



Industrial Data

ISSN: 1560-9146

ISSN: 1810-9993

industrialdata@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Perú

Puente Guijarro, César Arturo
Curtición de pieles bovinas con *Caelsalpinia spinosa* en combinación con oxazolidina
Industrial Data, vol. 22, núm. 1, 2019, Enero-Julio, pp. 7-14
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Lima, Perú

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81661270001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Curtición de pieles bovinas con *Caelsalpinia spinosa* en combinación con oxazolidina

CÉSAR ARTURO PUENTE GUIJARRO ¹

RECIBIDO: 03/07/2018 ACEPTADO: 07/01/2019

RESUMEN

La curtición mineral (cromo III) es la más utilizada a nivel mundial, produce efectos nocivos al ambiente no solo en el proceso, sino también cuando los artículos han cumplido su vida útil y deben ser desechados a los vertederos de basura. En ese lugar, el contacto con agentes oxidantes puede producir la degradación del cromo trivalente a hexavalente, el cual es un compuesto altamente contaminante. El presente estudio tiene por finalidad determinar el efecto de una curtición con *Caelsalpinia spinosa* (tara) en combinación con oxazolidina, para crear una curtición agradable con el ambiente al reemplazar al cromo III. Como conclusión se determina que, con la utilización de oxazolidina más *Caelsalpinia spinosa*, se consiguen cueros con resistencias físicas elevadas que superan los estándares de calidad de las normas técnicas, así como una apreciación sensorial muy atractiva para el juez tanto en los cueros como en los artículos de marroquinería.

Palabras-claves: Curtición; cromo; tanino vegetal; oxazolidina; tara.

INTRODUCCIÓN

Es conocido que una actividad ancestral efectuada por millares de familias en todo el mundo es la curtición de las pieles de animales no solo domésticos, sino salvajes, para producir cuero. Este recurso, en manos de artesanos de nuestro país, se transforma en artículos de cuero únicos, manteniendo a la industria curtidora junto con diseñadores en la producción de artículos de cuero no sustituibles por productos sintéticos. De esta forma, el cuero como materia prima sirve para elaborar artículos para marroquinería, calzado e indumentaria, bajo las tendencias mundiales de moda y como respuesta a la gran necesidad de puestos de trabajo y competitividad extranjera. Los requerimientos ambientales que se están adoptando a nivel mundial son cada vez más exigentes; por ello, las industrias curtidoras, desde las curtiembres pequeñas de tipo artesanal hasta las de la gran industria curtidora, deben cumplir las normativas de cada país. Existe entonces una obligación de realizar cambios y adoptar nuevas tecnologías de producción que garanticen una eficaz y eficiente gestión de la industria curtidora, tomando como meta la sostenibilidad medioambiental, social y económica. Así, las curtiembres que no vayan de acuerdo al desarrollo de nuevas tecnologías limpias estarán destinadas a desaparecer, por lo que se requiere que la información deba estar a disposición de los dueños de pequeñas y medianas curtiembres (Mayta y Mayta, 2017).

El cuero, como producto final del proceso de curtición de pieles, presenta características únicas que no son sustituidas por productos sintéticos; es posible citar el porcentaje de absorción de humedad, la elasticidad y la maleabilidad que presentan, entre otras propiedades. En la presente investigación se pretende producir un cuero libre de cromo utilizando una tecnología que consiste en la obtención de pieles exentas de metales con aspecto y cualidades adecuadas. Esto será logrado mediante la sustitución de los productos curtientes habituales (sales básicas de cromo trivalente) por oxazolidina en combinación con agentes curtientes sintéticos o vegetales, empleando formulaciones semejantes a las habituales y realizando el proceso de curtición en las mismas instalaciones y equipos (Reissig, 2006). En otras palabras, lo que se busca

¹ Magíster en Protección Ambiental por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Actualmente, es docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador.
 E-mail: cuerosalce@yahoo.com

es producir pieles más biodegradables, con aspecto y propiedades adecuadas para la fabricación de calzado y otros artículos de piel.

