

Comparación de tres concentraciones de corteza de encino (*Quercus ilex* L.) en el curtido de pieles de conejos

Comparison of three concentrations of oak bark (*Quercus ilex* L.) in the tanning of rabbit skins

Víctor Humberto Gallardo-Gómez¹ , Reyes Vázquez-Rosales¹ , Virginio Aguirre-Flores¹ ,
Erika Román-Montes de Oca¹ , Jesús Eduardo Licea-Resendiz¹ , Adolfo Jaime-García¹ ,
Martha Laura Garduño-Millán^{1*} 

¹ Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Av. Universidad 1001, 62209, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor para correspondencia: leslie.becerril@univa.mx

Fecha de recepción:

4 de marzo de 2025

Fecha de aceptación:

7 de septiembre de 2025

Disponible en línea:

23 de enero de 2026

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-
NoComercial-
CompartirIgual 4.0
Internacional
(CC BY-NC-SA 4.0)

Cómo citar:

Gallardo-Gómez, V. I., Vázquez-Rosales, R., Aguirre-Flores, V., Román-Montes de Oca, E., Licea-Resendiz, J. E., Jaime-García, A., & Garduño-Millán, M. L. (2025). Comparación de tres concentraciones de corteza de encino (*Quercus ilex* L.) en el curtido de pieles de conejos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 12, e0121003. <https://doi.org/10.30973/aap/2026.12.0121003>

RESUMEN

La piel de conejo es un recurso potencial para la elaboración de artesanías, pero el curtido convencional emplea sales de cromo altamente contaminantes. Este estudio evaluó la corteza de encino (*Quercus ilex* L.) como alternativa vegetal, considerando su disponibilidad regional. Se compararon tres concentraciones (8 %, 16 % y 32 %) de corteza en el curtido de pieles de conejo, evaluando variables sensoriales y mecánicas. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en toque, cobertura y uniformidad con la concentración del 32 %, mostrando mayor interacción de los taninos con el colágeno dérmico. Las variables como resistencia al frote, adherencia, flor suelta, gota de agua, blandura y resistencia a romperse no mostraron diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos. Se demostró que la corteza de encino es un curtiente vegetal eficaz para mejorar características sensoriales, aunque se requiere más investigación para determinar la concentración óptima.

PALABRAS CLAVE

Subproductos, evaluación sensorial, corteza de encino, curtido artesanal, traspatio.

ABSTRACT

Rabbit skin represent a potential resource for handicraft production; however, conventional tanning processes rely on chromium salts, which are highly polluting. This study evaluated oak bark (*Quercus ilex* L.) as a plant-based alternative. Three bark concentrations (8 %, 16 %, and 32 %) were compared in the tanning of rabbit skins, assessing sensory and mechanical variables. Significant differences ($p < 0.05$) were observed in touch, coverage, and uniformity at the 32 % concentration, indicating greater interaction between tannins and dermal collagen. Variables such as rubbing resistance, adhesion, looseness of the grain, water drop absorption, softness, and tear resistance showed no significant differences ($p > 0.05$) among treatments. The results demonstrate that oak bark is an effective vegetable tanning agent for improving sensory characteristics; however, further research is required to determine the optimal concentration.

KEYWORDS

By-products, sensory evaluation, oak bark, artisanal tanning, backyard.

INTRODUCCIÓN

La piel de conejo, *Oryctolagus cuniculus* L., es un subproducto con potencial de aprovechamiento en la fabricación de artículos ornamentales, forros, adornos y prendas de vestir, tanto en estado crudo como curtido (Souza et al., 2016). Por lo general, la piel se obtiene de animales de gran tamaño como vacas y ciervos; aunque también se emplean especies más pequeñas como cabras, cerdos y conejos, desarrollando técnicas para conservar las pieles (Appiah-Brempong et al., 2020). La industria peletera, especialmente en el contexto de la piel de conejo, se caracteriza por la rigurosa clasificación de las pieles, basada en criterios específicos como la calidad del pelaje y el peso de la piel.

Desde el punto de vista de la calidad, se dividen en tres categorías principales. Las pieles de primera calidad se distinguen por la ausencia de defectos, la presencia de un vello denso y uniforme; en cambio, las pieles de segunda calidad pueden mostrar algunas imperfecciones como pelo más corto y con menor densidad. Por último, los ejemplares de pieles de tercera calidad tienen pelaje juvenil y se utilizan para elaborar fieltros, juguetes y sombreros, entre otros (Lebas et al., 1996). Además de la calidad, el peso de las pieles es otro criterio relevante para su clasificación. Las categorías por peso incluyen: extras, con un rango de 240 g a 260 g; primas, de 145 g a 165 g, y segundas, de 105 a 125 g (Lebas et al., 1996).

