

Extracto de taninos del fruto piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*) como curtiente para piel de conejo común (*Oryctolagus cuniculus*)*

Tannin extract from guanacaste tree fruit (*Enterolobium cyclocarpum*) as a tanning agent for European rabbit skin (*Oryctolagus cuniculus*)

Extrato de tanino da fruta da árvore guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) como um agente de bronzamento para pele de coelho europeu (*Oryctolagus cuniculus*)

PAZ-DÍAZ, HÉCTOR-JULIO¹; AGUDELO-BELTRAN, ASTRID-YERITZA²;
PLATA-PASTOR, DAYANNA- ANGÉLICA³; PACHECO-VALDERRAMA, MÓNICA-MARÍA⁴;
SALAZAR-BELEÑO, ANA-MILENA⁵; MURILLO-MÉNDEZ, CRISTIAN-JAHIR⁶

Historial del Artículo

Recibido para evaluación: 8 de Mayo 2020.

Aprobado para publicación: 20 de Octubre 2020

- 1 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). Esp. Gerencia en seguridad, Riesgos Laborales y Salud en el trabajo. Barrancabermeja, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3278-7667>
- 2 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). Ingeniera Agroindustrial. Barrancabermeja, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-7267-1183>
- 3 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). Ingeniera Agroindustrial. Barrancabermeja, Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-0330-9022>
- 4 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Barrancabermeja, Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-2051-4589>

RESUMEN

Los taninos son metabolitos secundarios producidos por el fruto piñón de oreja que pueden formar complejos con otras macromoléculas e incrementar la preservación de las pieles animales posterior al proceso de curtido. Este trabajo se enfocó en la extracción y cuantificación de taninos vegetales en el fruto piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*) para su potencial aplicación como curtiente en la piel de conejo raza Nueva Zelanda (*Oryctolagus cuniculus*). Para ello, se realizaron extracciones utilizando soluciones acuosas de etanol, metanol y acetona al 70% y se cuantificó por el método Folin Ciocalteu modificado utilizando ácido tánico como patrón. Se evaluó la capacidad de curtido en la piel de conejo mediante las propiedades físicas del cuero. Se encontró que la mayor concentración de equivalentes de ácido tánico (TAE) se obtuvo para la extracción con etanol al 70% (1,42 g TAE /L) y acetona al 70% (1,49 g TAE /L), respectivamente. Estos extractos fueron utilizados para obtener los cueros conforme las normas de estandarización para estos productos, superando solo 3 de 5 pruebas de estabilidad y resistencia bajo las normas oficiales. Estos extractos son un potencial sustituto de las sales de cromo, permitiendo procesos de curtido con menor impacto ambiental.

ABSTRACT

Tannins are secondary metabolites produced by guanacaste tree fruit that can form complexes with other macromolecules and increase the preservation of animal skins after the tanning process. This work focused on the extraction and quantification of vegetable tannins in guanacaste tree fruit (*Enterolobium cyclocarpum*) for its potential application as a tanning agent for European rabbit skin (*Oryctolagus cuniculus*). Extractions were performed using 70% aqueous ethanol, methanol and acetone solutions and then quantified by a modified Folin Ciocalteu method using tannic acid as the standard. Finally, the tanning capacity in rabbit skin was evaluated by the physical properties of the leather. It was found that the

PALABRAS CLAVE:

Cuero; Curtición; Antioxidantes; Preservantes; *Enterolobium cyclocarpum*; *Oryctolagus cuniculus*.

KEYWORDS:

Leather; Tanning; Antioxidants; Preservative; *Enterolobium cyclocarpum*; *Oryctolagus cuniculus*.

PALAVRAS-CHAVE:

Couro; Curtimento; Antioxidantes; Conservante; *Enterolobium cyclocarpum*; *Oryctolagus cuniculus*.

