



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“Comparación de dos técnicas, con cromo y taninos, para el proceso de curtiduría de la piel del paiche (*Arapaima gigas*).”

Tesis para optar el Título Profesional de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Enzo Raúl Pausin del Solar Jaime
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres Raúl y Virginia, a mi abuela Nelly, en paz descanse, y a mi abuelo Lucho, por su constante apoyo en mi vida, tanto personal como profesional, el cual logró causar un impacto único en mí. Ser el hombre que soy ahora.

Agradezco a mi hermano Álvaro y mi familia más cercana, por impulsarme a seguir la carrera que amo y no permitir que decaiga.

Mis hermanos del alma, Mauro y Alejandro, quienes no importa el momento o situación, buena o mala, han estado ahí para mí sin dudarlo nunca, dándome todo lo que necesito, su incondicional apoyo y amistad.

A mi directora de tesis, Galy Mendoza y asesores, Cesar Burga y Abdón Segundo.

Finalmente, a mis amigos que siempre han estado ahí para mí, brindándome su cariño y amistad.

Muchas gracias por formar parte fundamental en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue patrocinado por la empresa “Amazon Harvest SAC” quien colaboró con el suministro de especímenes y permisos necesarios para realizar el sacrificio de animales.

Índice

1.- Resumen.....	1
2.- Abstract.....	2
3.- Introducción.....	3
4.- Materiales y métodos.....	6
5.- Resultados.....	12
6.- Discusión.....	15
7.- Conclusiones.....	17
8.- Recomendaciones.....	18
9.- Literatura citada.....	19

RESUMEN

El comercio de cueros con pieles de paiche es un rubro muy rentable, pero con repercusiones en la salud de los usuarios, debido al cromo residual procedente del proceso de curtido. La generación de nuevos agentes curtientes es necesaria para combatir este problema de salud pública. En este contexto, el objetivo del estudio fue evaluar las partes por millón (ppm) de cromo residual en los cueros de paiche curtidos con cromo y taninos. Para lograr este objetivo, se formaron 2 grupos experimentales con 30 pieles cada uno, los cuales fueron curtidos con cromo o taninos respectivamente. Se evaluó ppm de cromo del cuero y su resistencia a las fuerzas físicas en las diferentes técnicas de curtido. Se encontró que las ppm de cromo en los cueros curtidos con taninos fueron menores con respecto a los ppm de cromo encontrados en los cueros con cromo ($p < 0.001$). Los cueros curtidos con taninos mostraron mayor resistencia física a la ruptura por tracción y elongación con respecto a los cueros curtidos con cromo ($p < 0.001$); sin embargo, las pieles curtidas con cromo mostraron mayor resistencia al estiramiento ($p < 0.001$). Nuestros resultados muestran a los taninos como un agente curtiente más eficiente que el cromo y sin riesgos para la salud pública.

Palabras clave: Curtido, ppm cromo, elongación, tracción.

ABSTRACT

The trade in leather with skins of paiche is a very profitable item, but with repercussions on the health of the users, due to the residual chromium coming from the tanning process. The generation of new tanning agents is necessary to combat this public health problem. In this context, the objective of the study was to evaluate the parts per million (ppm) of residual chromium in tanned paiche leathers with chromium and tannins. To achieve this goal, 2 experimental groups were formed with 30 skins each, which were tanned with chromium or tannins respectively. Chromium ppm of leather and its resistance to physical forces were evaluated in different tanning techniques. It was found that the ppm of chromium in tanned leathers with tannins were lower with respect to the ppm of chromium found in chrome leathers ($p < 0.001$). Tanned tannins with tannins showed greater physical resistance to tensile rupture and elongation with respect to chrome tanned leathers ($p < 0.001$); however, chrome tanned skin showed greater resistance to stretching ($p < 0.001$). Our results show tannins as a tanning agent more efficient than chromium and without risks to public health.

INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*) es el pez de escama más grande de las cuencas del Amazonas, el Orinoco, en Venezuela y el Essequibo, en Guyana (Alcántara *et al.*, 2006). Es una especie importante para el poblador amazónico, ya que constituye una fuente de alimentación y contribuye con la generación de ingresos a través de la comercialización de sus productos como los accesorios hechos en base a su piel (FAO, 2008). La producción de paiche en Perú asciende a 1 265 toneladas métricas, de las cuales el 54.26% corresponde al sector acuícola; aumentando su exportación en un 30.6% el 2017 con respecto al 2016 (PRODUCE, 2017). El aprovechamiento del paiche se basa en el uso de su carne y residuos para la elaboración de sub-productos como las escamas (para artesanías) y el cuero. El cuero del paiche es aprovechado como sub-producto luego del curtido de la piel para la fabricación de carteras, billeteras, correas y demás artículos que usamos en el día a día. El propósito del proceso de curtido es modificar la estructura química del colágeno de la piel para tornarla resistente a la putrefacción, darle estabilidad al calor y a la humedad, darle color, elasticidad y resistencia (Zambrano, 2015)

El curtido es un proceso químico que transforma las pieles en cueros, brindando resistencia físico – química para su uso en subproductos de uso diario como calzados, carteras, ropa, entre otros (Bacardit, 2004). El curtido en base a cromo, es una de las técnicas más populares debido a su fácil aplicación y reducido costo; teniendo una gran acogida del 85% de los productores de cuero de diferentes especies a nivel mundial según la IULTCS (International unión of leather technologists and chemists societies (IULTCS , 2013). Sin embargo, la principal limitación con el curtido de cuero en base a cromo es la toxicidad que puede generar en el usuario (Ramírez, 2005). Para que una persona se intoxique por contacto debe sobrepasar los límites aceptados en textiles, según INDITEX (Industria de diseño textil, sociedad anónima) es de 1ppm (partes por millón) en personas menores de 3 años y en adultos hasta 5 ppm (ATSDR, 2012). Las manifestaciones clínicas de las intoxicaciones por contacto de cromo son eccemas diseminados

con presencia de lesiones eritematosas, de inicio lento, pero de tiempo prolongado (Tomasina *et al.*, 2005). Con base al riesgo que genera en las personas el cromo residual procedente del curtido, se deben tomar las medidas preventivas dispuestas por las entidades encargadas (IULTCS, 2013) y buscar alternativas para el proceso de curtido.

El cromo procedente del proceso de curtido, no solo genera problemas en la salud pública, también genera contaminación ambiental. El Cr^{3+} presente en el proceso de curtido a base de cromo, es un elemento propio de la naturaleza, siendo esencial para el metabolismo de carbohidratos y lípidos en los seres vivos. Sin embargo, este metal en altas concentraciones puede generar alergia de piel y cáncer en los seres vivos (Cieślak-Golonka, 1996). El Cr^{6+} , procedente de la oxidación del Cr^{3+} en el proceso de curtido, es un metabolito del cromo altamente tóxico para todos los seres vivos, generando mutaciones en bacterias, plantas y un efecto cancerígeno en los animales (Losi *et al.*, 1994). Ambos tipos de cromo se encuentran presentes en las aguas residuales del proceso de curtido y se sabe que el 60-80% del cromo usado en el curtido se queda en los cueros y lo restante se elimina en las aguas residuales. Se estima un gasto promedio de agua en el proceso de curtido aproximado de 10 kg por 1 kg cuero (Esmaeili *et al.*, 2005). La máxima cantidad permisible de cromo en vertientes industriales es de 0.05 mg/L según lo establecido por el gobierno peruano por el Decreto Supremo 015-2015 MINAM (Ministerio del ambiente del Perú); sin embargo, muchas de las curtidoras en el país no cuentan con el debido proceso de tratamiento de estas aguas. Existen antecedentes que las empresas curtidoras pueden alcanzar valores de 3 a 8 mg/L de cromo en aguas residuales en otros países (Ortiz, 2012); asumiendo que estos altos valores de otros países puedan replicarse en el Perú, esta técnica de curtido podría generar un gran riesgo ecológico para el Perú.