En México, las pieles de conejo no cumplen con estándares peleteros debido a su tamaño reducido y baja densidad de vello (Lebas et al., 1996), lo que plantea desafíos en su curtido y clasificación. Esta situación se debe a que aproximadamente el 80 % de la producción de conejos proviene de pequeñas granjas de traspatio (Gómez Soto, 2019), cuyo objetivo principal es la obtención de carne para autoconsumo y la venta de excedentes como fuente adicional de ingreso familiar.

El curtido de piel modifica las fibras de colágeno mediante una reacción química de estabilización proteica para conservarlas y evitar que las bacterias y hongos las descompongan. Este procedimiento aporta mayor durabilidad, flexibilidad y apariencia frente a factores ambientales (Sathish et al., 2016; Sharma, 2019).

El curtido de pieles de conejo puede realizarse con productos químicos o de origen vegetal, siendo los taninos una opción más ecológica. Algunos métodos

de curtido químico son altamente tóxicos para el medio ambiente y la salud humana (Carril Verastegui et al., 2023). Se han utilizado tradicionalmente productos químicos como sal, alumbre y sales de cromo para lograr el objetivo de estabilizar el colágeno dérmico (Díaz Hidalgo, 2018; Fontaine et al., 2019; Zhang et al., 2017). Sin embargo, el uso de sales de cromo plantea riesgos ambientales y toxicológicos, lo que hace urgente la búsqueda de alternativas.

En este sentido, los taninos vegetales son una alternativa ecológica en la producción de cuero. Los taninos, que son un polifenol soluble en agua, se encuentran en diversas especies leñosas, incluyendo pino, mimosa, quebracho y encino (Bacelo et al., 2016). Los taninos forman enlaces estables con las fibras de colágeno, otorgando al cuero propiedades mecánicas, estéticas y coloración natural (Das et al., 2020; Hourdebaigt et al., 2011; Shirmohammadi et al., 2018).

Los árboles con mayor importancia para la extracción de taninos son el pino, la mimosa, el quebracho y el encino (Bacelo et al., 2016). El árbol de encino del género *Quercus*, en particular *Quercus ilex* L., es una rica fuente de taninos vegetales. En promedio, la corteza contiene del 5-10 % de materia seca de taninos (Vaca-Sánchez et al., 2016), aunque algunos especímenes alcanzan hasta el 15.5 % por kilogramo de corteza seca en especímenes de entre 15 y 20 años (Luna-José et al., 2003), lo que convierte a este árbol en un recurso importante para la producción de curtido.

El procesamiento de pieles con taninos vegetales, como la corteza de *Q. ilex*, comparte similitudes con el procesamiento químico convencional, pero se diferencia principalmente en las metodologías aplicadas, dependiendo de las concentraciones y el tipo de piel (Díaz Hidalgo, 2018). Por lo tanto, los cambios en la metodología, el curtiente y el origen de la piel afectan las características del cuero (Pausin del Solar Jaime, 2019).

El enfoque de esta investigación se centra en el curtido de pieles de conejo utilizando corteza de *Quercus ilex*. Ante la escasa evidencia sobre el uso de taninos vegetales en este proceso, es necesario generar información que defina condiciones óptimas de aplicación, como concentración, tiempo y temperatura, considerando el origen de las pieles y las propiedades del cuero. El objetivo, entonces, fue comparar tres concentraciones de corteza de encino en piel depilada de conejo para evaluar su efecto en variables sensoriales y mecánicas.

Los resultados contribuirán a optimizar el aprovechamiento de recursos vegetales locales y a establecer guías basadas en evidencia para prácticas de curtido artesanal y su posible aplicación en la industria del cuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica

El experimento se realizó en las instalaciones del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2,160 msnm, 18° 56' N, 99° 13' O).

Materiales

Se utilizaron 30 pieles frescas congeladas de conejos de la raza Nueva Zelanda Blanco; se pesaron con una balanza electrónica Sxe-40 (Torrey®, Monterrey, Nuevo León, México). El peso promedio de las pieles fue de $0.182 \text{ kg} \pm 0.01 \text{ kg}$, el cual fue ajustado luego de retirar la piel que corresponde a extremidades. Por su peso, se clasifican como pieles primas gramos (Lebas et al., 1996). Los ejemplares fueron obtenidos de una granja de traspatio, sacrificados conforme a la NOM-033-SAG-ZOO-2014 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2015). Previo al sacrificio, los conejos fueron pesados, eligiendo pesos homogéneos con promedio de $2.05 \text{ kg} \pm 0.08 \text{ kg}$ y una edad aproximada de 70 días (final de la engorda). Los pesos se determinaron también mediante la balanza electrónica comercial industrial Sxe-40, las edades se obtuvieron mediante registro.