- 5 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). Esp. Aseguramiento de la Calidad e Inocuidad Agroalimentaria. Barrancabermeja, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-7592-2550>
- 6 Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en Sistemas de Producción Agroindustrial (GIADAI). M.Sc. Química. Barrancabermeja, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-5139-0163>

Correspondencia: hector.paz@unipaz.edu.co

Cómo citar este artículo: PAZ-DÍAZ, HÉCTOR-JULIO; AGUDELO-BELTRÁN, ASTRID-YERITZA; PLATA-PASTOR, DAYANNA-ANGÉLICA; PACHECO-VALDERRAMA, MÓNICA MARÍA; SALAZAR-BELEÑO, ANA-MILENA; MURILLO-MÉNDEZ, CRISTIAN-JAHIR. 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, v. 19, n. 1, 2021, p. 180-190. Doi: [https://doi.org/10.18684/BSAA\(19\)180-190](https://doi.org/10.18684/BSAA(19)180-190)

highest concentration of tannic acid equivalents (TAE) was obtained for extraction with 70% ethanol (1,42 g TAE / L) and 70% acetone (1,49 g TAE/L), respectively. These extracts were used to obtain the leathers according to standards for these products, passing only 3 out of 5 stability and resistance tests under official standards. These extracts are a potential substitute for chromium salts, allowing tanning processes with less environmental impact.

RESUMO

Taninos são metabólitos secundários produzidos por fruta da árvore guanacaste que podem formar complexos com outras macromoléculas e aumentar a preservação de peles de animais após o processo de curtimento. Este trabalho teve como foco a extração e quantificação de taninos vegetais em frutos de árvore guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) para seu potencial aplicação como agente bronzeador para pele de coelho europeu (*Oryctolagus cuniculus*). As extrações foram realizadas em soluções aquosas de etanol 70%, metanol e acetona e quantificadas pelo método de Folin Ciocalteu modificado, utilizando ácido tânico como padrão. Por fim, a capacidade de curtimento da pele de coelho foi avaliada pelas propriedades físicas do couro. Verificou-se que a maior concentração de equivalentes de ácido tânico (TAE) foi obtida para a extração com etanol 70% (1,42 g TAE/L) e acetona 70% (1,49 g TAE/L), respectivamente. Esses extratos foram usados para obter os couros de acordo com as normas para esses produtos, passando em apenas 3 dos 5 testes de estabilidade e resistência de acordo com as normas oficiais. Esses extratos são potenciais substitutos dos sais de cromo, permitindo processos de curtimento com menor impacto ambiental.

INTRODUCCIÓN

La curtición es el proceso mediante el cual se convierten las pieles de los animales en cuero [1]. Se denomina curtiembre al proceso de someter las pieles de animales a una serie de tratamientos con diversas sustancias llamadas curtientes y otras diversas operaciones, destinadas a producir en ellas modificaciones químicas y físicas, con el fin de convertirlas en material duradero, casi imputrescible, apenas permeable al agua y a la vez, suave, elástico y flexible, es decir el cuero o la piel curtido [1,2].

Los métodos más destacados en el proceso de curtición son el curtido vegetal con sales de cromo hexavalente y con sales de alumbre utilizada en la industria de la peletería [3,4]. El curtido vegetal surgió por medio de la observación que puso en evidencia que, si una piel cruda entraba en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas, aquella se manchaba y esas partes aparentemente dañadas, resultaban indemnes a la putrefacción [5,6]. A partir de 1960, comenzó el desarrollo de la industria del curtido vegetal basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales [7,8].

Debido a su naturaleza química, los taninos se convierten en una fuente natural de compuestos orgánicos, con la capacidad de curtir la piel [9]. Sin embargo, en épocas de la industria, el curtido con sales de cromo hexavalente empezó a tener una mayor relevancia [3]. En la actualidad, el curtido con cromo es una práctica comúnmente usada, no obstante, con un impacto negativo en el medio ambiente debido al alto grado de contaminación que genera en los afluentes [2,3].

Barrancabermeja se caracteriza por su clima tropical, con alto potencial de crecimiento y desarrollo de especies vegetales con gran contenido de taninos, como lo es el árbol *Enterolobium cyclocarpum*, conocido en Colombia como orejero o piñón de oreja, en el cual el fruto es una fuente potencial de taninos [10–12]. Los taninos son compuestos de polifenoles capaces de adherirse a las proteínas de colágeno de las pieles de los animales y realizar el proceso de curtido, otorgándoles características naturales como la flexibilidad y suavidad, principales características como curtiente vegetal en el proceso de transformación de la piel en cuero [7,13,14].

El conejo es un animal que constituye un potencial socio económico para el desarrollo de la región debido a su fácil crianza y su reproducción que es muy rápida por tener seis conejos en dos meses lo que equivale a 5 partos

al año, asegurando una oferta de su piel [15,16]. No necesita mayor área para su producción (10 metros cuadrados) en comparación con las especies de rumiantes (100 metros cuadrados en caso de los bovinos) [17].