METODOLOGÍA

1. Tipo y diseño de investigación

Tomando en cuenta que experimentar es una modalidad de aprendizaje a través de una sistemática variación de condiciones y obtención de efectos, se va a trabajar bajo la influencia de variables en condiciones controladas para determinar los resultados al manipular las concentraciones de los nuevos curtientes. Para este caso, se trata de obtener o mantener un cuero de alta calidad (variable dependiente) después de aplicar la oxazolidina en combinación con la tara (variable independiente), realizando diferentes experimentos en el laboratorio y manipulando las cantidades de concentración de esta última variable, para luego compararlos con una curtición tradicional como es el cromo.

2. Diseño de la investigación

Para efectuar el ensayo del presente estudio se procedió a evaluar la calidad física, sensorial y mecánica del cuero bovino, así como su comportamiento en el artículo confeccionado (portafolios). Además, se dividió el trabajo experimental en tres fases: la primera utilizó 15 pieles; la segunda, 30 pieles; y, finalmente, la tercera consistió en la comparación de los mejores niveles tanto de la primera como de la segunda fase.

2.1. Primera fase

Para evaluar una curtición con diferentes niveles de sulfato de cromo (5%, 6% y 7%), para la confección de artículos de marroquinería, se manipularon 15

pieles vacunas en total, distribuidas en 3 tratamientos, con 5 repeticiones por tratamiento. Los resultados experimentales de las pruebas fisicomecánicas fueron analizados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), pues cumple con los principios de este tipo de proyecto. En la Tabla 1 se representa el esquema de la experimentación que fue utilizado en la investigación.

En la Tabla 2 se representa el esquema del análisis de varianza utilizado en la investigación.

2.2. Segunda fase

Unidades experimentales segunda fase

Las unidades experimentales de la curtición con diferentes niveles (12%, 15% y 18%) de *Caelsalpinia spinosa* (tara) en combinación con 5% de oxazolidina (segunda fase), fueron 30 pieles vacunas de animales adultos adquiridas a introductores de ganado de la ciudad de Ambato.

Tratamiento y diseño experimental segunda fase

Para la segunda fase de investigación se evaluó la curtición con diferentes concentraciones de *Caelsalpinia spinosa* (12%, 15% y 18%), mezclada con 5% de concentración de oxazolidina, las cuales fueron seleccionadas para cuero de marroquinería. Además, se utilizaron 30 pieles vacunas distribuidas en 3 concentraciones (tratamientos) con 10 repeticiones cada una. En el procesamiento de datos los resultados fueron distribuidos con un Diseño Completamente al Azar (DCA) simple. En la Tabla 3 se representa el esquema del experimento que fue utilizado en la investigación.

En la Tabla 4 se detalla el esquema del análisis de varianza utilizado en la investigación.

Tabla 1. Esquema del experimento.

Porcentajes de cromo	Código	Repeticiones	Tamaño de la unidad experimental	Total unidades experimentales
5%	T1	5	1	5
6%	T2	5	1	5
7%	T3	5	1	5
Total de pieles				15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Tercera fase

La tercera fase de la investigación fue constituida por la comparación entre los resultados del tratamiento más alto de la primera fase versus los resultados más altos de la segunda fase. Asimismo, para su tabulación se utilizó una estadística descriptiva, en la cual se utilizaron medidas de tendencia central, como la media, la mediana y la moda. Además, medidas de dispersión, como la varianza y la desviación estándar. Finalmente, se utilizó la prueba de contraste t de Student para determinar si existen o no diferencias.

3. Técnicas de análisis de datos

Los resultados físicos, mecánicos y sensoriales del cuero y producto confeccionado se tabularon utilizando el programa estadístico Infostat (versión 10) y la hoja de cálculo estadístico Excel 2013. Por otro lado, para el caso de las estadísticas descriptivas, también se utilizarán gráficos para visualizar los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Primera fase

1.1. Valoración de las calificaciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5%, 6% y 7%) de cromo

1.1.1. Resistencia a la tensión

Los resultados de la resistencia a la tensión de los cueros vacunos determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$) por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo. A partir de ello se establecieron los resultados, los cuales fueron más altos con 7% de cromo (T3), alcanzando los

2057,37 N/cm²; mientras que descendieron al utilizar 6% de cromo (T2), llegando a los 1887,53 N/cm². En otras palabras, los resultados más altos se obtuvieron al utilizar mayores niveles de cromo, ya que se consiguió el fortalecimiento del entretelado colagénico, de tal manera que las fibras de colágeno soporten fuerzas multidireccionales a las que son sometidas en el momento del armado o del uso diario que impiden su ruptura prematura y, con ello, la vida útil del cuero disminuya así como su calidad y precio (Silvateam, s. f.).