Material para curtido

El proceso de curtido utilizó corteza de encino (*Q. ilex*) como fuente de taninos, obtenida de un árbol de 15 a 20 años sometido a poda sanitaria durante el mes de abril. Según Luna-José et al. (2003), los árboles de esta edad tienen un contenido de taninos del 15.5 % por kg de materia seca. Sin embargo, no se verificó el contenido de taninos en la corteza de encino utilizada en este experimento. Para su preparación, la corteza fue deshidratada mediante exposición solar durante tres días (de forma sensorial y considerando que ya estaba deshidratada cuando presentó el color pálido y la textura

quebradiza); posteriormente, se trituró en un molino manual Estrella® (Universal, Guadalupe, México) y se tamizó con una malla metálica de abertura de 3 mm, obteniendo así un material homogéneo, de acuerdo con la metodología adaptada de Gonçalves et al. (2021).

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, asegurando que cada piel se asignara aleatoriamente a uno de los tres grupos, con nueve repeticiones por grupo para garantizar la validez estadística. Las 30 pieles se dividieron en tres grupos iguales ($n = 10$). El proceso de curtido se realizó empleando un 8 %, 16 % y 32 % de corteza seca de encino por kg de piel fresca en una suspensión acuosa de 1 L por piel.

Procedimiento de curtido

Lavado: Las pieles se descongelaron sumergiéndolas en agua limpia durante 6 horas. Luego se lavaron con detergente y agua abundante.

Descarnado: El descarnado consiste en el retiro del tejido subcutáneo en sentido caudal-craneal.

Depilado: Se realizó sumergiendo las pieles durante tres días en una suspensión de calhidra [$\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 95 %, marca Quimex, México], en una proporción de 75 g/1.5 L de agua, contenida en un recipiente con un volumen que permitió sumergir las pieles sin doblar, cada día a las 8:00, 13:00 y 18:00 horas fueron removidas agitando la suspensión. Al concluir los tres días en calhidra, se retiró el pelo manualmente y se enjuagó con agua hasta eliminar los restos de calhidra.

Neutralización: Las pieles fueron sumergidas en una solución de sulfato de amonio (20.5 % N, Toluca de Lerdo Estado de México, México) hasta llegar a pH de 8 determinado con la ayuda de tiras reactivas McolorpHast™ (MilliporeSigma, Ciudad de México, México); en seguida, se retiró el exceso de solución, poniendo las pieles a escurrir (Maryati et al., 2019).

Aplicación de curtiente: Durante cuatro días, las pieles fueron sumergidas en una suspensión de agua y de corteza de encino, según el tratamiento que corresponde

a cada grupo (8 %, 16 % y 32 %), en un volumen de 1 L por piel. Cada día, durante este periodo, las pieles se removieron y se agitó la suspensión con una frecuencia similar a la realizada en la etapa de depilado; se utilizó la misma suspensión durante los cuatro días.

Secado poscurtiente: Pasados los cuatro días, las pieles se retiraron de la suspensión y se pusieron a escurrir, tendiéndolas a la sombra para permitir que la piel perdiera humedad hasta que, al tirar de ella en todas direcciones, el estirado fuera permanente.

Acabado: Finalizado el proceso de curtido en la parte interna del cuero, se aplicó una solución de 20 % de aceite hidrosoluble para torno (LUB-5054, Grupo Sterk, San Mateo, Estado de México, México) y 80 % de agua, empleando un atomizador.

Evaluadores

Un panel de cuatro curtidores experimentados (con entre 10 y 15 años de trayectoria) realizó la evaluación en diferentes momentos. Las pieles de los tres grupos fueron mezcladas antes de cada evaluación. Los evaluadores conocían el objetivo del estudio, la escala y los criterios de evaluación señalados por Paz y Reascos (2015). La escala de evaluación fue: 5, excelente; 4, muy buena; 3, buena; 2, regular, y 1, mala, de acuerdo con la valoración modificada de Tasigchana (2017).

Variables evaluadas

Sensoriales: La evaluación de las variables toque, flor suelta, cobertura, resistencia al frote, adherencia, gota de agua, uniformidad y blandura fue subjetiva de acuerdo con lo descrito por Paz y Reascos (2015), además de Fababa (2017).

Físico-mecánica: La cual es la variable de resistencia a romperse que se evaluó de forma objetiva.

Forma de evaluación

Toque: Consiste en evaluar la sensación del cuero al tacto como liso, deslizante y cálido.