Esta investigación se enfocó en el fruto piñón oreja para determinar la presencia de taninos en la semilla y vaina del fruto, y utilizarlos como curtiente en el proceso de curtido de la piel de conejo raza Nueva Zelanda y así minimizar el uso de cromo. El cuero de conejo, al ser procesado, puede sustituir las pieles exóticas que existen en el mercado.

MÉTODO

Localización

La investigación concerniente al proceso de extracción y cuantificación del tanino se desarrolló en el laboratorio de ciencias del Centro de Investigación Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ), ubicado a 15 km de Barrancabermeja, Colombia. El proceso de curtición de la piel del conejo se realizó en la Unidad Académica Plantas Agroindustriales ubicado en el barrio Santa Bárbara en Barrancabermeja, Colombia. Condiciones ambientales, altura de 86 msnm, temperatura de 32°C y humedad relativa de 82%.

Materiales

Se utilizó el fruto del árbol piñón de oreja (*Enterlobium cyclocarpum*) y piel de conejo raza Nueva Zelanda (*Oryctolagus cuniculus*) como fuente de taninos vegetales y piel utilizada en el proceso de curtido, respectivamente. Cloruro férrico y carbonato de sodio grado analítico y superior fueron obtenidos de Merck. Se utilizó etanol, metanol, acetona grado reactivo como solventes de extracción de taninos vegetales. Se utilizó estándar de ácido tánico para la cuantificación de taninos. Para el proceso de curtición se utilizó ácido sulfúrico al 98%, ácido fórmico, formaldehído, sulfato de aluminio, bisulfito de sodio y bicarbonato de sodio; todos en grado reactivo o superior. Toda el agua utilizada fue ultrapura con una resistividad de 18 MΩ.

Pretratamiento

Se eligieron los frutos que se encontraron enteros, libre de defectos y de hongos visibles por la humedad y se realizó un lavado con agua destilada. Los frutos obtenidos y seleccionados se secaron en un horno a 103°C durante 24 horas hasta lograr un peso constante y una humedad del 10,43%. Luego, se realizó una molienda en un molino artesanal, debido a la dureza de la semilla, obteniendo una harina con un tamaño de partículas de aproximadamente 2 mm utilizando un tamiz de 10 mesh.

Extracción de taninos vegetales

Para la extracción de taninos vegetales presentes en la harina del fruto de piñón de oreja, se empleó la metodología descrita por algunos autores con algunas modificaciones [6,8,10,18-20]. Brevemente, se pesaron 30 g de la muestra y se disolvieron en 150 mL de solución extractora (etanol, metanol y acetona, todos en solución acuosa al 70%), se dejó la solución en agitación constante durante 15 min a 60°C, y luego se dejó en reposo. Las soluciones se dejaron en reposo y en ausencia de luz durante de 4 días. Posterior a esto, se filtró al vacío con papel Whatman N°40. Por último, las soluciones se rotovaporaron para retirar todo el solvente posible y los extractos concentrados resultantes se almacenaron a 4°C.

Análisis cualitativo de taninos vegetales

Para determinar la presencia de taninos en los extractos obtenidos del fruto del piñón de oreja y determinar el tipo de taninos presentes, se adicionaron 2 gotas de solución de cloruro férrico al 5% en 1 mL de la muestra

extraída y se dejó reposar por 5 min. Luego, se aplicaron gotas de las muestras extraídas sobre un algodón y se tomó la imagen para ser analizada por ImageJ® [21].

Análisis cuantitativo de taninos vegetales

Los taninos presentes en los extractos obtenidos se cuantificaron siguiendo el procedimiento descrito por varios autores [8,10,13,18]. En resumen, se diluyeron los extractos 1:10 y se realizó la lectura directa de la absorbancia a 280 nm, usando agua destilada como blanco. Se construyó una curva de calibración usando ácido tánico como estándar. Finalmente, se determinó el contenido de taninos totales relacionando con la curva de calibración obtenida y se expresó como mg equivalentes de ácido tánico por g de muestra (mg TAE/mL de extracto).

Análisis estadístico

Todas las mediciones se realizaron por triplicado y los datos se expresaron como medias \pm desviaciones estándar. Se aplicó análisis ANOVA y prueba de Tukey para la determinación de la significancia de los resultados. El análisis estadístico se realizó con el software TIBCO Statistica 13.5 Desktop Versión 1.35.