1.1.2. Porcentaje de elongación

Los resultados del porcentaje de elongación de los cueros vacunos determinaron diferencias altamente significativas por efecto de la curtición con diferentes concentraciones de cromo. Asimismo, se establecieron las mejores respuestas en el tratamiento T3 (7%) con 94,38%, seguido de los valores alcanzados en el lote de cueros del tratamiento T2 (6%) con elongaciones de 80,50%. Mientras que los resultados más bajos fueron reportados por los cueros del tratamiento T1 (5%), alcanzando el 56,90%. Es decir, al curtir con mayores niveles de cromo se mejoró la elasticidad del cuero, lo que, según INESCOP (2011), hizo lograr un alargamiento adecuado para que se traslade fácilmente de la forma espacial a la multidireccional al adoptar la estructura del artículo que se confecciona.

1.1.3. Resistencia al desgarro

La evaluación de la resistencia al desgarro determinó los resultados más elevados en los cueros del tratamiento T3 (7%), obteniendo 55,85 N, seguido de los valores alcanzados por los cueros del tratamiento T1 (5%), que registraron promedios de

Tabla 3. Esquema del experimento.

Concentraciones de <i>Caelsalpinia spinosa</i>	Código	Repeticiones	Tamaño de la unidad experimental	Total unidades experimentales
12%	T1	10	1	10
15%	T2	10	1	10
18%	T3	10	1	10
Total de pieles				30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamiento	2
Error	27

Fuente: Elaboración propia.

54,35 N. Asimismo, los resultados más bajos fueron determinados en el tratamiento T2 (7%), llegando a valores de 53,67 N, como se indica en la Tabla 5.

1.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero vacuno curtido con diferentes concentraciones de cromo

1.2.1. Llenura

Los valores de llenura de los cueros vacunos registraron diferencias estadísticas. Según la prueba de Kruskal-Wallis, se estableció que los resultados más altos se dan al utilizar en la curtición 7% de cromo (T3), ya que las respuestas son de 4,80 puntos, considerado por Hidalgo (2017) como una calificación excelente. Por otro lado, las respuestas bajas fueron determinadas en los cueros obtenidos con niveles bajos de cromo, es decir, con 5% (T1), pues las ponderaciones fueron de 3,20 puntos.

1.2.2. Finura de flor

El análisis de la finura de flor determinó diferencias altamente significativas ($P<0,01$) por efecto de la inclusión de diferentes concentraciones de cromo. Además, se establecieron los resultados más altos en los cueros del tratamiento T3 (7%), alcanzando los 4,60 puntos, lo cual Hidalgo (2017) considera una calificación excelente. A continuación, se ubicaron los registros alcanzados en los cueros del tratamiento T2 (6%), cuyos valores fueron de 4,20 puntos, la cual es una calificación muy buena de acuerdo con Hidalgo (2017). Finalmente, en la separación de medias, a través de la prueba de Tukey (ANOVA), se reportó la finura de flor expuesta en el tratamiento T1 (5%), logrando resultados de 2,80 puntos y calificación baja.

1.2.3. Redondez

La redondez presentó diferencias altamente significativas ($P<0,01$). Así, se establecieron las mejores respuestas en los cueros del tratamiento T3 (7%), obteniendo valores de 4,80 puntos y una calificación excelente por Hidalgo (2017). Luego, en forma descendente, la redondez reportada en los cueros

del tratamiento T2 (6%) alcanzó los valores de 4,20 puntos y ponderación de muy buena. Por el contrario, los resultados más bajos fueron registrados en el tratamiento T1 (5%), logrando respuestas de 3,0 puntos y calificación buena.

2. Segunda fase

2.1. Valoración de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12%, 15% y 18%) de tara

2.1.1. Resistencia a la tracción

Los valores de la resistencia a la tracción no determinaron estadísticamente diferencias ($P<0,05$) por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* (tara), en combinación con 5% de oxazolidina. De esta forma, se establecieron los resultados más altos en el tratamiento T2 (15%), obteniendo 2855,15 N/cm², seguido de los reportes del tratamiento T3 (18%), logrando respuestas de 2717,64 N/cm². Por otro lado, los valores más bajos fueron reportados en los cueros del tratamiento T1 (12%), alcanzando medias de tracción de 2501,54 N/cm².