Flor suelta: Al pasar el dedo con una presión ligera, se puede detectar la presencia de arrugas al doblar el cuero, formando un asterisco en el anverso de la piel.

Cobertura: Se observa con un color uniforme, sin presencia de manchas.

Resistencia al frote: Se frota varias veces un pañuelo seco de color blanco y se verifica si el color se desprende.

Adherencia del acabado: Se determinó al colocar sobre la piel un pedazo de cinta adhesiva y al despegar con fuerza de un tirón, observando si se desprendía la membrana superficial.

Gota de agua: Se aplican tres gotas de agua y se verifica si permanecen marcas luego de su evaporación.

Uniformidad: se comprobó si existen manchas originadas por colorantes o grasas.

Blandura: Se evalúa al verificar la suavidad y caída del cuero.

Resistencia para romperse: Se obtuvieron de cada piel cuatro correas en sentido craneal-caudal de 25 cm de largo y 1.0 cm de ancho, dos fueron tomadas del dorso y una, de cada lado del vientre. El equipo determinó la resistencia a la tracción en kilogramos, empleando una balanza de resorte de la marca Pretul (Grupo Truper, Ciudad de México, México) con capacidad de 50 kg. La balanza se sujetó firme de la parte superior, mientras en su parte inferior se ató un extremo de la correa y, en el otro, una cuerda a una prensa de tornillo para tirar de forma suave y constante hasta romper la correa. El proceso fue grabado en cámara lenta.

Análisis estadístico

Se verificó la normalidad ($p > 0.05$) de todas las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk; después, se transformaron mediante log10, con excepción de la variable resistencia a romperse y se compararon con una prueba de análisis de varianza (ANOVA) unidireccional, utilizando el programa Excel Office 365 y la prueba de Tukey; las pruebas de normalidad y Tukey se realizaron con SPSS Statistics 25.

RESULTADOS

Los resultados muestran que las variables sensoriales de toque, cobertura y uniformidad presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) debido a las concentraciones del curtiente de 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino. Se observa que, a mayor concentración (32 %), se obtienen mayores puntajes en la escala de evaluación: 2.4 ± 0.18 en toque, 3.05 ± 0.17 para cobertura y 2.85 ± 0.18 en uniformidad. Los resultados indican que, al incrementar el porcentaje de curtiente, se mejora la calidad sensorial del cuero para las variables toque, cobertura y uniformidad. El color obtenido en las pieles curtidas con corteza de encino fue café rojizo natural, y se observa que la coloración se hace más uniforme e intensa de forma proporcional a la concentración, logrando mayor calidad del cuero con 32 % de con-

centración en las variables cobertura y uniformidad, sin embargo, se debe considerar que estas variables se midieron de forma visual (Figura 1).

Las variables sensoriales de flor suelta, blandura, resistencia al frote, adherencia y gota de agua fueron iguales en la escala de evaluación ($p > 0.05$) para el curtido con las distintas concentraciones evaluadas de corteza de encino. Esto resulta en un puntaje regular en la escala de evaluación propuesta para la calidad del cuero según Tasigchana (2017) (Figura 2).

La variable de resistencia a romperse no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos de 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino. Sin embargo, se observó una diferencia altamente significativa ($p < 0.001$) entre la resistencia de la piel del dorso y la del vientre (Figura 3).

