

Luis
Eduard
o
Hidalgo
Almeida

Firmado digitalmente por Luis Eduardo Hidalgo Almeida
DN: cn=Luis Eduardo Hidalgo Almeida, gn=Luis Eduardo Hidalgo Almeida, c=EC Ecuador, o=ESPOCH ou=Instituto de Posgrado y Educación continua, e=L.hidalgo@esPOCH.edu.ec
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2020-11-16 21:34:05:00

20/20



GUIDO
GONZALO BRITO
ZUÑIGA -
0601526098

Firmado digitalmente por GUIDO GONZALO BRITO ZUÑIGA - 0601526098
Fecha: 2020.11.16 12:39:11 -05'00'

20/20

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“CURTICIÓN ECOLÓGICA DE PIELES DE CABRA CON PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO”

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**WILSON
VITALIANO
ONATE VITERI**

Firmado digitalmente por WILSON VITALIANO ONATE VITERI
DN: cn=WILSON VITALIANO ONATE VITERI, c=EC, o=SECURITY DATA S.A., 1 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación: Riobamba
Fecha: 2020-12-02 08:26:05:00

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: LENIN DIARIO CHILQUINGA TARCO
DIRECTOR: ING. LUIS HIDALGO ALMEIDA. PhD

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, LENIN DIARIO CHILQUINGA TARCO

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lenin Diario Chiliquina Tarco, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, 15 de Agosto del 2020.

Lenin Diario Chiliquina Tarco

CI: 180531515-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Investigación Bibliográfico **“CURTICIÓN ECOLÓGICA DE PIELES DE CABRA CON PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO”**, realizado por el señor: **Lenin Diario Chilibingua Tarco**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

07/01/2021

Dra. Sonia Elisa Penafiel Acosta
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Luis
Eduardo
Hidalgo
Almeida

Firmado digitalmente por Luis
Eduardo Hidalgo Almeida
DN: cn=Luis Eduardo Hidalgo
Almeida, gn=Luis Eduardo Hidalgo
Almeida, c=EC, Ecuador, o=EC
Ecuador, ou=ESPOCH, ou=FACULTAD
DE CIENCIAS PECUARIAS,
e=luis_hidalgo@espoch.edu.ec
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2021-01-04 10:22:05:00

04/01/2020

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, Ph. D.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

GUIDO GONZALO
BRITO ZUÑIGA -
0601526098

Firmado digitalmente po
GUIDO GONZALO BRITO
ZUÑIGA - 0601526098
Fecha: 2021.01.04
11:03:47 -05'00'

04/01/2020

Dr. MC. Guido Gonzalo Brito
MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios a nuestra madre María y a su hijo Jesús porque ellos han sido la luz y la compañía desde el cielo, para así no decaer en mis peores momentos.

A mis padres (Ángel y Bertha) y a mis hermanos (Oracio y Marlon) ya que ellos han sido el pilar fundamental para mi formación como persona, apoyándome en los malos y buenos momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento total a todas las personas que intervinieron en mi formación directa o indirectamente.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Pielés caprinas	3
1.2. El curtido vegetal.....	4
<i>1.2.1. Ventajas del curtido vegetal</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2. Desventajas del curtido vegetal</i>	<i>6</i>
1.3. Curtientes vegetales.....	9
<i>1.3.1. Extractos vegetales</i>	<i>9</i>
1.4. Curtición con extractos vegetales.....	10
1.5. Mimosa púdica	11
<i>1.5.1. Estructura de la Mimosa púdica</i>	<i>11</i>
<i>1.5.2. Condiciones climáticas a las que se adapta la mimosa</i>	<i>13</i>
1.6. Oxazolidinas.....	14

1.6.1.	<i>La oxazolidina para el curtido de pieles</i>	16
1.6.2.	<i>La Oxazolidina una alternativa para el cuidado del ambiente</i>	17
1.6.3.	<i>Aplicaciones de la Oxazolidina</i>	18
1.7.	Antecedentes investigaciones anteriores	19

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	25
2.1.	Métodos para sistematización de la información ¡Error! Marcador no definido.	
2.2.	Criterios de selección	25

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1	Evaluación de las Resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado	26
3.1.1	<i>Resistencia a la Tensión</i>	26
3.1.2	<i>Porcentaje de elongación</i>	29
3.1.3	<i>Lastometría</i>	31
3.2.	Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado	33
3.2.1	<i>Llenura</i>	33
3.2.2	<i>Blandura</i>	36
3.2.3	<i>Redondez</i>	37
3.3	Evaluación económica	40
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	42

BIBLIOGRAFIA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado	26
Tabla 2-3: Porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado	29
Tabla 3-3: Evaluación de la lastimetría de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado.....	31
Tabla 4-3: Evaluación de la calificación de llenura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado	34
Tabla 5-3: Evaluación de la calificación de blandura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado	36
Tabla 6-3: Evaluación de la calificación de redondez de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado	38
Tabla 1-3: Evaluación económica de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado.....	27
Gráfico 2-3: Porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado.....	30
Gráfico 3-3: Lastometría de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado	32
Gráfico 4-3: Llenura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado	35
Gráfico 5-3: Blandura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado.....	37
Gráfico 6-3: Redondez de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado.....	39

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama del proceso de curtido	8
Figura 2-1: Ilustración de la Mimosa Pudica (púdica)	12
Figura 3-1: Ilustración de la inflorescencia de la Mimosa púdica (mimosa).	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Bitacora del proceso de curtido de pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético (Altamirano, 2017)

Anexo B: Bitácora del proceso de acabado de pieles caprinas curtidas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético (Altamirano, 2017)

Anexo C: Bitácora de la curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales (Guaminga, 2016)

RESUMEN

En el presente proyecto de revisión bibliográfica, se basa en la curtición ecológica de pieles de cabra utilizando productos naturales para cueros destinados a la confección de calzado, efectuando una recopilación de informaciones bibliográficas disponibles en Dspace.espoeh, Scopus, Redalyc.org, E-libro, Google académico. Al analizar las resistencias físicas de tensión se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con 7% de Tara más 4% de Granofin F 90 (3140,69 N/cm²), mientras tanto que el porcentaje de elongación (80,63%) y lastimetría (11,78mm) alcanzaron las mayores respuestas al utilizar la curtición mixta diferentes niveles de extracto de mimosa. En el análisis sensorial se obtuvo las mejores calificaciones de blandura (4,75 puntos) y redondez (4,75 puntos) en las pieles curtidas con Tara, en tanto que la llenura (4,75 puntos), por el contrario, alcanzo su mayor ponderación utilizando taninos híbridos. En el análisis beneficio (1,20), se pudo determinar la mayor rentabilidad al curtir las pieles con 7% de tara más Granofin F 90, ya que la relación beneficio/costo fue de 1.28 es decir que por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 28%, es que bastante atractiva, por lo que se concluye que se realizar curtición vegetal ya que es un producto que además de tener bajo costo comercial y producir pieles de buena calidad, tiene la ventaja de ser amigable con el ambiente, debido a que es una tecnología que reemplaza adecuadamente al curtiente universal como es el cromo que puede prolongar su efecto contaminante inclusive después de terminar su vida útil y es eliminada hacia lugares inadecuados.

Traducción realizada por:

**GLORIA ISABEL
ESCUDERO
OROZCO**

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL
ESCUDERO OROZCO
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO
OROZCO, o=CC SECURITY DATA S.A., c=CO
ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2020-11-16 10:48:10-00

**Dra. Isabel Escudero
DOCENTE INGLES FCP**

PALABRAS CLAVES:

< PIELS DE CABRA > < CUERO > < TENSIÓN > < GRANOFIN F 90 > < LASTOMETRÍA >
> < BLANDURA > < REDONDEZ >

ABSTRACT

This bibliographic review project analyzed the ecological tanning of goatskins using natural products for leather to be used in the manufacturing of footwear. A compilation of information through available tangible and intangible resources was carried out. When analyzing the physical tensile strengths, the best results were recorded in the leather tanned with 7% Tare plus 4% Granofin F 90 (3140.69 N / cm²), while the elongation percentage (80.63%) and lastometry (11.78mm) achieved the highest responses when using mixed tanning with different levels of mimosa extract. In the sensory analysis, the best softness (4.75 points) and roundness (4.75 points) scores were obtained in the leather tanned with Tara, while the fullness (4.75 points), on the contrary, reached its higher weighting using hybrid tannins. In the benefit analysis (1.20), it was possible to determine the highest profitability when tanning the hides with 7% tare plus Granofin F 90, since the benefit / cost ratio was 1.28 that is, for every dollar invested it is expected to obtain 28% utility is quite attractive, so it is recommended to apply vegetable tanning since it is a product that, in addition to having a low commercial cost and producing good quality leather, has the advantage of being environmentally friendly, due to which is a technology that adequately replaces the universal tanning agent such as chromium, which can prolong its polluting effect even after the end of its useful life and is disposed of in inappropriate places.

KEYWORDS:

<GOAT SKINS> <LEATHER> <TENSION> <FINE GRAIN F 90> <LASTOMETRY> <SOFTNESS>
<ROUNDNESS>

INTRODUCCIÓN

La transformación de la piel animal en cuero curtido implica la realización de una serie de procesos químicos y operaciones mecánicas, en los que; un material putrescible, constituido principalmente por proteínas, se transforma en un material resistente, apto para su uso en la fabricación de artículos de calzado, marroquinería, tapicería, confección, etc.