2.1.2. Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación en el análisis de varianza no determinó diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre las medias de los tratamientos por efecto de la inclusión de diferentes niveles de tara en combinación con oxazolidina. De este modo, se estableció el mayor porcentaje de elongación en el tratamiento T3 (18%), logrando respuestas de 61,54%, las cuales descendieron a 59,55% en los cueros del tratamiento T1 (12%). Por el contrario, los resultados más bajos de elongación fueron reportados por el tratamiento T2 (15%), obteniendo respuestas de 56,93%.

2.1.3. Resistencia al desgarro

La evaluación de la resistencia al desgarro no determinó diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre tratamientos por efecto de la aplicación de diferentes niveles de tara en combinación con oxazolidina.

Tabla 5. Evaluación de las valoraciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5%, 6% y 7%) de cromo (primera fase).

Características físicas	Niveles de cromo						EE (Error Estándar)	Prob.	Sign.	CV (Coeficiente de Variación)
	5% T1		6% T2		7% T3					
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	1341,12	a	1887,53	a	2057,37	a	129,46	0,0142	NS	16,43
Porcentaje de elongación (%)	56,90	a	80,50	a	94,38	a	6,78	0,0056	**	19,62
Resistencia al desgarro (N)	54,35	a	53,67	a	55,85	a	1,32	0,157	NS	5,4

Fuente: Elaboración propia.

Así, se establecieron las respuestas más altas en el tratamiento T3 (18%), obteniendo 117,78 N (ver Tabla 6), es decir, a mayores niveles de tara combinada con oxazolidina, se consiguió una mayor resistencia al desgarro de los cueros vacunos. En ese sentido, Vargas y Amurrio (2017) indican que al frotar las superficies sea entre sí o con cuerpos extraños no se producen daños, ni en la superficie de la piel, ni en su estructura interna, lo cual implica que se trata de un cuero muy rígido que al mínimo estiramiento se romperá. Por lo tanto, se considera que al alcanzarse una mayor resistencia del cuero a rasguños con su propia superficie o con cuerpos extraños que debilitan el entretejido fibrilar, se provocan fisuras que terminan en un envejecimiento prematuro (Casa Química Bayer, 2007).

2.2. Valoración de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12%, 15% y 18%) de tara

2.2.1. Llenura

La valoración de llenura determinó diferencias altamente significativas ($P<0,01$) según la prueba de Kruskal-Wallis, pues se establecieron las respuestas más altas en el tratamiento T3 (18%), obteniendo 4,80 puntos y condición excelente.

2.2.2. Finura de flor

La evaluación de la finura de flor determinó diferencias altamente significativas ($P<0,01$) por efecto de la inclusión a la fórmula del curtido de diferentes niveles de tara más 5% de oxazolidina. De esta forma, se determinaron las respuestas más altas al utilizar 18% de tara (T3), alcanzando respuestas de 4,70 puntos (ver Tabla 7) y calificación excelente según Hidalgo (2017).

2.2.3. Redondez

El análisis de la redondez reportó diferencias altamente significativas ($P<0,01$), según el criterio de la prueba de Kruskal-Wallis, por efecto de la utilización de diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina. Así, se establecieron las respuestas más altas al utilizar 12% de tara (T1), ya que los resultados fueron de 4,70 puntos y calificación excelente según Hidalgo (2017). A continuación, se apreciaron los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con 15% de tara (T2), pues las respuestas fueron de 3,90 puntos y calificación muy buena. Por otro lado, la redondez más baja se apreció en los cueros curtidos con 18% de tara con ponderaciones de 3,40 puntos y condición buena.

2.2.4. Plenitud

Las medias obtenidas de los resultados de la plenitud de los cueros vacunos registraron diferencias

Tabla 6. Evaluación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12%, 15% y 18%) de tara.