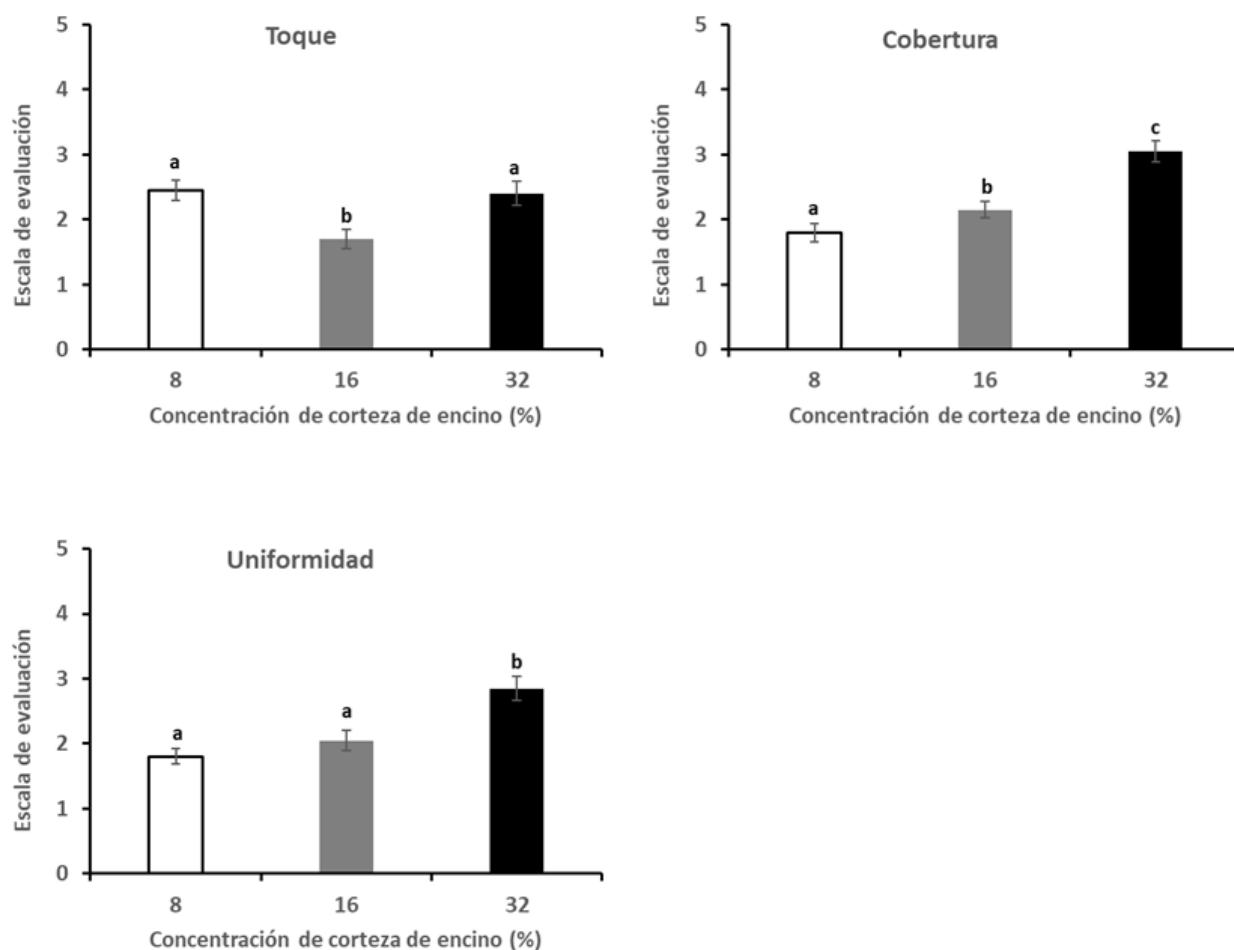


Figura 1. Media ± EE de las variables toque, cobertura y uniformidad con las concentraciones 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino como curtiente de piel sin pelo de conejo. Las literales muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) entre diferentes concentraciones en la misma variable.