En la actualidad, la tecnología de curtición más utilizada es la curtición al cromo, empleada en el 90% de las pieles que se curten en el mundo. Sin embargo, la curtición al cromo implica serios riesgos para el ambiente y la salud, derivados de la posible oxidación del cromo trivalente a cromo hexavalente, sustancia de carácter carcinogénico. (M. Roing1, 2012)

Por otro lado, existe en el mercado una creciente demanda de productos “ecológicos”, especialmente relacionada con el desarrollo de procesos de curtición que empleen agentes de curtición alternativos al cromo. Los taninos vegetales son productos naturales de peso molecular relativamente alto, que tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y proteínas. (Cordero, 2011)

Dentro de este contexto, son de los productos naturales con mayor uso industrial, específicamente en los procesos de curtido que transforman las pieles en cueros, esta tecnología consiste en la obtención de pieles exentas de metales con aspecto y cualidades adecuadas, mediante la sustitución de los productos curtientes habituales por oxazolidina en combinación con agentes curtientes sintéticos o vegetales, empleando formulaciones semejantes a las habituales

Los beneficios ambientales se resumen en pieles curtidas, residuos, productos y efluentes del proceso de curtición exentos de metales, más biodegradables, con aspecto y propiedades adecuadas para la fabricación de calzado y otros artículos de piel, que al ser comercializado impactara a los consumidores que tienen el boom del cuidado del ambiente. La curtición al cromo se lo utiliza hace más de un siglo, a diferencia del procedimiento tradicional (vegetal), que evita que los cueros, con el paso del tiempo, se resequen sin embargo en la actualidad las autoridades están muy comprometidas en el cuidado del ambiente, procurando investigar sobre productos, que permitan reemplazar el uso del cromo por curtientes amigables con el ambiente. (Shoebat, 2016)

Las pieles, son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interactúan con las fibras de colágeno para obtener un cuero estable y durable; sin embargo, existe el problema

ambiental por los residuos contaminantes provenientes de esta curtición, debido a que se ha comprobado que esta sustancia perdura en el ambiente aun cuando la prenda ha termina su vida útil y es desechada hacia los botaderos continúa produciendo cromo que puede ser transformado de trivalente a hexavalente. La razón principal para la implantación de una curtición ecológica se basa en la importante reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de la etapa de curtación, principalmente en cuanto a la eliminación de la presencia de cromo y, por consiguiente, la reducción del coste del tratamiento de las aguas residuales y de la gestión de los lodos. Por otro lado, los residuos curtidos están exentos de cromo y son más biodegradables, lo que también simplifica su gestión.

Usar oxazolidina como agente curtiente alternativo al uso de sales de cromo trivalente, lo que permite la producción de piel curtida de alta calidad y más biodegradable sin metales, que también evita la posible oxidación a cromo hexavalente. El proceso que se plantea reduce drásticamente el impacto ambiental generado durante el proceso de curtición con cromo trivalente y también al final del ciclo de vida de la piel curtida, ya sea en forma de recortes de piel curtida cuando se fabrican diferentes productos o cuando se eliminan después del uso. (INESCOP, 2011)

La presente investigación tiene el fin de propiciar la etapa de curtido como tecnología emergente, pero todos los productos naturales son un ejemplo importante de la práctica de una economía circular. La piel curtida obtenida con el proceso combinado de mimosa púdica más oxazolidina servirá para producir productos acabados como zapatos y cinturones, que cumplan con los requisitos relativos al contenido permitido en sustancias peligrosas de acuerdo con los criterios de la etiqueta ecológica europea para calzado.

Por lo expuesto anteriormente los objetivos del presente trabajo investigativo fueron: Determinar de acuerdo a investigaciones el porcentaje adecuado de *Mimosa púdica* para la obtención de cueros de clasificación de primera para la confección de calzado casual de hombre, Comparar los resultados de las resistencias físicas del cuero caprino para determinar si cumplen con las exigencias de calidad de las normas establecidas por la Asociación española en la Industria del cuero, Contrastar las respuestas sensoriales del cuero caprino curtido orgánicamente de diversos autores, para proyectar su aceptación en el mercado de acuerdo a las calificaciones obtenidas según la escala sensorial utilizada y Validar la rentabilidad económica a través del estudio de la relación beneficio costo de cada una de las investigaciones recopiladas.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Pieles caprinas

La piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, eliminar sustancias de desecho, albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales, almacenar sustancias grasas y proteger el cuerpo de la entrada de bacterias, (Bacardit, 2004 pág. 29).

La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud, La piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja, sin embargo en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica que está formada por, (Hidalgo, 2004 pág. 26):

- La epidermis que es una capa muy delgada.
- La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis.
- Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja que son mucho menos abundantes en las pieles de cabra, (Bañon, 2016 pág. 32).

El control de calidad se puede hacer sobre el cuero (piel curtida) o sobre la piel ante y post mortem, estableciéndose criterios de clasificación que le dan su valor de mercado. La calidad de la piel y del cuero, está relacionada con su manejo, sacrificio, desollado, conservación, almacenamiento y curtido. La dermis es la parte de la piel que se transforma en cuero y representa en torno del 85% del espesor. Se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis y el límite entre las dos capas no es regular, caracterizándose por la presencia de salientes y entrantes que se entremezclan y se ajustan entre sí, (Frankel, 2009 pág. 32).

La piel caprina está formada por dos capas poco delimitadas entre ellas. Una termostática o papilar, más superficial, donde están los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas y el músculo erector del pelo, constituida por tejido conjuntivo laxo y fibrillas especiales de colágeno.

La segunda capa, más profunda y espesa, es la capa reticular, constituida por tejido conjuntivo denso, entrelazado con fibras elásticas y mayor presencia de fibras de colágeno, algunos estudios han demostrado que en la piel existen zonas diferenciadas en cuanto a estructura relacionada con el espesor y la densidad, (Morera, 2007 pág. 21) .

Otros tratan sobre la diferencia en la resistencia físico-mecánica del cuero entre sus distintas regiones o entre especies. Hay razas de cabras especializadas en la producción de piel a las cuales se les debería introducir en nuestro país como son: Mubende (Uganda), Red Sokoto o Maradi (Nigeria) y Black Bengal (India), que en países como India y Pakistán suponen una fuente de ingresos muy importante, (Lacerca, 2003 pág. 12).

1.2. El curtido vegetal

El curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero. El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de pépticos. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea, (Cordero, 2011 pág. 45).

La dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí, (Prat, 2002 pág. 34).

Las sustancias usadas generalmente para llevar a cabo el proceso de curtido son cromo, y los extractos de la corteza de los árboles. Estos agentes de curtido dan origen a dos tipos predominantes de operaciones de curtido: con cromo o curtido vegetal, El curtido vegetal es un proceso artesanal tradicional que las curtiembres se han encargado de pasar de generación en generación por más de 200 años, utilizando tanto recetas antiguas, como tecnologías de punta. En los productos de curtido vegetal, se puede apreciar el nivel de destreza que se ha aplicado para su producción (Melgar, 2005 pág. 8):

La transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo es un proceso que solo se da lentamente en tambores de madera, al tiempo que se respeta el medioambiente. Es un

proceso increíble, basado en el uso de taninos naturales, tecnologías y máquinas modernas, pero sobre todo, el lento transcurrir del tiempo (Zarate, 2005 págs. 8-10).

Entre los varios métodos de curtición, el vegetal es el más clásico, tradicional y reconocido; el único que puede otorgar al cuero sus características únicas; el más natural y el más amigable con el medioambiente. Es capaz de hacer converger en un mismo producto las características de confort, apariencia, estilo, tradición, exclusividad y versatilidad. La curtición vegetal comprende dos etapas fundamentales (Cotance, 2004 pág. 68):

- Ayuda a penetrar la solución curtiente hacia el interior de la piel. Interesa para una buena penetración que los espacios interfibrilares sean amplios para que el tanino pueda ir difundiéndose hacia el centro de la piel sin problemas. Por tanto, conviene que la piel esté deshinchada y limpia de proteínas globulares y albúminas (que reaccionan con los taninos precipitando y estrechando los capilares). Sin embargo, la penetración final de la estructura fina se ve favorecida por un hinchamiento ácido reducido, ya que éste hace que las fibrillas incorporen agua y se separen entre sí.
- Facilita la fijación del tanino sobre el colágeno: Como más concentrado esté el baño curtiente, mayor fijación habrá. Se trabaja muchas veces con concentraciones entre 12-18°Bé. Con baños de 6-8°Bé, aunque la cantidad de extracto sea la misma, a igualdad de condiciones, hay menor fijación.

El curtido vegetal de alta calidad está desapareciendo en Europa, con la excepción de Italia, siendo los Consorcios de Toscana líderes en su tradición e innovación en la moda. El curtido vegetal es un proceso artesanal tradicional que las curtiembres se han encargado de pasar de generación en generación por más de 200 años, utilizando tanto recetas antiguas, como tecnologías de punta. En los productos de curtido vegetal, se puede apreciar el nivel de destreza que se ha aplicado para su producción (Artigas, 2007 pág. 25).

La transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo es un proceso que solo se da lentamente en tambores de madera, al tiempo que se respeta el medioambiente. Es un proceso increíble, basado en el uso de taninos naturales, tecnologías y máquinas modernas, pero sobre todo, el lento transcurrir del tiempo (Hoinacki, 2009 pág. 160).

Existen varios métodos de curtición, que utilizan curtientes vegetales como son la tara, el quebracho, mimosa, etc., y otros que combinan el poder de curtientes sintéticos con vegetales pero es el más clásico, tradicional y reconocido; el único que puede otorgar al cuero sus características únicas; el más natural y el más amigable con el medioambiente. Es capaz de hacer

Converger en un mismo producto las características de confort, apariencia, estilo, tradición (Gannser, 2006 pág. 167).

Los taninos más utilizados en proceso de curtición vegetal son los extractos de quebracho, mimosa, tara, y castaño, y los productos que se obtienen de esta curtición son suelas, correas, canguros, en la antigüedad se curtían en pozas hoy en día las curtiembres curten mediante el uso de tambores rotativos (Jones, 2002 pág. 182).