Resistencias físicas	Niveles de tara más 5% de oxazolidina			CV (Coeficiente de Variación)	EE (Error Estándar)	Sign.	Prob.
	12%	15%	18%				
Resistencia a la tracción (N/cm ²)	2501,54 a	2855,15 a	2717,64 a	25,52	217,21	0,52	NS
Porcentaje de elongación (%)	59,55 a	56,93 a	61,54 a	12,58	2,36	0,40	NS
Resistencia al desgarro (N)	101,23 a	101,36 a	117,78 a	19,24	6,50	0,14	NS

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Valores de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12%, 15% y 18%) de tara.

Calificaciones sensoriales	Niveles de tara más 5% de oxazolidina			CV (Coeficiente de Variación)	EE (Error Estándar)	Sign.	Prob.
	12% T1	15% T2	18% T3				
Puntos de llenura	3,10 c	3,80 b	4,80 a	19,80	0,24	0,00	**
Puntos de finura de flor	3,50 c	4,10 b	4,70 a	14,47	0,19	0,00	**
Puntos de redondez	4,70 a	3,90 b	3,40 b	16,24	0,21	0,00	**
Puntos de plenitud	4,50 a	3,60 b	3,20 b	14,90	0,18	0,00	**

Fuente: Elaboración propia.

altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de tara en combinación con oxazolidina, aplicado a la formulación del curtido, se evidenció una optimización de la plenitud ante niveles más bajos de tara. De este modo, se registró en el tratamiento T1 (12%) las puntuaciones más altas, cuya media fue de 4,50 puntos, con una ponderación de excelente entre la escala propuesta por Hidalgo (2017), y que descendió en las respuestas de los cueros del tratamiento T2 (15%) a una media de 3,60 puntos y ponderación de muy buena.

3. Tercera fase

3.1. Comparación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 7% de cromo versus la curtición con 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina

3.1.1. Resistencia a la tracción

La evaluación de la resistencia a la tracción no determinó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) al comparar la curtición con cromo versus diferentes niveles de tara más oxazolidina. De esta forma, se reportaron valores más altos al utilizar la curtición con tara (T2), obteniendo valores de 2214,49 N/cm² en comparación con la curtición con cromo (T1), logrando respuestas de 2057,37 N/cm². Además, el error típico fue de 55,62 y 201,98 para los tratamientos T1 (cromo) y T2 (tara), respectivamente. Los valores de las medianas registraron tensiones de 2000,00 y 2177,07 N/cm², incluso se apreció que no existió ningún valor repetido, es decir, no hubo moda; sin embargo, la desviación estándar fue alta, alcanzando cada uno de ellos resultados de 124,36 N/cm² y 451,63 N/cm².

3.1.2. Porcentaje de elongación

Los resultados del porcentaje de elongación de los cueros bovinos determinaron diferencias altamente significativas ($P > 0,05$). Así, se establecieron resultados más altos en el tratamiento T1(tara), ya que las respuestas fueron de 94,38% y la mediana de 80.50,%. Por otro lado, en los cueros del tratamiento T1(cromo) las respuestas fueron de 94.38% y 56.90%, siendo necesario resaltar que los resultados en el tratamiento T2 es de 80.50%.

3.1.3. Resistencia al desgarro

La evaluación de la resistencia al desgarro de los cueros vacunos reportó diferencias altamente significativas. De este modo, se establecieron los resultados más altos en el tratamiento T3 (tara), obteniendo 117.78 N y una mediana de 101,36 N, mientras que al utilizar una curtición con cromo los

resultados medios fueron de 55,85 N y la mediana de 54,35 N. Según Chávez (2010), es necesario combinar la curtición junto a oxazolidina y recurtientes vegetales para alcanzar mayores temperaturas de contracción y obtener pieles de calidad comparable a las curtidas con cromo.

3.2. Valores de las calificaciones sensoriales de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes concentraciones de tara en combinación con 5% de oxazolidina

3.2.1. Llenura

Los valores de llenura de los cueros vacunos reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$). Así, se registraron respuestas más efectivas al utilizar la curtición con tara (T2), ya que los resultados fueron de 4,80 puntos en comparación con los cueros curtidos al vegetal que lograron 3,80 puntos, y cuyas calificaciones son de excelente y muy buena, respectivamente, según Hidalgo (2017). Lo cual es corroborado, de acuerdo con Hoinacki (2009), a través del efecto negativo que tiene la curtición con sales de cromo, sobre todo, por la transformación de cromo trivalente a hexavalente.