Existen otros elementos usados para el curtido del cuero, una de ellas es con un insumo natural como el tanino. El tanino es extraído del árbol nativo quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) que tiene un olor característico. Los taninos son componentes vegetales que pueden ligar

proteínas de la piel y evitar la descomposición del cuero; además, de darle resistencia a agentes físicos y químicos. El uso de este método de curtido disminuye el riesgo de contaminación ambiental e intoxicación del usuario del cuero por metales pesados residuales como el cromo (Liu *et al.*, 2006). Una de las principales limitaciones del curtido con taninos es el tiempo de este proceso. El curtido con tanino necesita entre 1 a 2 semanas a diferencia del cromo que solo necesita entre 6 a 8 horas, aumentando el precio del curtido y disminuyendo su productividad (Mavlyanov *et al.*, 2001). Sin embargo, los beneficios para la salud pública y el medio ambiente que generan los taninos como agente curtidor, compensa las complicaciones de este proceso, necesitando mayores investigaciones para la optimización de este agente de curtidor.

Por esta razón, el objetivo principal del presente estudio fue evaluar la calidad, según los estándares de cuero, pruebas físicas y químicas, de las pieles curtidas con ambos métodos y determinar si con el tanino logramos similares o iguales características que con el curtido cromado. De esta manera disminuiríamos el riesgo para la salud pública y para el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de Estudio

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los niveles residuales de cromo y resistencia física en los cueros de paiche curtidos con cromo y taninos. Los grupos a evaluar estuvieron conformados por cueros de pieles de paiches curtidos con cromo y cueros de pieles de paiche curtidos con taninos. Cada grupo experimental utilizó 30 paiches y de cada animal se obtuvo una piel. Para evaluar el cromo residual en los cueros se usó un espectrofotómetro y para evaluar la resistencia física de los cueros se midió la temperatura de contracción, la resistencia a tracción, elongación y al desgarro.

El presente estudio tiene la aprobación del comité de ética animal de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Código: 100893).

Población de Estudio

La población de estudio estuvo constituida por los cueros de paiches procedentes del Centro Tecnológico del cuero y calzado – CITEccal, en la sede localizada en la ciudad de Iquitos, provincia de Maynas, Departamento de Loreto. En la misma sede se realizó el proceso de curtido para ambos métodos. Se obtuvieron 30 peces por cada tratamiento. Cada pez, del que se obtuvo su piel, tuvo en promedio 18 meses de edad y un peso de 11 kg.

Procedimientos para el Curtido de Pieles de Paiche

Los procedimientos y productos usados para el curtido de pieles en este trabajo utilizaron las técnicas aplicadas por la empresa acuícola “Amazon Harvest SAC”. La empresa mantiene una estricta confidencialidad con sus técnicas de curtido de pieles, por lo tanto, se describirá brevemente en que consiste cada proceso ejecutado en este trabajo.

Un elemento a tener en cuenta es el “rodamiento”. El rodamiento consiste en rodar las pieles en noques o ruedas grandes (figura 1) durante varios minutos u horas. El rodamiento permite que las

pieles circulen y tengan contacto con todos los insumos químicos mezclados por un tiempo específico. Esta técnica se aplica en todos los procesos del curtido de pieles.



Figura1. Noque o rueda usada para el rodamiento en diferentes etapas del curtido

Tanto las técnicas de curtido de pieles con cromo y tanino, deben pasar por procedimientos en común correspondiente a las fases de remojo, pelambre, descarnación, desencalación, desengrase y piquelado, antes de iniciar el curtido propiamente dicho. Estos procesos previos eliminan la suciedad, escamas y grasas de la piel con la finalidad de obtener una piel lista para el curtido.

Curtido con cromo

El curtido al cromo es un procedimiento químico que brinda resistencia a agentes físicos, químicos y microbiológicos a las pieles. El proceso comienza una vez terminado el piquelado,

El curtido comienza con la adición de 7% de sulfato básico de cromo a las pieles y se deja rodar por 3 horas. Luego, terminado el rodamiento, se adiciona 1.2% de bicarbonato de sodio y 0.15 % de fungicida para volver a rodar las pieles por 6 horas. Finalmente se lava con abundante agua. Al día siguiente se controla si el curtido mantiene un pH de 3.8.