Proceso de curtición

Para preparar la piel a la curtición, se sumergieron las pieles en 3 L de solución de NaCl 2% para disolver algunas proteínas globulares y evitar el posterior hinchamiento. Luego, se enjuagaron con agua y se eliminó manualmente la grasa. Seguidamente, se agregaron las pieles en 3 L de agua y se adicionó 1 mL de H₂SO₄ al 10% (p/V) y se dejó durante 60 minutos para romper las fibras de colágeno y se adicionaron 10 mL de formaldehído al 13% (p/V) para fijar el pelo en la piel. Pasado el tiempo, las pieles se enjuagaron con abundante agua para eliminar el ácido y el formaldehído, y se eliminó la epidermis de la piel [15,16].

Para el curtido, las pieles se sumergieron en 3 L de solución de tanino (20 mL de extracto de tanino en 1 L de agua) durante 3 días, agitándose dos veces al día para una mayor fijación del tanino en la piel. La piel curtida es sometida a un baño de aceite de ricino con una solución de detergente neutro al 10% en agua tibia. El nutrido se hace masajeando la mezcla del aceite por el lado de la flor y del descarte hasta que sea absorbida totalmente. Por último, las pieles curtidas se dejan bajo la sombra para eliminar la humedad de la piel y dejar que el curtiente fije más en las fibras del colágeno.

Pruebas físicas

Se determinó la resistencia a la tracción, porcentaje de elongación y la resistencia al desgarre con un dinamómetro, donde se registró la fuerza máxima alcanzada hasta su rotura. Para la determinación de la distensión y resistencia de la capa de la flor en el ensayo de estallido con esfera se utilizó un rotómetro. Estos parámetros se utilizan para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos [7,16].

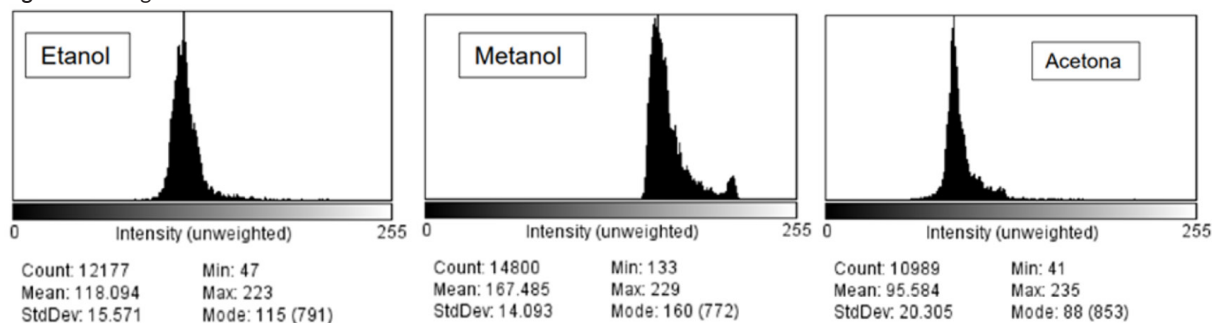
RESULTADOS

Análisis cualitativo de taninos

Se determinó la presencia de taninos en los extractos obtenidos a partir del fruto de piñón de oreja, donde se observó que las tres soluciones empleadas son ideales para la extracción de taninos, dando una coloración característica de la presencia de éstos. También, se realizaron estas pruebas cualitativas a través de todo el procedimiento de extracción para descartar errores metodológicos. Los extractos de estudio indicaron la reacción de color verde oscuro que sugiere la presencia de taninos condensados, así como lo indica Sánchez-García *et al.* [22].

Por medio de los extractos colorados, se obtuvo un histograma de color que sirve para identificar problemas en la exposición, el contraste o el rango dinámico de ésta. Cuando los valores de intensidad se acumulan en el extremo izquierdo del histograma, estamos ante una imagen infraexpuesta, mientras que si se acumulan en la parte derecha estamos ante una imagen sobreexpuesta [21]. Con referencia a lo anterior, en la figura 1 se observa que la solución de etanol tiene un amplio rango dinámico en comparación con la acetona y el metanol, quienes de-

Figura 1. Histograma de color de los extractos obtenidos con las tres soluciones utilizadas.



notan errores al estar sus valores acumulados en la parte izquierda y derecha, respectivamente, lo que permite que el etanol posea una mayor capacidad para extraer los taninos de la matriz vegetal.