3.2.2. Redondez

La calificación de la redondez del cuero vacuno no reportó diferencias estadísticas por efecto de la comparación de la curtición tradicional (cromo) con la vegetal (tara). De esta forma, se establecieron respuestas más altas en el tratamiento T2 (tara), puesto que sus valores medios fueron de 4,80 puntos y condición excelente, en comparación con la curtición con cromo, que registró valores de 3,60 puntos y condición muy buena. En otras palabras, los resultados en las dos curticiones son similares; sin embargo, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es trabajar con curtientes vegetales en combinación con oxazolidina, por su bajo poder contaminante (Córdova et al., 2013).

3.2.3. Finura de flor

Los resultados reportados por la finura de flor de los cueros vacunos determinaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$). Así, se estableció un valor promedio de 4,80 y 3,40 puntos para el tratamiento T1 (cromo) y T2 (tara), respectivamente, y calificaciones que fueron de excelente a buena, es decir, que al cutir con cromo se aprecian mejores respuestas de finura de flor. En ese sentido, Cotance (2004) señala que la finura de flor se debe a que la combinación del grupo carboxílico del colágeno de una fibra con el cromo es muy alta, la cual forma un enlace bastante fuerte que atrae a la fibra adyacente, lo que

da como resultado que el folículo piloso se cierre, dando lisura a la superficie de la flor.

Por otro lado, Bacardit (2005) menciona que la curtiembre mantiene las propiedades más deseadas de la piel, es decir, la resistencia al desgaste, a la humedad y a la flexibilidad. Además, su aspecto exterior agradable al tacto y a la vista es logrado por los diferentes tipos de enlace con el colágeno retícula sin cambiar la estructura de las fibras naturales, permitiendo que el material esté disponible en diferentes espacios y tiempos de tal manera que se pueda satisfacer con la demanda del consumidor.

4. Comportamiento del cuero en la confección de artículos de marroquinería

4.1. Pespunte

La valoración sensorial de los artículos confeccionados con cuero curtido con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* (tara) determinó entre las medias diferencias altamente significativas que las mayores puntuaciones se lograron al elaborar los portafolios con cuero del tratamiento T3 (18%), ya que la calificación alcanzada fue de 4,80 puntos y condición excelente, según la ponderación de Santillan (2017). Además, se redujo a 4,30 puntos en los artículos confeccionados con cueros del tratamiento T2 (15%), donde la ponderación fue de 4,30 puntos y condición muy buena. Por el contrario, las puntuaciones más bajas fueron registradas en los artículos del tratamiento T1 (12%), logrando una puntuación de 3,60 puntos y una calificación buena. Asimismo, Soler (2004) indica que el pespunte es el ensamble de las piezas del corte mediante operaciones de costura, pegado, colocación de adornos y herrajes, etc., y que el cuero debe presentar una resistencia adecuada para soportar esta etapa del proceso industrial, que muchas veces es fuerte, puesto que se debe evitar arrugas o deformaciones que desmejoran la presentación del calzado.

4.2. Corte

La variable corte del cuero determinó diferencias altamente significativas por efecto de la curtiembre con diferentes concentraciones de *Caelsalpinia spinosa* más 5% de oxazolidina. Así, se establecieron las calificaciones más altas al utilizar mayores niveles de tara (T3), ya que la calificación, declarada por el juez, determinó puntuaciones de 4,90 puntos y condición excelente, que descendieron a 4,30 puntos y condición muy buena. Por otra parte, las respuestas más bajas fueron registradas en el tratamiento T1 (12%), ya que la calificación fue de 3,90 puntos y condición buena.