El proceso de curtido se elabora bajo una temperatura elevada. Para poder obtener la temperatura ideal en la cual se puede curtir las pieles primero se hizo pruebas de resistencia de piel. Se observó

que a temperaturas mayores a 100°C grados las pieles empezaban a encogerse y perder flexibilidad, resultando en pieles no aptos para la venta. Por lo tanto, se decidió trabajar las pieles a una temperatura máxima de 100°C.

Curtido con Taninos:

El curtido con tanino es un procedimiento químico que brinda resistencia a agentes físicos, químicos y microbiológicos a las pieles. El proceso comienza una vez terminado el piquelado.

Los agentes de curtido vegetal se extraen de la madera, de corteza picada y/o de hojas de árboles de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) por medio de lixiviación en agua.

El curtido vegetal consta de 3 partes. En la primera parte se adiciona 15% de curtiente vegetal acompañado de 3% de un recurtiente fenólico y se deja rodar por 2 horas. En la segunda parte, se adiciona otra vez 15% de curtiente vegetal y un 3% de tanino sintético para volver a rodar por 120 minutos. Finalmente se adiciona 0.3% de ácido fórmico y 0.2% de fungicida y volver a rodar por 60 minutos.

El proceso de curtido se elabora bajo una temperatura elevada. Para poder obtener la temperatura ideal en la cual se puede curtir las pieles primero se hizo pruebas de resistencia de piel. Se observó que a temperaturas mayores a 85 grados las pieles empezaban a encogerse y perder flexibilidad, resultando en pieles no aptos para la venta. Por lo tanto, se decidió trabajar las pieles a una temperatura máxima de 85°C.

- Posterior al curtido, tanto las técnicas de curtido de pieles con cromo y tanino, deben pasar por procedimientos en común correspondientes a escurrido, post curtido, recurtido, teñido, engrase, secado, ablandado y acabado. Estos procedimientos tienen como finalidad reforzar el curtido y dar un acabado estético según el mercado de destino para su directa comercialización.



Figura 2. "Togging" usado para estirar y secar los cueros



Figura 3. Cuero de piel de paiche listo para el uso comercial.

Evaluación del cromo residual en las pieles

El contenido de cromo residual en las pieles curtidas con cromo y taninos fue analizado como un servicio de terceros por el CITEccal (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas) de la región Lima, la cual tiene una amplia experiencia en el análisis de metales.

Pruebas físicas y químicas de las pieles curtidas

La resistencia a los agentes físicos (tracción, elongación y desgarro) en las pieles curtidas con cromo y taninos fue analizado como un servicio de terceros por el CITEccal región Lima, la cual tiene una amplia experiencia en el análisis de calidad de cueros.

La evaluación de la resistencia física de los cueros consistió en

Tracción – Elongación

Tracción del cuero consiste en el esfuerzo interno por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto y genera un estiramiento en el cuero. La fuerza medida en el punto de rotura vendría ser el valor de resistencia. La elongación del cuero está conformada por la deformación o estiramiento por efecto de la tracción. La tracción y elongación del cuero es medido en Newtons.

Desgarro:

Desgarro es la rotura del cuero en una incisión realizada al aplicar un esfuerzo de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto. La fuerza medida en el punto de inicio del desgarro vendría ser el valor de resistencia al desgarro. El desgarro del cuero es medido en Newtons.

Tamaño de Muestra

Se utilizó 60 pieles obtenidos de 60 paiches destinados para comercialización cárnica, utilizando 30 pieles por cada tratamiento determinados usando la fórmula muestral para estimar una media (Suarez, 1999). Se estableció que la desviación estándar esperada sea de 0.5 ppm teniendo como

base los límites permitidos y sus repercusiones en la salud pública (Ramírez, 2005). Además, se espera un efecto de diseño de 0.18 ppm en los resultados obtenidos con un 95% de confianza.

