuado de curtiente mimosa fue el 14%, más 5% de cromo, debido a que registró la mejor resistencia a la tensión, (1142,48 N/cm²), porcentaje de elongación (6, 8,75 %), y lastometría (10,10 mm), que al ser comparados con las normas de calidad de los organismos reguladores cumplen ampliamente con los valores referenciales puesto que se alcanzó cueros que soporten tensiones, alargamiento y fricciones sin detrimento de su calidad.

La valoración de las calificaciones sensoriales del cuero bovino determinó las puntuaciones más elevadas en el lote de cueros del tratamiento T3 (16%), debido que el efecto tallado y la redondez fue de 4,67 puntos alcanzando calificaciones de excelente, así como la redondez (4,50 puntos) es decir cueros que el artesano y el consumidor final presenten una mejor aceptación por este tipo de cueros.

El costo de producción del cuero osciló entre \$0,94 a \$1,03, que resulta muy competitivo. Al determinar un margen de rentabilidad del 15% se aprecia que se alcanzó una relación beneficio costo mayor en el lote de cueros curtidos con 16% de mimosa puesto que el valor fue de \$1,41, es decir, que por cada dólar invertido se espera una utilidad del \$41, que resulta muy alentadora, sobre todo considerando la economía actual del Ecuador.

Los resultados de la presente investigación son superiores a lo indicado por [13], donde se manifiesta que las mejores respuestas de redondez se presentaron cuando se curtió las pieles con el 14% de curtiente vegetal (tara), con ponderaciones de 4,67 puntos y calificación excelente. Sin embargo, son similares a los reportes de [14], quien al comparar diferentes curtientes entre ellos para registro obtuvo un valor promedio de 4,63 puntos y calificación excelente. Así como de [15], quien estableció las mejores respuestas cuando curtió las pieles con el 14% de extracto de Tara (T2), cuyas medias fueron de 4,63 puntos, y calificación excelente. Este estudio tiene valores inferiores a los registros de [15] quien reportó las calificaciones más altas al curtir las pieles con 9% de curtiente vegetal Tara más Granofín F90(T1), con 4,70 puntos y calificación excelente.

Financiamiento

Esta investigación ha sido financiada en su totalidad por los autores.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplica.

Declaración de Consentimiento Informado

No aplica.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener un conflicto de interés.

Referencias

- [1] A. Aidara-Kane *et al.*, "World Health Organization (WHO) guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals," *Antimicrob. Resist. Infect. Control*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2018, doi: [10.1186/s13756-017-0294-9](https://doi.org/10.1186/s13756-017-0294-9).
- [2] C. Zhao and W. Chen, "A review for tannery wastewater treatment: some thoughts under stricter discharge requirements," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 26, no. 25, pp. 26102–26111, Jul. 2019, doi: [10.1007/s11356-019-05699-6](https://doi.org/10.1007/s11356-019-05699-6).
- [3] A. M. Álvarez, D. B. Guerrón, and C. Montero Calderón, "Natural zeolite as a chromium VI removal agent in tannery effluents," *Heliyon*, vol. 7, no. 9, p. e07974, Sep. 2021, doi: [10.1016/j.heliyon.2021.e07974](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07974).
- [4] R. Urrutia-Goyes, C. Molina, D. Moscoso, and K. Montaluisa, "BOD5, COD, and Surfactants in Discharge Water in the Vicinity of a Tannery in Salcedo, Ecuador," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 987, no. 1, p. 012008, Feb. 2022, doi: [10.1088/1755-1315/987/1/012008](https://doi.org/10.1088/1755-1315/987/1/012008).
- [5] Y. Khambhaty, "Applications of enzymes in leather processing," *Environ. Chem. Lett.*, vol. 18, no. 3, pp. 747–769, Mar. 2020, doi: [10.1007/s10311-020-00971-5](https://doi.org/10.1007/s10311-020-00971-5).
- [6] L. Goswami, R. Mukhopadhyay, S. S. Bhattacharya, P. Das, and R. Goswami, "Detoxification of chromium-rich tannery industry sludge by *Eudrillus eugeniae*: Insight on compost quality fortification and microbial enrichment," *Bioresour. Technol.*, vol. 266, pp. 472–481, Oct. 2018, doi: [10.1016/j.biortech.2018.08.041](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.08.041).

- [10.1016/j.biortech.2018.07.001](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.07.001).
- [7] H. Sawalha, R. Alsharabaty, S. Sarsour, and M. Al-Jabari, "Wastewater from leather tanning and processing in Palestine: Characterization and management aspects," *J. Environ. Manage.*, vol. 251, p. 109596, Dec. 2019, doi: [10.1016/j.jenvman.2019.109596](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109596).
- [8] J. E. Yáñez Naranjo, "Obtención de cuero tallado para morroquinería con la utilización de una curtición mixta orgánica e inorgánica.," ESPOCH, 2019.
- [9] T. L. Ferreira and A. J. J. Evangelista, "Mimosa tenuiflora's antimicrobial activity on bacteria and fungi from medical importance: an integrative review," *Arch. Microbiol.*, vol. 203, no. 6, pp. 3399–3406, Apr. 2021, doi: [10.1007/s00203-021-02330-6](https://doi.org/10.1007/s00203-021-02330-6).
- [10] M. Portavella, *Tenería y medioambiente, aguas residuales*, vol. 4. Barcelona: CICERO, 2005.
- [11] Asociación Español en la Industria del Cuero, *Normas técnicas del cuero y calzado*. España, 2002, pp. 23–42.
- [12] Hidalgo L., *Texto básico de Curtición de Pieles*. Riobamba: Editorial ESPOCH, 2004.
- [13] R. S. Abarca Abarca, "Curtición De Pieles Caprinas Utilizando Diferentes Niveles De Mimosa En Combinación Con 5 % De Curtiente Sintético," ESPOCH, 2017.
- [14] L. M. Asto Huaraca, "Comparación De Diferentes Tipos De Curtientes Para El Curtido De Pieles Ovinas," ESPOCH, 2017.
- [15] E. M. Pilamunga Paullán, "Evaluación de una curtición mixta de granofin F 90, más tres diferentes niveles de Caesalpina spinosa (Tara)," ESPOCH.