1.2.1. Ventajas del curtido vegetal

Las ventajas del curtido vegetal se describen a continuación en los siguientes epígrafes (Cordero, 2011 pág. 352)

- El curtido vegetal es amigable con el medio ambiente, lo que significa que un producto que se puede reciclar.
- El curtido vegetal es una tradición antigua, por lo cual la mayoría de las curtiembres poseen artesanos muy hábiles que producen el cuero. Debido al uso de taninos naturales, los productos de curtido vegetal son únicos y poseen vida propia. No son los mismos durante toda su vida útil, sino que cambian permanentemente para mejorarse.
- Los colores que produce el curtido vegetal son tonos ricos y cálidos que lucen completamente naturales.
- Los cueros curtidos al vegetal son más valiosos, y por ende se venden a un precio más alto, comparado con los cueros curtidos al cromo.

1.2.2. Desventajas del curtido vegetal

Las desventajas de curtido vegetal de los cueros se describen a continuación en los siguientes epígrafes (Melgar, 2005 págs. 15-18):

- El tiempo promedio del proceso del curtido vegetal es similar al del cromo, pero puede tomar hasta 60 días producir cuero de suela
- De haber hierro presente se puede manchar fácilmente, Los productos curtidos al vegetal son más caros. Se requiere de más destreza para poder curtir los cueros, lo cual significa que son de mejor calidad. Los colores que pueden resultar del curtido vegetal son limitados

- El calor directo puede hacer que los productos de curtido vegetal se achiquen o quiebren.
Como se aprecia en la figura 1-1

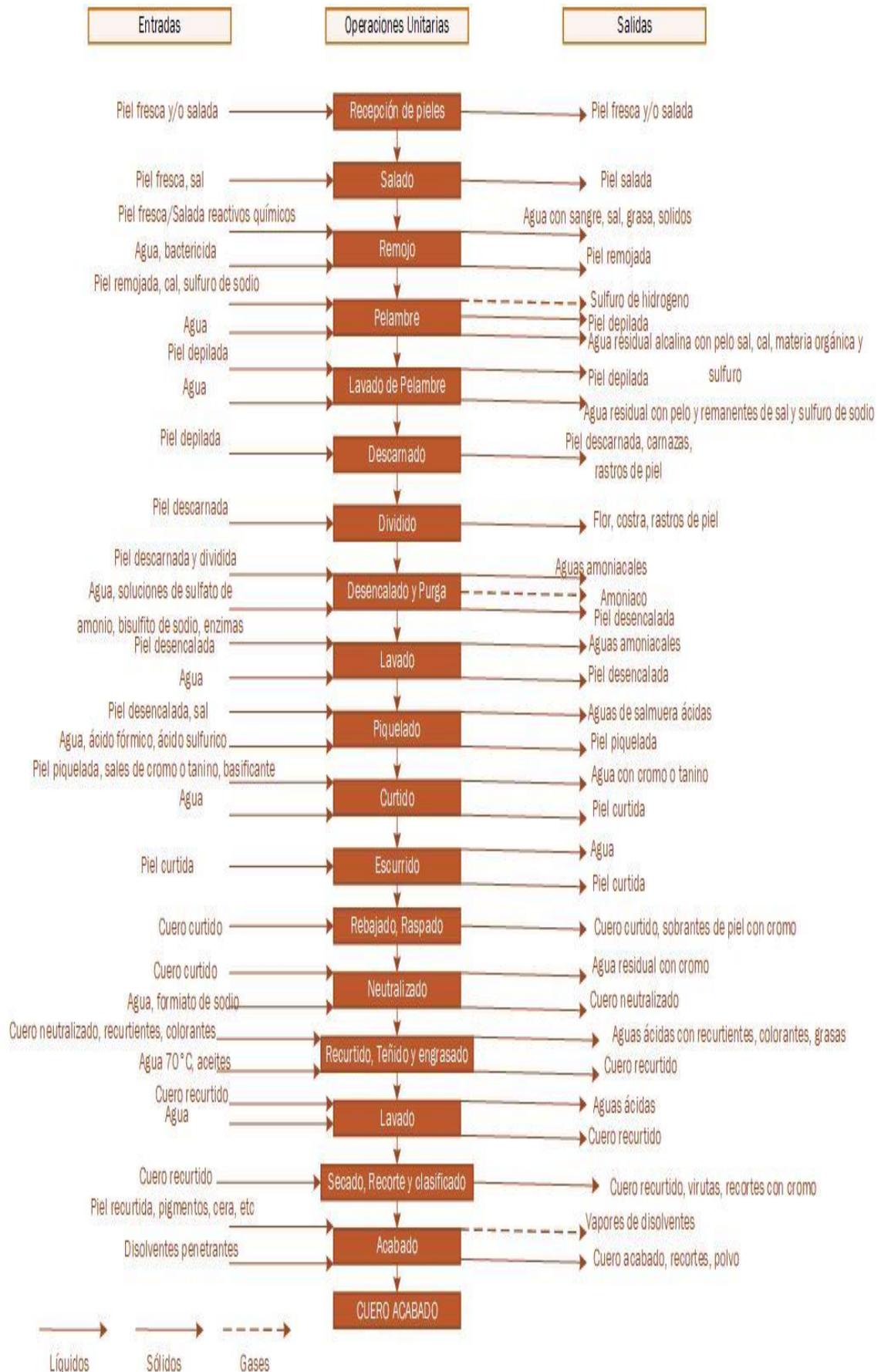


Figura 1-1 Diagrama del proceso de curtido
 Fuente: (Artigas, 2007 pág. 89)

1.3. Curtientes vegetales

Los curtientes vegetales son materias curtientes son aquellas sustancias que tienen la propiedad que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, las transforman en cueros. Las buenas características del material curtiente, se determina en el color que le va a transmitir a los cueros una finalizado el proceso de industrialización, la calidad resultante y la facilidad que tengan durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo (Morera, 2007 pág. 100).

El curtido vegetal es tan antiguo como la historia del hombre y aun se remonta a la prehistoria. Surgió, como tantos otros avances, por 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 favorecidos al quedar indemnes a la putrefacción. Con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo (Lacerca, 2003 pág. 114)..

El curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean (Camerum, 2017 pág. 155).

1.3.1. Extractos vegetales

Las materias primas utilizadas para el curtido vegetal son los taninos naturales, disponibles de forma líquida o en polvo, que se obtienen de diversas partes de plantas como maderas, cortezas, frutas, vainas y hojas. Los taninos más habituales se obtienen de la madera de Castaño (*Castanea sativa*), madera de Quebracho (*Schinopsis lorentzii*), vainas de Tara (*Caesalpinia spinosa*), Catechu (*Acacia Catechu*), agalla de roble de China (*Rhustyphina semialata*), Gambier (*Uncaria gambir*), Mirabolano (*Terminalia chebula*), madera de roble (*Quercus sp*), hojas de Sumac (*Rhustyphina coriaria*), agallas de roble de Turquía (*Quercus infectoria*) y cúpulas de Valonia (*Quercus macrolepis*), corteza de Acacia negra (*Acacia meamsii*), hojas de mimosa púdica (Sarmiento, 2015 págs. 18-20).

Los taninos vegetales de Mimosa (*Acacia negra o Mimosa púdica*), son productos naturales contenidos en varias partes de los árboles, como la corteza, la madera y las vainas, para el caso de la acacia negra y en las hojas para el caso de la Mimosa púdica. Los componentes químicos de

los taninos vegetales se componen de moléculas poliméricas polifenólicos. Las moléculas de los taninos vegetales, cubren un amplio rango de masas moleculares de 500 a 3000 unidades. El extracto de la corteza de la Acacia, tiene una masa molecular media de 1250 unidades. El efecto curtiente de los polifenoles, dependiente de la masa molecular y el número de grupos fenólicos, lo que hace el extracto de corteza de Acacia sea el agente tanino ideal (Cordero, 2011 pág. 48).

1.4. Curtición con extractos vegetales

Los extractos acuosos de partes (cortezas, maderas, hojas, frutos) de una serie de plantas son útiles para efectuar la curtición de las pieles. Esto se debe a la presencia de suficiente cantidad de los llamados taninos en las citadas partes de las plantas. Los extractos acuosos citados contienen varios tipos de productos entre los que cabe citar como fundamentales los siguientes (Enciso, 2011 pág. 56).

- **Taninos:** Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros -o apergamados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel.
- **No taninos:** Son productos orgánicos de tamaño y peso molecular pequeño que no son curtientes posiblemente por su pequeño tamaño. En muchos casos pueden considerarse precursores de los taninos que no han llegado al tamaño molecular necesario o bien, otro tipo de productos que no van en camino de convertirse en taninos, como pueden ser algunos ácidos, algunos azúcares, etc. También están en este grupo los productos inorgánicos como sales, que son solubles en el agua de extracción de los taninos.
- **Insolubles:** Como su nombre indica son partículas o micelas que acompañan a los taninos y no taninos, que en el momento de la extracción se han dispersado en el agua y han sido arrastradas, pero que poco a poco y con el reposo sedimentan.

- Los extractos acuosos citados una vez concentrados, se hallan en el mercado en forma de líquidos o sólidos con concentraciones de tanino elevadas casi siempre superiores al 50 %. El resto lo constituyen los no taninos, los insolubles y el agua fundamentalmente.

1.5. Mimosa púdica

Esta es una de las plantas capaces de movimientos rápidos, otras son la planta del semáforo y la dionea atrapamoscas. Tiene hojas compuestas, bipinnadas, formadas por dos pares de pinnas que contienen de 15-25 pares de folíolos lineales obtusos. Flores muy pequeñas, de color rosado malva, en cabezuelas pediceladas de hasta 2 cm de diámetro. De raíces grandes. Suele alcanzar más de un metro de altura. Su vida es corta, 5 años aproximadamente (Sarmiento, 2015 pág. 68).

Una característica muy notable es que, al mínimo toque de sus hojas (compuestas por numerosos folíolos), las mismas se contraen sobre el tallo como si se cerraran, con un mecanismo en la base; al mismo tiempo, los tallos menores se dejan vencer por el peso (Schorlemmer, 2002 pág. 124).