Donde:

$$n = \left(\frac{(Z_{\alpha/2})(\sigma)}{E} \right)^2$$

N= Tamaño de muestra

σ = Desviación estándar esperada

Z = 1.96, valor de la distribución normal Z

E = Error permitido o efecto del diseño.

Análisis estadístico

Las diferencias entre los niveles de partículas por millón ppm de cromo, resistencia al desgarro, elongación y tracción en los cueros de pacihes en los diferentes grupos experimentales (curtido con cromo o taninos) fueron evaluadas estadísticamente con la prueba de T - student las variables que siguen una distribución normal (resistencia a elongación) y U Mann-Withney para variables que no siguen la distribución normal (ppm cromo, resistencia al desgarro y tracción). Se usó el software Stata 14® (STATA Corp, Station College, TXT, USA) con un nivel de significancia del 0.05.

RESULTADOS

Las ppm de cromo en los 60 cueros evaluados en este estudio, mostraron niveles muy bajos en los cueros curtidos con taninos con respecto a los cueros curtidos con cromo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) (Cuadro 1).

Los cueros tratados con taninos mostraron mayor resistencia ante la tracción, elongación y desgarró con respecto a los cueros curtidos con cromo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 2, 3 y 4).

La temperatura de contracción en los cueros curtidos con taninos osciló entre 75 – 85°C, mientras que la temperatura de contracción de los cueros curtidos con cromos fue a los 100°C.

Cuadro 1. Partículas por millón de cromo encontrados en los cueros de paiche curtidos con Cromo y taninos

Grupo	N	PPM CROMO					
		Promedio	DS*	Min-Max	Mediana	IQR**	p***
Cromo	30	222.5	1.8	220.9 - 225.4	222.2	2.2	< 0.001
Taninos	30	43.2	2.2	40.5 - 46.43	42.4	3.1	

*Desviación estándar

** Rango intercuartil

***Valor p obtenido por la prueba de U Mann-Whitney

Cuadro 2. Newtons necesarios para producir una ruptura por tracción en los cueros de paiche tratados con cromos y taninos

Grupo	N	Tracción - Newtons					
		Promedio	DS*	Min-Max	Mediana	IQR**	p***
Cromo	30	171.8	6.6	166.5 - 184.2	170.2	5.3	< 0.001
Taninos	30	408.0	4.0	401.1 - 412.0	409.6	7.7	

*Desviación estándar

** Rango intercuartil

***Valor p obtenido por la prueba de U Mann-Whitney

Cuadro 3. Newtons necesarios para producir un estiramiento por elongación en los cueros de paiche tratados con cromos y taninos.

Grupo	N	Elongación - Newtons					
		Promedio	DS*	Min-Max	Mediana	IQR**	p***
Cromo	30	70.9	2.9	66.9 - 77.3	70.2	3.1	< 0.001
Taninos	30	66.9	3.7	61.8 - 72.5	66.9	6.3	

*Desviación estándar

** Rango intercuartil

***Valor p obtenido por la prueba de T-Student

Cuadro 4. Newtons necesarios para producir una ruptura por la técnica de desgarro en los cueros de paiche tratados con cromos y taninos.

Grupo	N	Desgarro - Newtons					
		Promedio	DS*	Min-Max	Mediana	IQR**	p***
Cromo	30	35.2	3.6	30.9 - 40.5	32.6	5.7	< 0.001
Taninos	30	88.7	1.9	85.6 - 92.3	88.9	2.2	

*Desviación estándar

** Rango intercuartil

***Valor p obtenido por la prueba de U Mann-Whitney

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los niveles de cromo y la resistencia a agentes físicos en los cueros de paiche curtidos con taninos y cromo. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que este natural agente curtiente (taninos) produce cueros resistentes a la elongación, tracción, fricción y con ppm de cromo residuales muy bajos, dentro de los valores permitidos por el INDITEX.