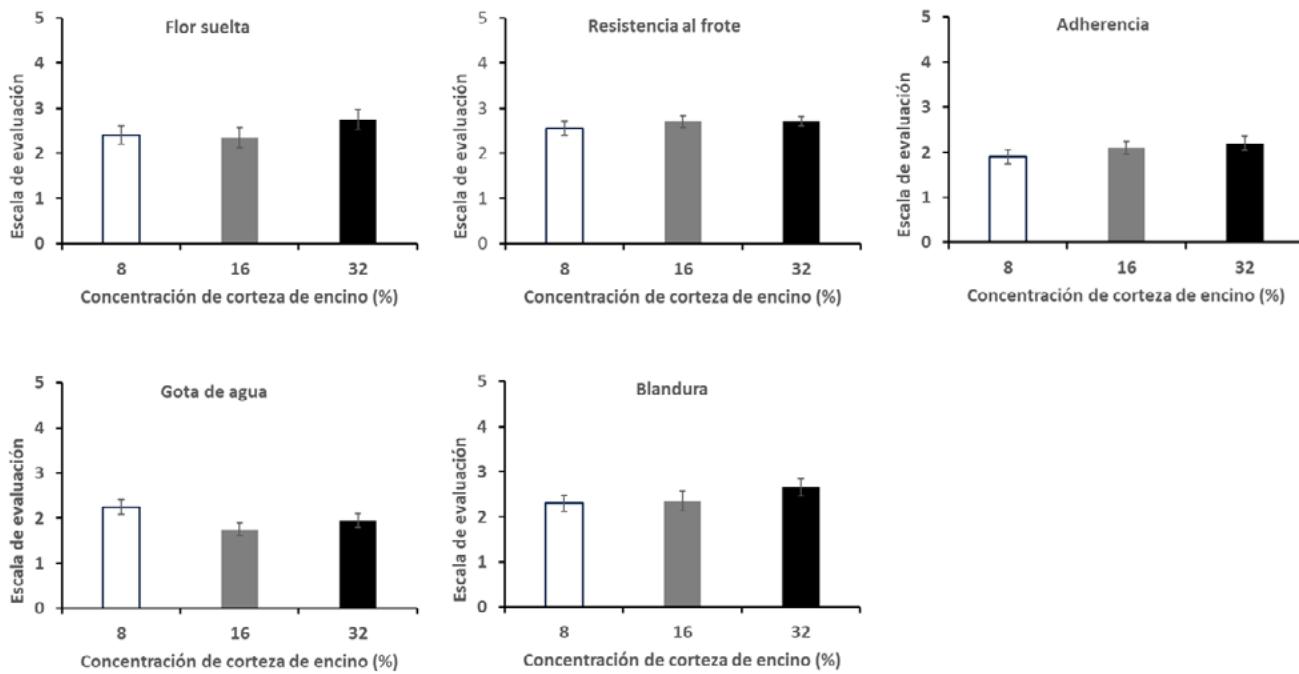


Figura 2. Media ± EE de las variables flor suelta, resistencia al frote, adherencia, gota de agua y blandura en piel curtida sin pelo de conejo con las concentraciones de 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en ninguna variable por efecto de la concentración del curtiente.

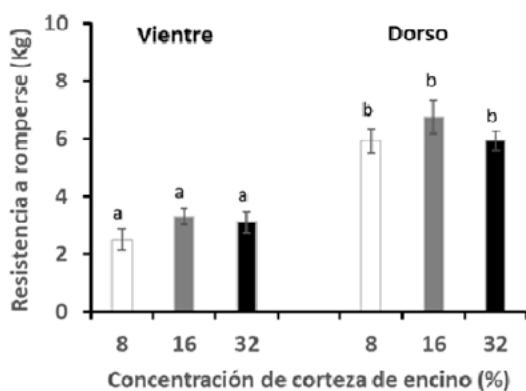


Figura 3. Media ± EE de resistencia a romperse utilizando concentraciones del 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino. Las literales indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Discusión

Los hallazgos confirman que es posible curtir pieles de conejos con una concentración de 8 %, 16 % y 32 % de corteza de encino en materia seca por kilogramo de piel fresca de conejo, obteniendo un cuero de segunda por sus características sensoriales y primas dado el rango de peso (182 g), de acuerdo con Lebas et al. (1996), y de piel regular, según la escala de Tasigchana (2017). Sin embargo, se observan diferencias por efecto de la concentración del curtiente en las variables toque, cobertura y uniformidad, con una tendencia a mejorar la calidad del cuero al incrementar la concentración de curtiente.

Estos resultados sugieren que las variables toque, cobertura y uniformidad guardan una alta relación y sensibilidad al efecto del curtiente, y que, a mayor concentración de curtiente, también se logra una mayor saturación de taninos, lo que favorece la calidad en la piel. Esta tendencia se explica porque los porcentajes de corteza de encino empleados (8 %, 16 % y 32 %) por kilogramo de piel presentan mejores resultados. Ortiz-Gutiérrez et al. (2021) encontraron que, al curtir pieles de conejo empleando como curtiente tallos y hojas de *Dalbergia palo-escrito* Rzed. & Guridi-Gómez

a concentraciones de 20, 40 y 60 gr/L, la mejor concentración fue con 40 gr/L, lo cual es similar al 32 % de corteza de encino que presentó mejores resultados. Sin embargo, es posible que en cuatro días la corteza de encino no haya liberado el total de taninos, ya que, de acuerdo con Das et al. (2020), las horas requeridas para extraer taninos son muy variadas (30 min a 24 h), dependiendo del método de extracción, la temperatura y el disolvente. Es posible obtener una variación en la concentración de taninos durante los cuatro días de exposición de la piel a la solución de corteza de encino, y una lenta liberación. Por otra parte, Paz-Díaz et al. (2020) concluyeron que, al utilizar extracto de taninos del fruto de piñón de oreja [*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.] con una concentración de 20 ml por litro de agua, se obtiene cuero de conejo de buena calidad, aunque en algunas variables no se cumplió con las normas internacionales de calidad.