Los movimientos nocturnos de las hojas se conocen como nictinastias, y son un ejemplo bien descrito de un ritmo circadiano vegetal regulado por la luz. El cambio del ángulo de la hoja o folíolo está provocado por cambios de turgencia en las células del pulvínulo, estructura especializada en la base del peciolo. Es un mecanismo provocado por una ósmosis. Entran iones de potasio (K⁺), lo que provoca que el medio interno se haga hipertónico respecto del exterior y que se produzca una turgencia. Dependiendo si dicha turgencia tiene lugar en las células flexoras o extensoras, los folíolos se abren o se cierran (Andrade, 2006 pág. 45).

Éste es un mecanismo de defensa ante depredadores, puesto que, al replegarse, en un gran porcentaje parece ser una planta mustia o marchita. También es un mecanismo que sirve para no perder demasiada agua durante las horas de calor o para protegerse del viento, reduciendo la superficie, (Font, 2005 págs. 33-34).

1.5.1. Estructura de la Mimosa púdica

Las hojas permanecen plegadas durante toda la noche. Por esta razón, suele llamarse en inglés Touch-Me-Not: "Nometoques". Dentro del reino vegetal, hay ocasiones en las que determinados tipos de plantas llaman poderosamente la atención. Las carnívoras son un caso claro de algo excepcional. Plantas que rozan comportamientos propios de depredadores del reino animal (Schorlemmer, 2002 pág. 67).

Pero dejando un lado esta suave agresividad de las carnívoras al otro extremo. Una planta que cuando la tocas, en vez de morder, se esconde asustada. Así es la Mimosa púdica. Originaria de las zonas tropicales de América, esta curiosa planta, puede ser cultivada en interior hasta que alcanza su tamaño normal, momento en que las condiciones de interior pueden llegar a ser insuficientes, aunque posibles. El continente Sudamericano es muy grande, y la cantidad de climas que alberga es desde los contrastes típicos del clima más continental, hasta los agobiantes y constantes climas húmedos tropicales (Bacardit, 2004 pág. 45).

Esta planta es de estos últimos parajes, así que con estos datos ya se puede imaginar que los cuidados van a ser algo especiales sobre todo en climas más bien secos donde costará mantener una humedad ambiental adecuada para satisfacer sus necesidades. Como se muestra en la figura 2-1



Figura 2-1: Ilustración de la *Mimosa Púdica* (púdica)

Fuente: (Adzet, 2005 pág. 23)

Sus hojas están compuestas por numerosos folíolos, muy parecidos a los de un helecho como árbol de la falsa pimienta. Estas formaciones foliares suelen ser muy apreciadas desde su punto de vista ornamental ya que le dan dinamismo a la planta que los viste y calza. En el caso de la Mimosa púdica, además de tener ese plus ornamental de la parte vegetativa, sus delicados folíolos se encuentran desplegados en busca de luz pero siempre alerta, (Adzet, 2005 pág. 23).

En el momento en que sienten que alguien los toca, automáticamente la planta se repliega en segundos y en un abrir y cerrar de ojos, la planta parece marchita, moribunda y sin ningún esplendor. ¿Por qué? Muy sencillo, intentar parecer marchita y poco apetecible para sus posibles depredadores. Una planta que ha desarrollado un mecanismo realmente curioso y único en el reino vegetal. En Agromática siempre se pregunta cómo estas plantas, pueden tener esa capacidad de respuesta tan rápida al movimiento, cuando por lo general las plantas parecen tener estructuras más bien estáticas y de movimientos tan lentos (Salmeron, 2003 pág. 98).

No hay que preocuparse ya que al poco tiempo vuelve a su estado normal desplegando de nuevo sus foliolos. Tarda más que en plegarlos y prepararse para «rearmarse». El hecho de mover con tal velocidad sus estructuras vegetales no es un capricho sin coste. A cambio de este magnífico mecanismo, la Mimosa púdica gasta una cantidad ingente de energía. Y, por otra parte, cuando la planta va creciendo desarrollará espinas en sus tallos con las que se debe de tener cuidado(Lacerca, 2003 pág. 64) . Como se observa en la figura 3-1



Figura 3-1: Ilustración de la inflorescencia de la *Mimosa púdica* (mimosa).
Fuente: (Adzet, 2005 pág. 90) .

1.5.2. Condiciones climáticas a las que se adapta la mimosa

Como se ha mencionado al principio, el clima de la Mimosa púdica es tropical. En casa no es difícil conseguir temperaturas medias similares a las de estos climas. Quizá los 21°C se queden ligeramente cortos, pero si una estancia de orientación sur, es muy posible que con un clima soleado ha de llegar a generosas temperaturas que propicien un buen entorno térmico a esta joya vegetal (Adzet, 2005 pág. 90) .

La Mimosa púdica no soporta temperaturas bajas, por debajo de los 12°C ya empieza a resfriarse, en cuanto a la exposición climatológica en realidad, no tiene por qué ser demasiado alta, y mejor que no sea muy directa. Puede sufrir quemaduras en sus hojas y de eso ya no puede defenderse, eso seguro. La humedad ambiental es un factor clave, una buena forma de proporcionar un ambiente húmedo en el entorno de la planta es el plato con pequeños cantos mojados que conseguirán evaporar la humedad con más eficiencia para conseguir dicho ambiente, Las pulverizaciones tampoco vendrán mal pero mejor que sean muy indirectas, sin apuntar directamente a la planta. En cuanto al riego no descuidarlo y sobre todo en verano, periodo de floración en el que requerirá de riegos frecuentes (Adzet, 2005 pág. 23).

Más que el sustrato se debe fijar en el tamaño de la partícula. Tiene unas raíces bastante grandes en relación a su parte aérea así que hemos de buscar una maceta tirando a grande. Puede llegar a verse incluso algo descompensada, pero es una necesidad. El sustrato puede ser un sustrato normal pero con algo más de arena de lo habitual para un mejor drenaje (Salmeron, 2003 pág. 98).

1.6. Oxazolidinas

El proceso de curtición transforma un residuo procedente de los mataderos en piel, un material resistente, duradero y de aspecto muy agradable que puede utilizarse para la fabricación de calzado, artículos de marroquinería, tapicería, confección, etc. En el proceso industrial se realizan diversas operaciones químicas y mecánicas, siendo la curtición la más importante de todas ellas. En esta etapa, el colágeno, principal componente de la piel, reacciona con un producto curtiente lográndose la estabilización del mismo (INESCOP, 2011 pág. 5)

En el proceso de curtición tradicional, empleado en más del 90% de las pieles curtidas en todo el mundo, se utilizan sales básicas de cromo trivalente como agente curtiente. En ocasiones se detectan alergias a este compuesto y también oxidaciones a cromo hexavalente que es un compuesto cancerígeno. En los últimos años, el INESCOP (Centro de Innovación y Tecnología) ha estado desarrollando diversas actuaciones de I+D para obtener nuevas técnicas de curtición (alternativas a la curtición tradicional al cromo) que permitan mejorar el comportamiento ambiental de las tenerías (Adzet, 2005 pág. 90).

Como resultado de estos trabajos de investigación surge el proyecto OXATAN, cuyo objetivo es demostrar, promocionar y difundir una innovadora técnica de curtición que emplea un producto químico conocido como oxazolidina y que presenta un menor impacto ambiental respecto a los sistemas actuales de curtición. El proyecto está coordinado por INESCOP en colaboración con CGS (Grupo Consultor Industrial) y la FCVRE (Fundación Comunidad Valenciana para las Regiones Europeas), y cuenta con el apoyo de tenerías y fabricantes de calzado, tapicería y marroquinería de España e Italia. El proyecto engloba 4 actividades principales (Porcel, 2016 pág. 65):

- Demostración de las ventajas medioambientales del proceso de curtición con oxazolina
- Demostración de la viabilidad técnica y económica de esta tecnología
- Preparación de material de formación e información
- Actividades de difusión

- La curtición con Oxazolidina dio comienzo en Enero de 2010 con una reunión inicial en las instalaciones de INESCOP. Desde entonces, se han llevado a cabo diferentes acciones con objeto de demostrar la viabilidad técnica de este nuevo proceso de curtición con oxazolidina.

El cromo ha sido reconocido como uno de los agentes de curtido más efectivos y ha sido ampliamente empleado en la industria del cuero desde su descubrimiento hace más de 100 años. Sin embargo, debido a su impacto ambiental, la práctica del curtido con compuestos de cromo (Cr) se ha restringido o prohibido en áreas desarrolladas como los Estados Unidos y Europa, y ciertos productos fabricados con cueros curtidos con cromo ya no se pueden fabricar ni vender. Dentro de estos países, (Shoebat, 2016 pág. 89),

Durante las últimas décadas, se han realizado esfuerzos considerables para desarrollar curtientes libres de cromo o para reducir la descarga de cromo en el efluente de la curtiduría. Las oxazolidinas, una nueva clase de agentes de curtido, han demostrado usos versátiles en el curtido de cuero y se ha demostrado que ayudan a eliminar o reducir el cromo del efluente de la curtiduría, (Morera, 2007 pág. 78)

Esta tecnología consiste en la obtención de pieles exentas de metales con aspecto y cualidades adecuadas, mediante la sustitución de los productos curtientes habituales (sales básicas de cromo trivalente en un 85-90%) por oxazolidina en combinación con agentes curtientes sintéticos o vegetal, empleando formulaciones semejantes a las habituales y realizándose el proceso de curtición en las mismas instalaciones y equipos, (Castel, 2012 pág. 68).

Las oxazolidinas se consideran compuestos heterocíclicos y su comportamiento bi-funcional es responsable de su reacción de reticulación con fenoles, epoxis, proteínas y otros grupos funcionales que pueden reaccionar con formaldehído en condiciones alcalinas. Entre la familia de oxazolidina, la oxazolidina A y la oxazolidina E, han encontrado aceptación comercial y han sido ampliamente estudiadas para el curtido de cuero, La oxazolidina A y la oxazolidina E se venden comercialmente como Zoldine ZA-78 Oxazolidine y Zoldine ZE Oxazolidine de ANGUS Chemical Company, una subsidiaria de Dow Chemical Company, (Castel, 2012 pág. 68).