Según diversos autores, el rango de temperatura ideal durante el método de extracción debe ser entre 50 y 60°C puesto que a temperaturas mayores, los taninos tienden a degradarse [5,6,10]. Debido a esto, la temperatura ideal durante el proceso de extracción fue de 60°C para garantizar un mayor rendimiento de extracción en el proceso y evitar la degradación de los compuestos que son de importancia para la investigación.

Cuantificación de taninos

Cuadro 1. Cuantificación de ácido tánico en extractos del fruto de piñón de oreja utilizando varios solventes de extracción.

Solvente	Concentración de taninos, g TAE/ L de extracto	Rendimiento de extracción, %
Etanol	1,42 ± 0,05 ^a	78
Acetona	1,49 ± 0,07 ^a	80
Metanol	1,32 ± 0,01 ^b	71

^{ab} Cada letra corresponde a datos que no poseen diferencias significativas.

Se determinó el contenido de taninos totales en los extractos concentrados obtenidos del fruto de piñón de oreja utilizando los tres solventes (todos los solventes utilizados para la extracción de taninos están en solución acuosa al 70%). Los resultados se pueden observar en el cuadro 1.

Los resultados de cuantificación de compuestos fenólicos expresados en ácido tánico permiten observar que la mayor concentración lo arrojó la acetona al 70% con 1,49 g TAE/L y seguido por el etanol con 1,42 g TAE/L. El metanol dio un valor bajo con un 1,322 g TAE/L, demostrando que las soluciones de acetona y de etanol extraen una gran variedad de compuestos fenólicos que son más solubles en estas mezclas y poseen mayores valores de rendimiento de extracción.

Hay pocos estudios sobre la cuantificación de taninos en estas matrices y similares, uno de ellos es el trabajo de Aguilar-López *et al.* [10] donde el rendimiento de extracción de taninos fue menor del 10% debido a las condiciones agresivas de extracción, como altas temperaturas y largos tiempos de extracción. Otros autores utilizaron etanol como solución para extracción de taninos, obteniendo rendimientos menores que 30%.

En los resultados expresados, no hay diferencias significativas entre la concentración de taninos en el extracto utilizando acetona y etanol. Para la elección del solvente, se tuvo en cuenta el aspecto económico, así como la reactividad con el medio, facilidad de manejo, entre otros. Como consecuencia a esto, se eligió los extractos con etanol al 70% para los procesos de curtición teniendo en cuenta las características señaladas, también por ser un reactivo GRAS.

Determinación de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación

Se determinaron los valores de resistencia a la tracción y el porcentaje de elongación a las pieles de conejo curtidas con extractos líquidos de taninos vegetales y se registraron en el cuadro 2. Según los resultados de

Cuadro 2. Resultados de resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.

Sentido del corte	Tracción, MPa	Elongación a carga determinada de 50 N, %	Elongación a la rotura, %
Paralelo	20,2 ± 5,1	0,9 ± 0,1	4,8 ± 2,6
Perpendicular	25,1 ± 5,1	1,4 ± 0,2	4,3 ± 1,6

resistencia a la tracción, se afirma que las pieles de conejo curtidas con el extracto de taninos del fruto piñón de oreja, cumplen con la norma técnica internacional de resistencia a la tensión (ISO 3376:2011), cuyo valor mínimo permisible es de 150 kf/cm² (20,2 MPa), para considerarse cueros de buena calidad. Por su parte, el porcentaje de elongación reporta un 4,8% a una carga de 50 N según lo establecido por la norma.

Sin embargo, estos resultados expresan que las pieles curtidas con los extractos de taninos vegetales no son adecuadas para usar en marroquinería y calzado según la elasticidad que debe tener un cuero. Por lo tanto, no cumplen con los valores de calidad de la norma técnica internacional (ISO 3376:2011); que manifiesta, como parámetro de calidad, valores entre 40 y 80%.

Valores de elongación por debajo del intervalo indican un cuero con muy poca grasa tornándose firme y quebradizo, que dificulta su manipulación al momento de la confección. Esto puede indicar que el manejo final de este tipo de cuero puede decantarse a un manejo suave, como a la marroquinería artesanal.

Determinación de la resistencia al desgarre

En el cuadro 3 se presentan los resultados de la resistencia al desgarre de los cueros de piel de conejo curtidos con los extractos de taninos del fruto piñón de oreja. Estos resultados se expresaron en dos sentidos: longi-

Cuadro 3. Resultados de determinación de la resistencia al desgarre.