Las variables como flor suelta, blandura, resistencia al frote, adherencia, gota de agua y resistencia a romperse no mostraron diferencias significativas entre las distintas concentraciones de corteza, obteniéndose un cuero regular. Este resultado está relacionado al efecto de la concentración debido a que el porcentaje de taninos empleado en este experimento fue muy bajo, por el método de extracción acuoso, sin temperatura. El método de extracción acuoso es el más simple, pero menos eficaz para recuperar taninos (Das et al., 2020), y la concentración empleada no logró superar el umbral de respuesta en estas variables, ya que, según Ortiz-Gutiérrez et al. (2021), para lograr un cuero de buena calidad, se requiere 8 % de ácido tánico por kilogramo de piel a curtir. También, la cinética entre taninos vegetales y colágeno es lenta, como indican Guo et al. (2020), lo que sugiere que tiempos de exposición mayores pueden ser necesarios para lograr una mayor fijación cuando se emplean bajas concentraciones del curtiente. La ausencia de efecto significativo en ciertas variables podría ser consecuencia de la duración del tratamiento y no solo de la concentración del curtiente. Algunos autores recomiendan una exposición de 7 a 30 días dependiendo del curtiente, la concentración y el proceso (Spier et al., 2022), lo que concuerda con Guo et al. (2020), quienes refieren una lenta reacción entre los taninos vegetales y el colágeno. Por lo tanto, con una mayor exposición se logra una mayor fijación, mientras que, al incrementar

la concentración del curtiente, la difusión por ósmosis es más rápida (Fababa, 2017).

La resistencia para romperse es una propiedad importante para evaluar en la calidad del cuero al determinar su durabilidad y posible aplicación. Los resultados de este estudio no mostraron diferencias entre los tratamientos de curtido con diferentes concentraciones ($p > 0.05$), lo que indica que las concentraciones del curtiente evaluadas no afectan esta variable. Sin embargo, se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las zonas de la piel (espalda vs. vientre), lo que sugiere que las diferencias intrínsecas en la estructura de la piel de conejo tienen una mayor influencia que el proceso de curtido. Esto coincide con Souza et al. (2016), quienes encontraron que la piel de los animales presenta variaciones regionales en las propiedades físicas: la espalda generalmente es más resistente debido a una mayor densidad y organización de las fibras de colágeno, mientras que el vientre tiende a ser más delgado y menos resistente.

Las limitaciones del diseño del experimento no permiten establecer el efecto de relación que hay entre el tiempo de exposición y concentración del curtiente, sobre las variables evaluadas. Por lo tanto, es necesario determinar la dosis-efecto para obtener el umbral mínimo de kilogramos de piel y estandarizar el proceso de curtido con corteza de encino.

CONCLUSIÓN

La corteza de encino al 32 % demostró ser un agente de curtido vegetal efectivo para mejorar las propiedades de toque, cobertura y uniformidad, superando las concentraciones de 8 % y 16 %. Sin embargo, aun con la concentración más alta, no se mostraron diferencias en las demás variables evaluadas para lograr una piel de calidad buena. Se sugiere evaluar concentraciones más altas y tiempos de exposición más prolongados para aumentar la eficiencia del proceso de curtido.

Agradecimientos

A Oliver Noel Gracida Garduño por la traducción del artículo.