Las oxazolidinas experimentan una reacción irreversible con el colágeno en un amplio rango de pH y a una tasa de fijación que se controla fácilmente por las condiciones de operación. Aunque es útil con pieles en piquelado a un nivel de pH tan bajo como 2.6, el éxito se logra mejor cuando el pH al que se introduce oxazolidina es de 4.0 o más. Las tasas de fijación de las oxazolidinas se

amplifican cuando aumentan las temperaturas y hay mayores concentraciones de oxazolidina en el tambor (Castel, 2012 pág. 68).

1.6.1. La oxazolidina para el curtido de pieles

Las oxazolidinas se pueden introducir en el proceso de curtido como curtientes independientes o en combinación con otros agentes de curtido, lo que ofrece una gran flexibilidad y flexibilidad en el proceso. Oxazolidinas para el curtido sin cromo (Cr), Los estudios han demostrado que la mayor estabilidad hidrotérmica, o temperatura de contracción, para cueros curtidos solo con oxazolidinas es de aproximadamente 85°C (INESCOP, 2011 pág. 39).

Esto puede ser satisfactorio para ciertas aplicaciones, pero aún no es comparable con el cuero curtido con Cr cuya temperatura de contracción puede exceder el punto de ebullición del agua (100°C). En el curso del desarrollo de un proceso de curtido libre de Cr, los esfuerzos adicionales se han centrado en la combinación de curtidos, ya sea vegetal con oxazolidina o mineral (p. Ej. Sales de aluminio (Al), titanio (Ti) y circonio (Zr)) con oxazolidina, (INESCOP, 2011 pág. 1).

Los ensayos de demostración de las ventajas medioambientales del proceso de curtición con oxazolina se han realizado en las instalaciones piloto de curtición de INESCOP y CGS (a escala semi-industrial) y en tenerías españolas e italianas (a escala pre-industrial). Para ello, diferentes tipos de pieles (vacuno y cordero) fueron curtidas empleando oxazolidina en combinación con curtientes vegetales o sintéticos, (Schorlemmer, 2002 pág. 30).

En todos los ensayos, las pieles obtenidas mostraron un aspecto agradable, buenas resistencias físicas y una adecuada suavidad, blandura, plenitud y flexibilidad. Las principales conclusiones derivadas de los ensayos de curtición con oxazolidina con respecto a la caracterización de aguas residuales son, (Hidalgo, 2004 pág. 71):

- Los valores de los parámetros de aguas residuales del proceso de curtición con oxazolidina, aunque ligeramente superiores, pueden compararse con los obtenidos en la curtición al cromo, tanto para las pieles de vacuno como de cordero. Sin embargo, las aguas residuales derivadas de la curtición con oxazolidina son las biodegradables que las de la curtición al cromo, por lo que su tratamiento biológico, en principio, parece más factible.
- Los efluentes de curtición con oxazolidina están exentos de cromo; por tanto, se evita la posible oxidación de cromo trivalente a hexavalente, sustancia cancerígena y perjudicial para

la salud y el medio ambiente. Además, los lodos derivados del tratamiento de las aguas residuales pueden ser reutilizados, por ejemplo, en la agricultura.

- Los ensayos de biodegradabilidad de las pieles muestran que los residuos de piel curtida con oxazolidina son un 43% más biodegradable que los residuos de piel curtida al cromo. Esto posibilita la comparación de la curtición con cromo y oxazolidina respecto al impacto medioambiental de los residuos generados. En resumen, la curtición con oxazolidina implica un significativo beneficio dado que es posible reducir de forma considerable el impacto medioambiental producido durante el proceso de curtición y al final del ciclo de vida de los productos fabricados empleando este tipo de piel. Con relación a la caracterización química, las pieles obtenidas muestran el cumplimiento con los límites requeridos por los criterios de la Etiqueta Ecológica Europea del Calzado.

1.6.2. La Oxazolidina una alternativa para el cuidado del ambiente

La crisis que el sector del cuero está experimentando y la competencia de terceros países con bajos costes de mano de obra, han provocado el desarrollo de nuevas estrategias de mercado. En este contexto, el ecodiseño se presenta como un instrumento innovador que contribuye al desarrollo de productos competitivos más respetuosos con el medio ambiente que, además de proporcionar valor añadido, favorece el desarrollo de nuevos enfoques empresariales, que permiten la identificación de nuevas oportunidades de negocio, (Lacerca, 2003 pág. 60).

En la actualidad cada vez más empresas de curtidos en Europa utilizan el ecodiseño como un factor competitivo que favorece la implementación de nuevas técnicas de curtición libre de cromo que permitan abordar el problema en origen. En este sentido, estudios de investigación previos han demostrado que la utilización de la oxazolidina como agente curtiente, en combinación con otros agentes (vegetales o sintéticos) permite obtener pieles de calidad que puedan ser utilizadas por las industrias del calzado y la tapicería, (Hoinacki, 2009 pág. 59).

Las oxazolidinas son compuestos heterocíclicos saturados preparados mediante reacción primaria de amino alcoholes con formaldehído. La formación de las estructuras de oxazolidina monocíclicas o bicíclicas depende de la elección de los productos químicos iniciales, de manera que, es posible sintetizar una gran variedad de oxazolidinas a partir de diferentes amino alcoholes, (Hidalgo, 2004 pág. 39).

1.6.3. Aplicaciones de la Oxazolidina

Las oxazolidinas son productos químicos muy empleados que tienen una gran variedad de aplicaciones como son inhibidores de corrosión, emulsionantes, diluyentes o agentes de curtición, son comercializadas para su uso como agente curtiente son compuestos solubles en agua y compatibles con la mayoría de los productos químicos comúnmente utilizados en las operaciones de curtición por lo que pueden introducirse en diferentes etapas del proceso, (Soler, 2004 pág. 81).

Las oxazolidinas se pueden usar como agentes de curtido o de varias maneras diferentes, cuando estas combinaciones con curtiembres vegetales pueden reemplazar el curtido al cromo sin sacrificar las propiedades físicas y térmicas del cuero curtido. Cuando se usan junto con el curtido de cromo, la descarga de cromo en el efluente de la curtiduría se reduce significativamente, mientras que la calidad del cuero curtido es tan buena o mejor que la del curtido solo con cromo, (Melgar, 2005 pág. 68).

La curtición con oxazolidina presenta un ligero incremento debido al mayor costo y consumo de reactivos en el proceso, que podría reducirse considerablemente si tenemos en cuenta los beneficios ambientales y a escala industrial la aplicación de la tecnología desarrollada. En este aspecto podría haber un ahorro de costes en gestión de residuos y efluentes gracias a su mayor biodegradabilidad y una reducción en el costo de oxazolidina debido a una mayor demanda del mercado en el futuro, (Morera, 2007 pág. 80).

Finalmente, con el uso de oxazolidina, se puede lograr un proceso de piquelado sin sal más efectivo y se puede reducir aún más el impacto ambiental dentro de la fabricación de cuero. El cuero producido con estos curtidos combinados tiene propiedades físicas comparables, incluida la estabilidad hidrotermal, con cueros curtidos al Cr. Por ejemplo, cuando las pieles de cordero curtidas inicialmente con 15% de curtido vegetal (Mimosa ME) se curtieron con oxazolidina E (oxazolidina Zoldine ZE) a 45°C, la temperatura de contracción aumentó rápidamente a más de 100°C, (Hidalgo, 2004 pág. 57).

Cuando la oxazolidina ofrecida fue del 2% o mayor, la temperatura de contracción en relación con el punto de ebullición se logró en menos de una hora. Oxazolidinas para curtido con reducción de Cr cuando el curtido con cromo se combina con oxazolidina A u oxazolidina E, la descarga de cromo en el efluente se puede reducir en un 50-60% en comparación con el curtido con cromo solo, (Morera, 2007 pág. 80).

Las pieles producidas con estos curtidos combinados, si bien mantienen o aumentan la estabilidad hidrotérmica, a menudo son más llenas y más suaves que las pieles curtidas con cromo convencionales. Además, la temperatura de contracción de la prenda de piel de cordero alcanzó los 110°C. Los detalles del proceso de bronceado ThruBlu modificado no se revelaron, pero se aplicó oxazolidina E al 2% durante la etapa de pre-tannage en el proceso de desengrase simultáneo, se utilizan además para el decapado sin sal, (Jones, 2002 pág. 40)

El decapado es un proceso preliminar para preparar pieles para el curtido, en gran medida ajustando el pH con ácido y controlando la hinchazón con sal. Las mayores concentraciones de sal en el efluente de la curtiduría resultante del proceso de decapado convencional han sido una preocupación ambiental, lo que ha llevado a una tendencia en el desarrollo de un proceso de decapado sin sal, (Frankel, 2009 pág. 43).

Además, la falta de control de la hinchazón de las pieles durante este paso provocaría daños o defectos en la fibra. Esto no solo afecta el proceso de curtido posterior, sino también la calidad final del cuero curtido, (Julivo, 2016 pág. 1).

En un estudio de procesos de piquelado sin sal, se utilizó oxazolidina E (Zoldine ZE oxazolidina) y se comparó con un proceso convencional de piquelado ácido / sal. El proceso de piquelado ácido / oxazolidina E superó significativamente al proceso de piquelado ácido / sal convencional en el control de la hinchazón, (Artigas, 2007 pág. 98).

Con una oferta de oxazolidina E al 2% o superior en este novedoso proceso de piquelado sin sal, la hinchazón estuvo bien controlada en alrededor del 7% o más. Además, se observó que la absorción de cromo en el proceso de curtido posterior se mejoró en más del 23%. Esto corresponde directamente a una reducción de más del 60% de la descarga de cromo en el efluente en comparación con el proceso convencional de piquelado de ácido / sal (Bañon, 2016 pág. 41).