Los cueros curtidos con cromo en este estudio presentaron un rango de 220.9 - 225.4 ppm de cromo. Según el INDITEX, el rango permitido oscila entre 1 a 60 ppm para usuarios adultos, permitiendo el máximo valor solo si se destina para calzados (INDITEX, 2018). Estos valores son elevados, considerando que en algunos estudios se encuentran valores promedios de 199 ppm (Nasr *et al*, 2011). En este sentido, nuestros resultados muestran que los cueros curtidos con cromo generan un riesgo para la salud pública.

Los cueros curtidos con taninos mostraron rangos de 40.5 a 46.43 ppm de cromo. A pesar de no haber sido curtidos con la técnica de cromo, se logró encontrar la presencia de este metal. Este fenómeno se asocia al uso de productos químicos en la industria del cuero generadores de radicales libres, ya sea por exposición a luz UV o por procesos de blanqueo/limpieza; estos radicales pueden favorecer la oxidación del cromo trivalente a hexavalente, incrementando los niveles cromo en los cueros (Esparza y gamboa, 2001); además, los colorantes usados en el proceso de teñido y fijado de los cueros también contienen cromo. En este contexto, obtener cueros con niveles nulos de cromo resulta imposible; sin embargo, el uso de taninos como curtiente, reduce drásticamente estos niveles en el cuero acabado (Vélez, 2008).

Realizando una comparación con base a los resultados obtenidos en este estudio, podemos afirmar que el curtido con cromo nos da un producto final potencialmente más nocivo por contener ppm de cromo más altos que con curtidos de taninos. El Cr⁶⁺, procedente del Cr⁺³, en cualquier cantidad es nociva para el medio ambiente y seres vivos, por lo que existe el riesgo de generar

contaminación ambiental al aplicarse el método de curtido con cromo sin tratar las aguas residuales (Losi *et al.*, 1994).

El curtido de cromo es una técnica tradicional con múltiples beneficios. El costo de producción es reducido y genera cueros resistentes a factores químicos y físicos; sin embargo, el cromo que resulta del proceso de curtido es vertido al medio ambiente y puede permanecer por años, produciendo un gran impacto ecológico (Hedberg *et al.*, 2015). Existen reportes de contaminación de las cuencas o ríos por cromo alterando los ecosistemas que dependen de estas aguas (Greenpeace, 2012). Además, los riesgos no solo aplican a los usuarios de productos hechos a base de cuero, también se debe tener en cuenta a los trabajadores involucrados en la industria del cuero, debido a las altas exposiciones a estos metales nocivos, generando un riesgo de intoxicación (Ramírez, 2005) que no es reportado. En México, un estudio sobre tratamientos de aguas residuales de curtiembres muestra que en promedio estas empresas liberan 23mg/L de cromo al agua; a pesar de recibir un tratamiento estandarizado, las aguas residuales pueden alcanzar valores de 5mg/L, cuando lo permitido es 0.05 mg/L (Álvarez *et al.*, 2004). Teniendo en cuenta el impacto ambiental que genera el cobre, es necesario estudiar y fomentar la aplicación de técnicas de curtido con taninos.

Por otro lado, el curtido con tanino tiene muchas características beneficiosas. Los bajos niveles de cromo encontrados en este estudio con curtidos de taninos son alentadores para la generación de agentes curtientes libres de cromo que no contaminen el ambiente ni generen un riesgo para la salud pública. Además, se encontró gran resistencia a agente físicos como a la tracción, elongación y desgarró. Teniendo en cuenta que los niveles mínimos exigidos de los cueros para soportar la tracción y elongación son de 29 Newtons y para el desgarró son de 39 Newtons (Silva, 2005). Estos altos niveles de resistencia física, permiten su comercialización para diferentes usos en la confección de ropa, calzados, carteras u otros usos accesorios de alta exigencia física. Sin embargo, el proceso requiere un costo elevado y demanda mayor tiempo que el curtido con cromo (Mavlyanov *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

- El curtido con tanino ha mostrado gran eficiencia en la producción de cueros de paiche, encontrando niveles de ppm de cromo muy bajos con respecto a los cueros curtidos con la técnica tradicional de cromo.
- Los cueros curtidos con taninos producen cueros con mayor resistencia a la tracción y elongación con respecto a los cueros curtidos con cromo.