RECOMENDACIONES

- Al curtir las pieles bovinas con oxazolidina y *Caelsalpinia spinosa* se consigue elevar su clasificación, disminuir los defectos, mejorar las propiedades físicas, sensoriales y conseguir una elevada estabilidad del cuero frente a los procesos de fabricación y el paso del tiempo, eliminando la presencia de cromo III.
- La proporción de oxazolidina empleada (5%) en combinación con 12% de *Caelsalpinia spinosa* mejora el aspecto y las propiedades físicas del cuero vacuno. También se alcanza una temperatura de contracción de 80 °C, lo que además economiza el proceso, donde los réditos económicos son mayores y superan ampliamente las ganancias generadas al curtir con cromo.
- La utilización de la oxazolidina como agente curtiente en combinación con *Caelsalpinia spinosa* permite obtener pieles de calidad que pueden ser utilizadas por las industrias de marroquinería. Así lo demuestran los resultados de las pruebas físicas y sensoriales y, sobre todo, la calificación de los artículos confeccionados.
- Al curtir con oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa*, se encuentra un pequeño incremento de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), el cual no cumple con las normativas del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA). Al realizar el tratamiento se consiguió que este valor fuera menor al límite permisible.
- La evaluación del comportamiento del cuero, frente a las condiciones de confección de marroquinería más representativas, determinó que los mejores resultados de pespunte y corte del cuero se aprecian al utilizar 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina (T3), ya que las calificaciones van de 4,80 puntos y 4,90 puntos, respectivamente y condición excelente.

CONCLUSIONES

- Aplicar la combinación de *Caelsalpinia spinosa* (tara) con oxazolidina, como un sustituto ecológico del cromo en el proceso de curtiembre de pieles bovinas, va de acuerdo a la legislación ambiental, pues el uso del cromo en la curtiembre está prohibido por los

efectos negativos que ocasiona al ambiente al transformarse en cromo hexavalente, incluso después de ser desechado el artículo final (Hoinacki, 2009).

- Utilizar la combinación de 12% de *Caelsalpinia spinosa* (tara) más el 5% de oxazolidina para fabricar cueros que cumplen los estándares de calidad en las pruebas físicas y sensoriales, el cual está recomendado para la fabricación de diferentes artículos de piel, así como bajo los criterios establecidos en la obtención de la ecoetiqueta europea del cuero.
- Investigar la utilización de la combinación de *Caelsalpinia spinosa* más oxazolidina en otro tipo de pieles como ovinas, caprinas o especies menores como aves, pescado, conejos, entre otras, para validar la tecnología creada y de esa manera suplir la necesidad de materia prima que tiene un costo más bajo (Chávez, 2010).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bacardit, A. (2005). Química técnica del cuero. Cataluña, España: COUSO.
- [2] Silvateam (s. f.). Cuero curtido al vegetal. Silvateam. Recuperado de <https://www.silvateam.com/es/quienes-somos/extraidos-de-la-naturaleza/cuero-curtido-al-vegetal.html>
- [3] Casa Química Bayer (2007). Resistencia al frote del acabado del cuero. Barcelona, España: IMANAL.
- [4] Chávez, A. (2010). Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. Revista Ingenierías, 9(17), 41-49. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4845697.pdf>
- [5] Córdova, H., Vargas, R., Téllez, L., Cesare, M., Becker, R. y Visitación, L. (2013). Influencia del uso de acomplejantes en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero. Revista de la Sociedad Química, 79(4), 388-397.
- [6] Cotance, A. (2004). Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. Igualada, España: Curtidores Europeos.
- [7] Hidalgo, L. (2017). Escala de calificación de las variables sensoriales del cuero bovino curtido con diferentes niveles de tara. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
- [8] Hoinacki, E. (2009). Peles e couros. Origens, defeitos e industrialização. Porto Alegre, Brasil: SENAI/RS.
- [9] INESCOP (2011). Piel Respetuosa con el Medio Ambiente Curtida con Oxazolidina. Alicante, España: INESCOP.
- [10] Patudo, A. (2012). Qué es hipótesis y cómo se estructura. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/105144657/Que-es-hipotesis-y-como-se-estructura>
- [11] Reissig, P. (2006). Innovación en Cuero = Oportunidad para el Diseño. Recuperado de <https://www.inti.gob.ar/disenoiustrial/pdf/reissig.pdf>
- [12] Mayta, R. y Mayta, J. (2017). Remoción de cromo y demanda química de oxígeno de aguas residuales de curtiembre por electrocoagulación. Revista de la Sociedad Química, 83(3), 331-340.
- [13] Santillán, A. (2017). Escala de apreciación de las características funcionales del cuero bovino. Riobamba, Ecuador: El AI-CE.
- [14] Soler, J. (2004). Procesos de curtido. Barcelona, España: CETI.
- [15] Vargas, D. y Amurrio, D. (2017). Alternativa de proceso de curtido con alto agotamiento de Cromo para las curtiembres tradicionales de la ciudad de Cochabamba. Acta Nova, 8(1), 3-30.