1.7. Antecedentes investigaciones anteriores

“ELABORACIÓN DE CUERO PLENA FLOR PARA CALZADO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDO EN LA PRECURTICIÓN”

Autora: Vilma Cachote, (Cachote, 2012)

En el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó el comportamiento de las características físicas y sensoriales del cuero caprino para

calzado precurtido con diferentes niveles de glutaraldehído (2, 3 y 4%), en dos ensayos y cinco repeticiones bajo un modelo estadístico Completamente al Azar, con arreglo bifactorial. Al aplicar el análisis de la varianza a los resultados de las mediciones físicas de los cueros, se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentándose resistencias físicas más altas en los cueros tratados con el nivel más bajo de glutaraldehído (2%), reportándose para el porcentaje de elongación (86,1%), resistencia a la abrasión (59,60 ciclos) y flexometría (167,60 N/cm²). Paralelamente, en la evaluación sensorial según el criterio Kruskal Wallis se presentaron las mejores calificaciones en los cueros que fueron precurtidos con el más alto nivel de glutaraldehído, para la llenura (4.70 puntos) y redondez (4.70 puntos), en contraste para la soltura de flor el mejor resultado se presentó en los cueros precurtidos con 2% de glutaraldehído, cuya calificación fue de 4.70 puntos. Por lo que en conclusión se obtuvo las mejores repuestas al aplicar en el precurtido de pieles caprinas 2% de glutaraldehído; puesto que, se elevan significativamente las resistencias físicas del cuero plena flor destinado a la confección de calzado, donde por el uso diario sufren múltiples fuerzas que pueden romper la estructura fibrilar.

“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON TRES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDOS EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUINERÍA”

Autora: Mercy Auquilla, 2014, (Auquilla, 2014)

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó la curtición de pieles ovinas con tres niveles de glutaraldehídos en la obtención de cuero para marroquinería, el número de unidades experimentales fue de 45 pieles ovinas modelados bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial. Al realizar el análisis de varianza de la resistencia física de tensión (162,67N/cm²) y lastometría (8,67 mm), se registraron los mejores resultados al curtir con el 12% de glutaraldehído, en tanto que el porcentaje de elongación más alto, (82,73%), fue con el 8% de glutaraldehído.

Al curtir pieles ovinas con el 8% de glutaraldehído (T1), se reportaron las calificaciones más altas en lo referente a los análisis sensoriales de finura de flor (4,60 puntos), y plenitud (4,73 puntos), registrando calificaciones excelentes. En el reporte del efecto que registraron los ensayos sobre las características físicas y sensoriales no reportaron diferencias estadísticas, entre medias. Para el análisis beneficio costo se evidenció que al utilizar el 12% de glutaraldehído la rentabilidad fue mayor, con un valor de 1,24; es decir que por cada dólar invertido se recibirá 24 centavos de utilidad, por lo que se recomienda curtir pieles ovinas para productos de marroquinería con el 12% de glutaraldehído, para incrementar la resistencia física, que inclusive superen con las exigencias de calidad de las normas técnicas del cuero, de tal manera que los artículos confeccionados no presenten rotura de flor.

COMPARACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES PARA EL CURTIDO DE PIELES OVINAS,

Autora: Lisset, Asto. 2012, (Asto, 2012)

En el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó el efecto de tres diferentes curtientes tara (8%), cromo (8%), y curtiente sintético (8%), en la curtición de pieles ovinas para la producción de cuero para calzado, el número de unidades experimentales fue de 24 pieles ovinas de animales adultos distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar. Los resultados indican que al curtir las pieles ovinas con 8% de tara, se permite la apertura del folículo piloso para que ingresen los productos químicos hasta el interior del entretejido fibrilar, produciendo la transformación de piel en cuero de primera calidad, y mayor precio. La mejor resistencia a la tensión (1700,78 N/cm²), y lastimetría (11,23 mm) se consiguió al curtir las pieles con tara; en tanto que la mejor elongación (70,0%), proporcionan los cueros al cromo, superando cada una de ellas con las exigencias de calidad establecidas en cada una de las normas técnicas. La calificación sensorial de llenura (4,75 puntos), blandura (4,88 puntos), y redondez (4,63 puntos), alcanza una calificación de excelente al utilizar el curtiente tara (T1), presentándose los cueros con una belleza inigualable. La evaluación económica determina la mayor ganancia al curtir con tara, ya que la relación beneficio costo fue de 1,25 es decir un margen de utilidad del 25% que resulta muy alentadora sobre todo porque pueden considerarse cueros ecológicos que no producirán rechazo como lo hacen los cueros curtidos con cromo.

INFLUENCIA DEL USO DE ÁCIDO ORGÁNICO (ACOMPLEJANTE) EN EL BAÑO DE CURTIDO SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL CUERO

Autor: Jonathan Pérez, 2017, (Perez, 2017)

En el laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se planteó evaluar la influencia del ácido orgánico en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero, las unidades experimentales fueron 24 pieles ovinas, y se las modeló en un Diseño Completamente al Azar Simple, la metodología aplicada fue basada en las pruebas de laboratorio de las resistencias físicas en los equipos y la calificación sensorial por un juez calificado. Los estadísticos utilizados fueron el análisis de varianza, comparación de medias por Duncan, regresión y correlación múltiple.

Los resultados indican que la utilización de 2% de producto acomplejante permite elevar las resistencias físicas del cuero ovino específicamente en lo que respecta a tensión (1257 N/cm²), porcentaje de elongación (70,83%), y lastimetría (11,26 mm), logrando mantener la calidad de

cuero sugerida por las normas IUP 6 y IUP 9 (2002) del cuero. La evaluación sensorial determino los resultados más altos al adicionar 2% de producto acomplejante debido a que existió un incremento en la calificación de llenura (4,83 puntos), tacto (4,67 puntos) y poder de cobertura (4,67 puntos). Concluyendo que la mayor rentabilidad se presentó en el lote de cueros del tratamiento T3 (2%), obteniendo una relación beneficio costo de 1,22 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 22 centavos es decir una utilidad del 22%, que resulta sumamente alentadora sobre todo en la situación actual del país que se requiere de alternativas. Por lo que se recomienda a las tenerías utilizar 2% de producto acomplejante para mejorar la calidad física y sensorial del cuero de gano ovino.

LA CAELSASPINIA SPINOSA COMO SUSTITUTO DECUADO DEL CROMO COMO DURANTE EL PROCESO DE CURTIDO DE PIELES CAPRINAS

Autor: Luis Hidalgo Almeida. 2017. (Hidalgo, 2017)

El cromo, metal pesado, utilizado frecuentemente en las curtiembres o tenerías, posee un alto índice de contaminación, por lo que las acciones presentes están encaminadas hacia su sustitución; y, en este contexto, surge la curtición al vegetal como la forma más amigable con el ambiente y aconsejable para remplazar a este método tradicional de curtición. El objetivo central de esta investigación está enmarcado, precisamente, en desarrollar un sistema de utilización de la *Caesalpinia spinosa* (Tara) en el proceso de curtición de pieles de cabra que reemplace al cromo. La *Caesalpinia spinosa* es el vegetal que más taninos pirogálicos o hidrolizables presenta en su estructura, lo cual constituye una vía para desarrollar un sistema de curtición ecológico, con alta eficiencia para transformar el colágeno por efecto de reacciones químicas, en cuero; logrando un rendimiento igual al del sistema de curtición con cromo; y, de esta forma, disminuir la contaminación ambiental debido a los residuos industriales producidos durante el proceso de curtición. La parte experimental de esta investigación transitó por tres momentos importantes, en la búsqueda de la mejor solución: *Primera Fase Experimental (PFE)*: tratamiento de la piel caprina con una mezcla de tanino de Tara a tres niveles: 7, 8 y 9% y Cromo al 4%, respectivamente; *Segunda Fase Experimental (SFE)*: tratamiento de la piel caprina con un concentrado de tanino de Tara a tres niveles: 10, 12 y 14% y *Tercera Fase Experimental (TFE)*: comparación de tratamientos de la piel caprina: con Tara al 12 % y con Cromo al 8%. Los resultados obtenidos evidenciaron que es totalmente viable y técnico, económicamente factible la utilización del tanino de la *Caesalpinia spinosa*, como adecuado sustituto del cromo durante el proceso de curtición de las pieles.

Las características físicas y sensoriales del cuero curtido con los extractos tánicos de este vegetal logró cumplir con las exigencias de la norma IUP, demostrando una alta calidad otorgada a la piel

durante el proceso de la obtención del cuero; y, en algunos casos, alcanzó superar las expectativas, en lo referente a los resultados obtenidos durante las pruebas físicas y sensoriales respecto a los cueros curtidos con cromo. La curtición más adecuada de cueros caprinos se manifestó al utilizar polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa*; ya que se logró obtener cueros muy adecuados para la confección de calzado. La resistencia física del porcentaje de elongación de 72,12% (TFE) y, la resistencia a la tensión por tracción, con un valor de 333,24 N/cm² (TFE), no registraron diferencias estadísticas apreciables entre los diferentes tratamientos llevados a cabo. Respecto a estos parámetros, se apreciaron resultados más elevados en los cueros curtidos al vegetal. Aspecto también de gran interés fue la evaluación de la temperatura de encogimiento, que alcanzó un valor de 92,86°C (SFE). La evaluación sensorial arrojó resultados altos para la llenura: 4,50 puntos (TFE), -al utilizar curtiente vegetal (T1)-; mientras, que, las evaluaciones de la finura de flor fue de 4,57 puntos (TFE), y la plenitud alcanzó un valor de 4,71(TFE).