Sentido del corte	Espesor, mm	Desgarre, N
Paralelo	0,67	5,8 ± 3,3
Perpendicular	0,65	22,5 ± 3,3

tudinal (paralelo al espinazo) y transversal (perpendicular al espinazo) del cuero de conejo curtido con tanino vegetal para un promedio de 14,1 N. En la norma técnica (NTP ISO 3377:1 2002) menciona que la resistencia al desgarro debe ser mínimo de 30 N, por lo tanto, el cuero de conejo curtido con extractos de tanino vegetal no cumple con los requerimientos mínimos de la norma estipulada.

Sin embargo, los valores de resistencia al desgarre indican que el cuero obtenido puede utilizarse para artículos de marroquinería simple y decoración, debido a que no requieren altas tensiones o resistencias a condiciones climáticas adversas.

Determinación de la distensión y resistencia de la capa de la flor

Cuadro 4. Resultados de determinación de distensión.

Lámina	Inicial		Final	
	Rotura, daN	Distensión, mm	Rotura total, daN	Distensión, mm
1	15,6	5,9	20,3	7,9
2	19,5	5,8	23,8	8,7
3	21,6	4,6	31,3	6,3
Promedio	18,9	5,4	25,1	7,6

En el cuadro 4 se presentan los resultados de la distensión y resistencia de la capa de flor de los cueros de piel de conejo curtidos con los extractos de taninos del fruto piñón de oreja, donde se reportó como resultado para este análisis de distensión un promedio de 7,63 mm.

Comparando los resultados de la presente investigación con las exigencias de calidad para el cuero con la norma técnica internacional (ISO 3377-2:2016) infiere como mínimo permisible 7,5 mm para considerarse como cueros muy resistentes a la fricción. Se observó que, según los resultados expuestos, las láminas de cuero de conejo curtidas con taninos vegetales cumplen con esta exigencia.

Estos argumentos pueden reforzar la opción de utilización de estos cueros para la industria de marroquinería, donde no se implementan altas tensiones al desgarre, pero puede mantener propiedades como textura y rigidez adecuada en estos productos.

En las pruebas con resultados no favorables hubo fallas en el proceso del aceitado, debido a que en esta fase se le otorga propiedad de resistencia al desgarre. Esto puede verse afectado en el producto final que se quiere obtener con este tipo de cuero, que puede decantarse a una utilización de marroquinería o al mejorar el proceso de aceitado, puede utilizarse en calzado y talabartería.

Temperatura de contracción del cuero

Se determinó el valor de temperatura de contracción del cuero de piel de conejo curtida con extractos de tanino vegetal del piñón de oreja. El valor promedio reportado de esta característica es de 101°C, según lo cual las pieles soportan temperaturas mayores de contracción regresando fácilmente a su estado inicial. Los resultados de temperatura de contracción en la presente investigación superaron a los estudios realizados por Hidalgo-Almeida y Siguencia-Yupa [23,24]. Ellos indican que la ISO 3380:2015 establece como mínimo permisible los 75°C, que debería soportar antes de producirse una contracción total y que pueda revertirse a su estado normal sin pérdida de superficie. En efecto, el producto curtiente ha ingresado en el tejido interfibrilar para soportar la temperatura a la cual se produce un encogimiento perceptible.

CONCLUSIONES

Se logró la extracción de los taninos vegetales del piñón de oreja (*Enterlobium cyclocarpum*) con resultados cualitativos que reportaron la presencia de taninos condensados en los extractos. Para las extracciones realizadas

con los diferentes solventes y la cuantificación de taninos, la acetona y el etanol otorgan los mayores resultados. Se eligió el extracto de etanol para la curtición de las pieles, debido a la economía, a la compatibilidad con los principios de química verde y facilidad de manejo.