Literatura citada

- Appiah-Brempong, M., Essandoh, H. M. K., Asiedu, N. Y., Dadzie, S. K., & Momade, F. W. Y. (2020). An insight into artisanal leather making in Ghana. *Journal of Leather Science and Engineering*, 2, 25. <https://doi.org/10.1186/s42825-020-00039-8>
- Bacelo, H. A. M., Santos, S. C. R., & Botelho, C. M. S. (2016). Tannin-based biosorbents for environmental applications-A review. *Chemical Engineering Journal*, 303, 575-587. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.044>
- Carril Verastegui, B. D., Castro Vargas, D. J., Machaca-Mamani, J., Lujan Minaya, J. C., Yenque Guerrero, K. E., & Mendoza Castillo, A. L. L. F. (2023). Rediseño industrial en los procesos de curtido de pieles. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 27(118), 109-119. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i118.692>
- Das, A. K., Islam, M. N., Faruk, M. O., Ashaduzzaman, M., & Dungani, R. (2020). Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*, 135, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>
- Díaz Hidalgo, R. J. (2018). El curtido al alumbre de la piel de conejo según la receta del *Libro de los oficios del monasterio de Guadalupe*. Norba. *Revista de Historia*, 31, 119-142.
- Fababa, S. (2017). *Efecto del tanino vegetal de la corteza Schizolobium parahyba (Vell) S.F. Blake (pashaco blanco), en el curtido de pieles de Hydrochaerus hydrachaeris (roncoso)* [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.
- Fontaine, M., Clément, Y., Blanc, N., & Demesmay, C. (2019). Hexavalent chromium release from leather over time: Natural ageing vs accelerated ageing according to a multivariate approach. *Journal of Hazardous Materials*, 368, 811-818. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.112>
- Gómez Soto, J. G. (2019). Situación de la producción cúnica en México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(Supl. 2), 82-87.
- Gonçalves, F. G., Chaves, I. L. S., Fassarella, M. V., Brito, A. S., Émilly, S. G. da S., López, Y. M., & de Oliveira, R. E. G. (2021). Extracción de taninos de la corteza de *Pinus* spp. tratada térmicamente - aplicación como adhesivo. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712041. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712041>
- Guo, L., Qiang, T., Ma, Y., Wang, K., & Du, K. (2020). Optimization of tannin extraction from *Coriaria nepalensis* bark as a renewable resource for use in tanning. *Industrial Crops and Products*, 149, 112360. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112360>
- Hourdebaigt, R., Iade, J., Le Rose, C., & Damonte, D. (2011). Estudio comparativo de taninos de tara, mimosa y pino como recurtientes. *INNOTECH*, (2), 24-27.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., & Thébault, R. G. (1996). *Producción de pieles y pelos textiles. El conejo: Cría y patología*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Luna-José, A. de L., Montalvo-Espinosa, L., & Rendón-Aguilar, B. (2003). Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 72, 107-117.
- Maryati, T., Pertiwiningrum, A., & Bachruddin, Z. (2019). The effects of tanning with Kepok banana (*Musa paradisiaca* L.) bunch on the physical quality of rabbit skin. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 1-7. <https://doi.org/10.35940/ijrte.D7834.118419>
- Ortiz-Gutiérrez, L. J., Soto-Simental, S., Zepeda-Bastida, A., Ocampo-López, J., & Ayala-Martínez, M. (2021). Uso de *Dalbergia palo-escrito* como alternativa vegetal para el curtido de la piel de conejo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(3), e2967. <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2967>
- Pausin del Solar Jaime, E. R. (2019). *Comparación de dos técnicas, con cromo y taninos, para el proceso de curtiduría de la piel del paiche (Arapaima)* [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Paz, A. M., & Reascos, X. M. (2015). *Implementación de un prototipo mecánico para evaluar la flexometría del cuero* [Tesis de licenciatura inédita]. Escuela Politécnica de Chimborazo.
- Paz-Díaz, H. J., Agudelo-Beltrán, A. Y., Plata-Pastor, D. A., Pacheco-Valderrama, M. M., Salazar-Beleno, A. M., & Murillo-Méndez, C. J. (2020). Extracto de taninos del fruto piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*) como curtiente para piel de conejo común (*Oryctolagus cuniculus*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 180-190. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(19\)180-190](https://doi.org/10.18684/BSAA(19)180-190)
- Sathish, M., Madhan, B., Janardhanan-Sreeram, K., Raghava-Rao, J., & Unni-Nair, B. (2016). Alternative carrier medium for sustainable leather manufacturing - A review and perspective. *Journal of Cleaner*

- Production*, 112(Part 1), 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.118>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2015, 26 de agosto). *Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015
- Sharma, K. P. (2019). Tannin degradation by phytopathogen's tannase: A plant's defense perspective. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101342. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101342>
- Shirmohammadi, Y., Efhamisisi, D., & Pizzi, A. (2018). Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review. *Industrial Crops and Products*, 126, 316-332. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.034>
- Souza, M. L. R., Hoch, A. L., Gasparino, E., Scapinello, C., Mesquita, D., Claudino, D. A., Silva, S. C., & Lala, B. (2016). Compositional analysis and physicochemical and mechanical testing of tanned rabbit skins. *World Rabbit Science*, 24(3), 233-238. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4037>
- Spier, F., Fuck, W. F., Jacinto, M. A. C., & Gutterres, M. (2022). Absorption and fixation of vegetable tannins by collagen. *Journal of AQEIC*, 68(4), 93-100. https://aqueic.org/wp-content/uploads/2022/10/v68N4_01.pdf
- Tasigchana, J. P. (2017). *Obtención de un acabado semianilina en pieles caprinas curtidas con tara y aluminio con la aplicación de diferentes niveles de productos compactos* [Tesis de licenciatura inédita]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Vaca-Sánchez, M. S., González-Rodríguez, A., Maldonado-López, Y., Fernandes, G. W., & Cuevas-Reyes, P. (2016). Importancia de los taninos en especies del género *Quercus* como metabolitos secundarios asociados a defensa contra insectos herbívoros. *Revista de la DES Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 18(1), 10-20.
- Zhang, J., Han, Z., Teng, B., & Chen, W. (2017). Biodeterioration process of chromium tanned leather with *Penicillium* sp. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 116, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.10.019>