Por otra parte, el tratamiento del agua residual, se hizo antes y después del proceso, arrojando resultados muy positivos, en cuanto a la prueba de demanda biológica de oxígeno (DBO₅), -que permite determinar cuánto oxígeno se necesita para lograr eliminar tanto las sustancias orgánicas como inorgánicas en el agua-: antes del tratamiento, con una media de 1461,00 mg O₂/L; mientras que, después del proceso de tratamiento se reportó una media de 225,50 mg O₂/L, con una reducción considerable de este parámetro de calidad de agua -de acuerdo a la normativa ecuatoriana el valor de DBO₅ no debe sobrepasar de 250 mg O₂/L-. Esta prueba se torna indispensable durante el proceso de curtición de pieles, ya que se utiliza una gran cantidad de agentes químicos (como las sustancias floculantes) que, en su mayoría, son solubles en el agua, y son arrastradas por las aguas residuales. Es por ello, que se necesita una apreciable cantidad de oxígeno para lograr la degradación de estas sustancias. En el análisis del DQO efectuado, los resultados antes del tratamiento fueron igual a 3153,00 mg/L; mientras, que después del tratamiento, se obtuvo una media igual a 4,76 mg/L (el índice máximo, de acuerdo a la normativa nacional, es de 500 mg/L)

El pH: es otro factor de extrema importancia en los residuales que se generan en el proceso de curtición. El agua residual se caracteriza por tener un carácter ácido, debido a que en ella se encuentra una gran cantidad de sales disueltas. Durante los ensayos, se determinó que antes del tratamiento el pH tuvo un valor de 6,73; mientras tanto que, después del tratamiento de las aguas residuales fue de 6,88, -la normativa establece un rango de 5-9. Finalmente, las pruebas del contenido de nitratos del agua efectuadas fueron altamente satisfactorias. El análisis reportó, antes del tratamiento un valor de 45,63 mg/L; mientras que después del tratamiento 37,79 mg/L, -la normativa ambiental ecuatoriana exige, para las aguas residuales, depositadas en la alcantarilla, un valor de 40 mg/L.

La evaluación económica determinó que la curtición con Polifenoles vegetales proporciona mayor rentabilidad al proceso productivo, al ser la relación beneficio costo de 1,37; se afirma que por cada dólar invertido se obtendrá 37 centavos de utilidad o el 37% de ganancia.

APLICACIÓN DE UN PROCESO DE CURTIDO DE PIELES BOVINAS SIN CROMO UTILIZANDO OXAZOLIDINA EN COMBINACIÓN CON OXASOLIDINA

Autor Cesar Puente Guijarro. 2018, (Puente, 2018)

(Puente, 2018), al realizar la curtición de pieles bovinas con diferentes niveles de tara en combinación con oxazolidina determinó que La curtición con Oxazolidina, combinada con *Caelsalpinia spinosa* (Tara), permite obtener pieles bovinas curtidas con elevadas prestaciones, excelentes propiedades físico mecánicas, sensoriales y tecnológicas. Evita la presencia especialmente de cromo III, tanto en los residuos líquidos como sólidos, para reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante todo el proceso de curtición y posterior a su vida útil.

La proporción de oxazolidina empleada (5%), en combinación con 12% de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) (Tratamiento uno), mejora las propiedades físicas mecánicas del cuero vacuno alcanzándose una temperatura de contracción de 80 °C lo que, además, economiza el proceso, por lo tanto los réditos económicos son mayores superando ampliamente la ganancia generadas al curtir con cromo.

La combinación de 12% de *Caelsalpinia spinosa* (tara) más el 5% de oxazolidina, dan mejores resultados de estándares de calidad sensoriales, recomendados para la fabricación de diferentes artículos de piel; así como, los criterios establecidos en la obtención de la Eco etiqueta Europea del Cuero. La evaluación del comportamiento tecnológico 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 fueron de 4,80 puntos y 4,90 puntos respectivamente, y condición excelente.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Búsqueda de información bibliográfica

La metodología en la que se basó; es en la búsqueda de información Bibliográfica a través de; Tesis, Libros, Artículos científicos de páginas digitales (Scielo, Dialnet, Academia.edu, Ciencia.Science.gov. Scopus, E-libro, Redalyc.org, Dspace espoeh, Google académico).

2.2. Criterios de selección

Dentro de la investigación se utilizó información actual en un 90%, y antigua en un 10% la cual cumple con lo requerido.

La información bibliográfica encontrada fue 100% en español. Las fuentes utilizadas fueron; Bibliográficas, personales e institucionales en cuantos a las zonas geográficas de las diferentes investigaciones fueron locales como internacionales.

Las principales fuentes consultadas en cada ítem, en los siguientes subapartados fueron los siguientes;

En lo que concierne a las pieles caprinas: Hidalgo, Luis. 2004. Texto básico de Curtició de pieles.; FRANKEL, Andres. 2009. Manual de Tecnología del Cuero.; MORERA, Joaquin. 2007. Química Técnica de Curtición.; LACERCA, Melizza. 2003; Curtición de Cueros y Pielas.

Sobre el curtido vegetal: CORDERO, Bernardo. 2011. Tecnología de la Curtición.; PRAT JOSEP Maria. 2002. Química Técnica De Curtición.; MELGAR, Joaquin. 2005. Tecnología del cuero tomo I procesos de curtición control de calidad y maquinarias.; ZARATE. Maria. 2005. El proceso de la curtiembre y la palettería en el Perú.; ARTIGAS, Mariano. 2007. Manual de Curtiembre. COTANCE, Israel. 2004 Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero.

En fundamentacion de la Mimosa púdica: SARMIENTO. Ulices. 2015. Estructura y característica de la piel.; SCHORLEMMER, Joshep. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero; ANDRADE, Germanico. 2006. Prácticas II de tecnología del Cuero.

2.3. Métodos para sistematizar la información.

Para la organización y ordenamiento de la información obtenida, se procedió a la elaboración de tablas con los resultados de las investigaciones revisadas, permitiéndonos posteriormente realizar el análisis y la discusión de los resultados con diferentes investigadores.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de las Resistencias físicas de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

3.1.1. Resistencia a la Tensión

Al realizar diversas investigaciones se aprecian que los resultados de la resistencia a la tensión que es una característica muy importante para la confección de calzado por lo tanto se ha excitado investigadores relevantes que se describen a continuación, como se indica en la tabla 1-3.

Tabla 2-3: Evaluación de la resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

Tipo de Producto Natural	Resistencia a la tensión (N/cm ²)	Autor
7% de Tara más 4% de Granofin F-90	3140,69	Pilamunga, Edith 2015
7% oxazolidinas más 4% de mimosa	2274,75	Galarza, María 2019
6% de extracto curtiente mimosa	2081,63	Rabasco, Edwin 2017
15% de Quebracho	974,96	Guaminga, Lorena 2019

Elaborado por: Chilibingua, Lenin, 2020.

En la evaluación de la resistencia a la tensión del cuero caprino realizada por (Guaminga, 2016 pág. 21), quien al evaluar una curtición vegetal con diferentes niveles de curtiente vegetal reportó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P > 0,01$), estableciendo que al utilizar 15% de quebracho se registró valores de 974,96 N/cm².

Pero son inferiores a los reportes de (Pilaminga, 2015 pág. 26), quien realizar la evaluación de una curtición mixta de granofin f 90, más tres diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (TARA) registró medias de 3140,69 N/cm², cuando curtió las pieles caprinas con 7% de Tara más 4% de Granofin F-90, en cueros destinados a la confección de calzado.

Por otra parte (Rabasco, 2017 pág. 52), quien al evaluar la curtición de pieles ovinas utilizando tres niveles de mimosa en combinación con 6% de sulfato de aluminio, reportó las mejores

respuestas de resistencia a la tensión cuando se curtió las pieles con el 6% de extracto curtiente mimosa, con valores de 2081,63 N/cm²

Finalmente se aprecian los resultados obtenidos por (Galarza, 2019 pág. 52), quien al curtir las pieles con 7% de oxazolidinas más 4% de mimosa los registros de tensión más altos y que fueron de 2274.75 N/cm².

De las evidencias anteriores en la evaluación de la resistencia a la tensión de los cueros caprinos por efecto de la utilización de diferentes productos naturales, se determinó que para alcanzar mejores respuestas de resistencia a la tensión es recomendable usar el extracto vegetal obtenido de la tara, como se ilustra en el gráfico 1-3:

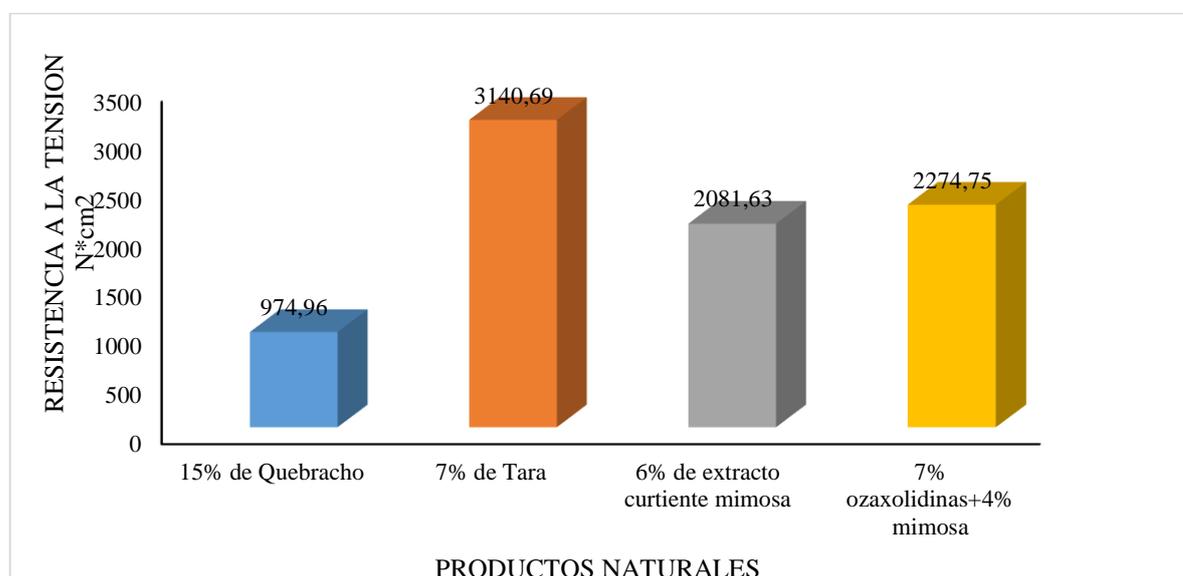


Gráfico 1-3: Resistencia a la tensión de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chilibuina, Lenin, 2020

Los resultados expresados por los investigadores citados cumplen con las exigencias de calidad de la resistencia a la tensión del cuero destinado a la confección de calzado específicamente cumplen con la norma IUP 6, (2002), de la (Asociación Española en la Industria del Cuero, 2012 p. 12), que infiere un mínimo permisible de 800 a 1200 N/cm², es decir que los productos naturales como son los extractos vegetales sean estos de tara, mimosa o combinación con otros curtientes le confieren al cuero caprino una calidad elevada logrando cumplir con la normativa establecida para su comercialización.