Se determinaron los parámetros físico-mecánicos para la piel de conejo raza Nueva Zelanda (*Oryctolagus cuniculus*) curtida con extractos etanólicos de taninos vegetales provenientes del fruto de piñón de oreja. Estos resultados definen el estado del cuero obteniéndose tres parámetros favorables (resistencia a la tracción, determinación de la distensión y temperatura de encogimiento) y dos no tan favorables (determinación del porcentaje de elongación y resistencia al desgarre) de acuerdo con las normas internacionales señaladas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Universitario de La Paz – Unipaz y al Laboratorio de Pruebas de Calzado y Polímeros Avanzados LACPA de Centro de Diseño y Manufactura del Cuero por su colaboración en esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] SATHISH, MURALI; MADHAN, BALARAM; JANARDHANAN-SREERAM, KALARICAL; RAGHA-VA-RAO, JONNALAGADDA; UNNI-NAIR, BALACHANDRAN. Alternative carrier medium for sustainable leather manufacturing – a review and perspective. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, 2016, p. 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.118>
- [2] WANG, LI; JUN, LI; YAN, JIN; MING, CHEN; JIANHONG, LUO; XINHUA, ZHU; YUQIANG, ZHANG. Study on the removal of chromium (III) from leather waste by a two-step method. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, v. 79, 2019 p. 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.06.030>
- [3] FONTAINE, MATHILDE; CLEMENT, YOHANN; BLANC, NICOLÁS; DEMESMAY, CLAIRE. Hexavalent chromium release from leather over time natural ageing vs accelerated ageing according to a multivariate approach. *Journal of Hazardous Materials*, v. 368, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.112>
- [4] ZHANG, JINWEI; HAN, ZHANGWEI; TENG, BO; CHEN, WUYONG. Biodeterioration process of chromium tanned leather with *Penicillium sp.* *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 116, 2017, p. 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.10.019>
- [5] SHIRMOHAMMADLI, YOUNES; EFHAMISISI, DAVOOD; PIZZI, ANTONIO. Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review. *Industrial Crops and Products*, v. 126, 2018, p. 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.034>
- [6] SOBEH, MANSOUR; MAHMOUD, MONA F.; ABDEL FATTAH, MOHAMED A.O.; EL-BESH BISHY, HESHAM A.; EL-SHAZLY, ASSEM M.; WINK, MICHAEL. Hepatoprotective and hypoglycemic effects of a tannin rich extract from *Ximenia americana* var. *caffra* root. *Phytomedicine*, v. 33, 2017, p.36–42. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.07.003>
- [7] ROMERO-DONDIZ, ESTELA-MARÍA; ALMAZÁN, JORGE-EMILIO; RAJAL, VERONICA-BEATRIZ; CASTRO-VIDAURRE, ELZA-FANI. Removal of vegetable tannins to recover water in the leather industry by ultrafiltration polymeric membranes. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 93, 2015, p.727–735. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.06.022>
- [8] DE HOYOS-MARTÍNEZ, PEDRO L.; MERLE, JULIETTE; LABIDI, JALEL; CHARRIER-EL BOUHTOURY, FATIMA. Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, v. 206, 2019, p. 1138–1155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.243>