RECOMENDACIÓN

- Realizar más estudios en los taninos como agente curtiente para mejorar su eficiencia y reducir el costo de producción.

LITERATURA CITADA

1. [ATSDR] Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades. 2012. Resumen de salud pública, cromo. Informe Técnico 8p.
2. [FAO] Food and agriculture organization. 2008. Estado de la demanda mundial del pescado y la acuicultura. Informe Técnico 13 p.
3. [INDITEX] Clear to wear. Informe Técnico 109 p.
4. [IULTCS] International union of leather technologist and chemist societies. 2013. Investigación sobre cromo y cuero. Informe técnico. 12 p.
5. [PRODUCE] Ministerio de la Producción del Perú. 2017. Anuario estadístico pesquero y acuícola. Informe técnico. 44, 145 p.
6. Alcántara F, Wust W, Tello S, Del Castillo D, Rebaza M. 2006. Paiche, gigante del Amazonas - Perú. Informe técnico 70 p.
7. Álvarez SG, Maldonado M, Gerth A, Kusch P. 2004. Caracterización de agua residual de curtiduría y estudio del lirio acuático en la recuperación de cromo. Información tecnológica. 15(3): 75–80
8. Bacardit A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. Couso. 12,52-69 p.
9. Cieślak-Golonka M. 1996. Toxic and mutagenic effects of chromium (VI). Polyhedron 15:3667–3918
10. Esmaeili A, Mesdaghi A, Vazirinejad R. 2005. Chromium (III) removal and recovery from tannery wastewater by precipitation process. Am j eng appl sci 2(10), 1471-1473.
11. Esparza E, Gamboa N. 2001. Contaminación debido a la industria de la curtiembre. Rev Quím. Perú 15(1), 41-63
12. Greenpeace. 2012. Nuevas evidencias de contaminación de curtiembres en la cuenca Matanza-Riachuelo. Informe Técnico 27 p.

13. Hedberg YS, Lidén C, Odnevall I. 2015. Chromium released from leather 1: Exposure conditions that govern the release of chromium(III) and chromium(VI). *Contact Dermatitis* 72 (4): 206–215
14. Liu C-K, Latona NP, Ashby R, Ding K. 2006. Environmental effects on chrome-free leather. *J Am Leather Chem Assoc* 101 (10): 368–375
15. Losi ME, Amrhein C, Frankenberger WT. 1994. Environmental biochemistry of chromium. *Rev Environ Contam Toxicol* 91–121.
16. Mavlyanov SM, Islambekov SY, Ismailov AI, Dalimov DN, Abdulladzhanova NG. 2001. Vegetable tanning agents. *Chem Nat Compd* 37 (1): 1–24.
17. Nasr MM, Gondal MA, Seddigi ZS. 2011. Detection of hazardous pollutants in chrome-tanned leather using locally developed laser-induced breakdown spectrometer. *Environmental monitoring and assessment* 175 (1–4): 387–395.
18. Ortiz NE. 2012. Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales de curtiembres de San Benito, Bogotá. *Intekhnia* 7(2): 143-161.
19. Ramírez A. 2005. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por cromo. Informe técnico. 57 – 70 p.
20. Silva, P. 2005. Propiedades físicas y químicas del cuero para calzado de seguridad. *Tecnología en Marcha*. 18(1), 2.
21. Suárez P, Alonso JC. 1999. Sobre el supuesto de máxima indeterminación, el tamaño muestral y otras consideraciones sobre muestreo. *Gacet Sanit* 13(3):243-6.
22. Tomasina F, Laborde A, Chaves E, Gómez F, Spontón F, Elizabeth C, Alé S. 2005. Dermatitis laboral por cromo: a propósito de un caso. *J Toxicol. Clinical Toxicology* 21: 75–77
23. Vélez M. 2011. Proceso de curtumbre e industrialización de la piel de tilapia y su viabilidad para su comercialización. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.

24. Zambrano M. 2015. Recuperación de técnicas ancestrales de curtido artesanal por método vegetal. INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial 1-28