- [9] SEBESTYÉN, Z.; JAKAB, E.; BADEA, E.; BARTA-RAJNAI, E.; ŞENDREA, C.; CZÉGÉNY, Z. Thermal degradation study of vegetable tannins and vegetable tanned leathers. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, v. 138, 2019, p. 178–187.
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.12.022>
- [10] AGUILAR-LÓPEZ, JORGE; JAÉN-JIMÉNEZ, JEAN-CARLO; VARGAS-ABARCA, ANA-SOFÍA; JIMÉNEZ-BO-NILLA, PABLO; VEGA-GUZMÁN, ILEANA; HERRERA-NÚÑEZ; JACQUELINE; BORBÓN-ALPÍZAR, HEN-RY; SOTO-FALLAS, ROY MARIO. Extracción y evaluación de taninos condensados a partir de la corteza de once especies maderables de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, v. 25, n. 4, 2012, p. 15–22.
<https://doi.org/10.18845/tm.v25i>
- [11] THOMAS, E.; TOBÓN, C.G.; GUTIÉRREZ, J.P.; CAICEDO, C.A.; HIGUITA, L.M.; BECERRA, L.A.; GONZÁ-LEZ, M. A Genetic diversity of *Enterolobium cyclocarpum* in Colombian seasonally dry tropical forest: impli-cations for conservation and restoration. *Biodiversity and Conservation*, v. 26, n. 4, 2017, p. 825–842.
<https://doi.org/10.1007/s10531-016-1274-8>
- [12] MOLINA-BOTERO, ISABEL-CRISTINA; ARROYAVE-JARAMILLO, JULIÁN; VALENCIA-SALAZAR, SARA; BARAHONA-ROSALES, ROLANDO; AGUILAR-PÉREZ, CARLOS- FERNANDO; AYALA- BURGOS, AR-MÍN; ARANGO, JACOBO; KU-VERA, JUAN- CARLOS. Effects of tannins and saponins contained in foliage of *Gliricidia sepium* and pods of *Enterolobium cyclocarpum* on fermentation, methane emissions and rumen microbial population in crossbred heifers. *Animal Feed Science and Technology*, v. 251, 2019, p. 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.01.011>
- [13] PINTO-TRINIDAD, LUIS-RENÉ; RAMÍREZ-DÍAZ, ROSELIA; SANDOVAL-GONZÁLEZ, LAURA-MARI-CRUZ. Efecto del uso de semillas arbóreas forrajeras sobre la actividad fermentativa de los microorganismos ruminales. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, v. 17, n. 2, 2019, p. 46–52.
<http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n2.1252>
- [14] KASAY, M.I., HUAMÁN, J.; GUERRERO, M. Estudio cualitativo y cuantitativo de Taninos de la *Oenothera Rosea* L'Hér. Ex Aiton. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, v. 16, n. 1, 2013, p. 13–19.
- [15] SOUSA, MLR.; HOCH, AL.; GASPARINO, E.; SCAPINELLO, C.; DOURADO, DM.; DA SILVA, SC.; LALA, B. Compositional analysis and physicochemical and mechanical testing of tanned rabbit skins. *World Rabbit Science*, v. 24, n. 3, 2016, p. 233–238.
<https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4037>
- [16] PANCAPALAGA, WEHANDAKA; NITIHARJO, SUYATNO. The quality of rabbit hide tanned by mangrove (*Rhizophora mucronata*). *Leather and Footwear Journal*, v. 19, n. 4, 2019, p. 189–194.
<https://doi.org/10.24264/lfj.19.4.3>
- [17] TAHA, E.A.; SAMIA, A.H.; NASR, A.I. Evaluating skin quality of some rabbit breeds under Egyptian condi-tions. *World Rabbit Science*, v. 25, n. 2, 2017, p. 193–200.
<https://doi.org/10.4995/wrs.2017.6652>
- [18] GALINDO, JUANA; GONZÁLEZ, NIURCA; MARRERO, YOANDRA; AREADNE, SOSA; RUIZ, T.; FEBLES, G.; VERENA-TORRES, ANA I.; ACHANG, G.; MOREIRA; ONIDIA; SARDUY, LUCÍA; NODA, AIDA C. Efecto del follaje de plantas tropicales en el control de la producción de metano y la población de protozoos rumi-nales in vitro. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, v. 48, n. 4, 2014, p. 359–364.
- [19] RHAZI, NAIMA; HANNACHE, H.; OUMAM, M.; SESBOU, A.; CHARRIER, B.; PIZZI, A. Charrier-El Bouh-toury, F. Green extraction process of tannins obtained from Moroccan *Acacia mollissima* barks by microwa-ve: Modeling and optimization of the process using the response surface methodology RSM. *Arabian Jour-nal of Chemistry*, v. 12, n. 8, 2019, p. 2668–2684.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.04.032>
- [20] SEABRA, INES J.; CHIM, RITA B.; SALGUEIRO, PABLO; BRAGA, MARIA; DE SOUSA, HERMINÍO C. In-fluence of solvent additives on the aqueous extraction of tannins from pine bark: potential extracts for leather tanning: Potential pine bark extracts for leather tanning/retanning processes. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, v. 93, n. 4, 2018, p. 1169–1182.
<https://doi.org/10.1002/jctb.5478>

- [21] CAMPA-FERNÁNDEZ, VICTOR M. Análisis de imágenes de microscopía con ImageJ. 1 ed. Madrid (España): Create- Space publishing, 2017, 128 p.
- [22] SÁNCHEZ-GARCÍA, YARIMA; RONDÓN-ARIAS, LEYSDI; HERMOSILLA-ESPINOSA, ROBINSON; ALMEIDA-SAAVEDRA, MANUEL. Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas, tallos y flores de la *Helichrysum bracteatum*. *Química Viva*, v. 9, n. 1, 2010, p. 40–45.
- [23] HIDALGO-ALMEIDA, LUIS-EDUARDO. Comparación de la curtición con harina de *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, v. 19, n. 1, 2016, p. 100–108.
<https://doi.org/10.15381/idata.v19i1.12542>
- [24] SIGUENCIA-YUPA, EVELYN-PAOLA. Curtición de pieles ovinas con la utilización de un tanino catiónico castanea sativa y tres niveles de cromo (3, 4 y 5 %) [Tesis de pregrado para Ingeniería en Industrias Pecuarias]. Riobamba (Ecuador): Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018, 98 p.