Lo que es corroborado por (Adzet, 2005 p. 25), quien manifiesta que mientras más altas sean las resistencias físicas mayor adaptabilidad y maleabilidad existirá en el cuero que se considere adecuado para la elaboración de los productos finales por lo que la resistencia a la tensión mide la capacidad de los enlaces formados por las fibras de colágeno y las moléculas del agente curtiente elegido para soportar diferentes fuerzas de cohesión, si el curtiente o el nivel escogido no son los adecuados, los cueros se desgarrarán no cumpliendo con la normativa internacional.

La tara debido a su poder curtiente precipita con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. Esta fijación que tienen los extractos vegetales en las fibras de colágeno le confieren a la piel caprina altas resistencias físicas, frente a los factores externos a los cuales pueden estar sometidas las pieles, (Hidalgo, 2004 p. 21).

Esta es una especie forestal originaria de los valles andinos desde Venezuela a Chile y crece bien entre los 1500 y 3000 msnm. La tara produce unas vainas y semillas de las cuales se extrae una serie de productos, entre los más importantes un tanino utilizado para curtiembre como marroquinería, tapicería, calzado, vestimenta y peletería; ya que tiene como objetivo la transformación de pieles de animales en cuero, producto resistente e imputrescible, de amplia utilización industrial y comercial, (Andrade, 2006 p. 36).

De modo que, los cueros curtidos con extractos vegetales son muy duros debido a las características astringentes de los taninos pirogálicos, que están formados por sustancias orgánicas entre las que tenemos fenoles hidrolizables y ácidos orgánicos que son los principales compuestos que generan la curtición, estos no solo se unen de manera covalente a las fibras de colágeno, también se depositan entre las fibras logrando formar puentes de hidrogeno debido a que sus electrones libres logran moverse entre las fibras de colágeno uniéndose a sí de manera muy fuerte, impidiendo que cuando se efectuó una fuerza sobre el cuero se rompa debido a la estabilidad del enlace, (Artigas, 2007 p. 36).

La Tara pertenece a la familia pirogálica y más exactamente al grupo Caesalpinia Spinosa en su estado bruto, contiene entre 35 y 55 % de tanino. Después de extracción este porcentaje puede alcanzar los 72 - 75 %. Por lo que la diferencia entre la Tara y los otros extractos vegetales es que cuando se utiliza sola en tripa, se obtiene un cuerpo blanco y resistente a la luz, siendo muy importante para los curtidores que quieren teñir en colores pastel con criterio vegetal, además, tiene una excelente resistencia a la luz ya que los taninos son bastante difíciles de oxidar, porque contiene poco ácido gálico libre, (Morera, 2007 p. 36).

3.1.2. Porcentaje de elongación

Los resultados de las investigaciones comparadas determinar que para la variable porcentaje de elongación se tomó como referencia a la investigación de (Puente, 2018 pág. 53), quien al curtir pieles caprinas con 5% de oxazolidina más 18% de tara determinaron un valor de 61,54 % que son inferiores a los registrados por (Rabasco, 2017 pág. 65) quien estableció las mejores respuestas cuando se curtió las pieles caprinas con el 7 % de extracto de mimosa en combinación con 4 % de sulfato de aluminio con valores de 80,63, como se muestra en la tabla 2-3.

Tabla 3-3: PORCENTAJE DE ELONGACION DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO

PRODUCTO NATURAL	PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	AUTOR
7 % de extracto de mimosa en combinación con 4 % de sulfato de aluminio	80,63%.	Rabasco, Edwin 2017
16% Tara más 6% de tanino sintético.	79.06	Altamirano, Wilfrido 20167
5% de oxazolidina más 18% de tara	61,54	Puente, Cesar 2018
15% de Quebracho	44,37	Guaminga, Lorena 2016

Elaborado por: Chiliquinga, Lenin, 2020

Además se aprecia que existen valores muy bajos que fueron reportadas por (Guaminga, 2016 pág. 63), quien al evaluar la curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales para la obtención de cuero para calzado reporto que los cueros caprinos curtidos con el 15% de quebracho, registra la mayor elongación y que correspondió a 44,37%. Por último se registran los valores reportados por (Altamirano, 2017 pág. 56), quien al realizar una curtición de pieles caprinas con la combinación de *Caesalpinia spinosa* (tara) más un tanino sintético para la confección de cueros para calzado, estableció el porcentaje de elongación más alto de la investigación y que fue de 79,06% al curtir las pieles con 16% de tara más 6% de tanino sintético, como se ilustra en el gráfico 2-3.

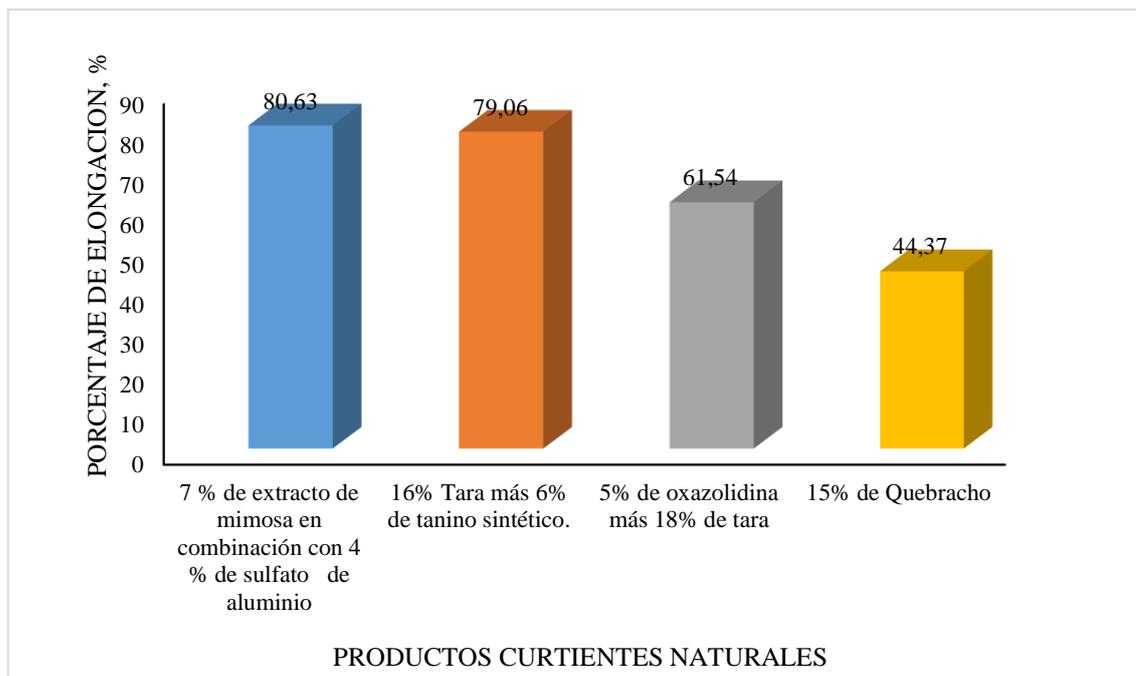


Gráfico 2-3: Porcentaje de elongación de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chilibinga, Lenin, 2020

Los valores reportados en la presente investigación de los diversos autores citados se aprecia que en sus respuestas más altas se cumplen con las exigencias de calidad del cuero para calzado emitidas por la (Asociación Española en la Industria del Cuero , 2012 p. 25), que en su norma técnica IUP 6 (2002), indica que las pieles deben ubicarse entre valores de 40 a 80% de elongación, y esto denota la calidad de curtición que le generan los productos naturales especialmente utilizados como adecuado sustituto del cromo , todas estas características son importantes ya que a mayor calidad de las pieles mayor será su costo, y mayores ingresos tendrá el productor de cuero.

De los registros establecidos se aprecia que al curtir pieles caprinas con 7 % de extracto de mimosa en combinación con 4 % de sulfato de aluminio se alcanza el mejor porcentaje de elongación lo que se ratifica con lo manifestado por (Bacardit, 2004 pág. 25) quien indica que el fenómeno de elasticidad que le otorga a las pieles la curtición es debido al tipo de enlace que se forme y a la ubicación en el plano de las mismas,

El enlace que se forma con el curtiente mimosa es de tipo covalente ya que los electrones de los taninos pirogálicos y de las fibras de colágeno son compartidas y al suceder esto las fibras se ubican espacialmente de manera ordenada, lo cual ocasiona que cuando se utilice fuerzas de estiramiento se puedan movilizar de manera normal sin que exista fricción entre las moléculas y se provoque el desgarramiento de la piel, esto es una característica normal de la curtición al vegetal y lo

que permite que este tipo de curtiente sea utilizado en pieles que requieran esta característica de elasticidad. La evaluación del porcentaje de elongación hace referencia a cuanto se pueden estirar las fibras de colágeno sin desgarrarse, de todo ello dependerá el enlace formado por las fibras de colágeno con el curtiente ya que mientras más espacio exista entre las fibras se pueden acomodar evitando que las pieles se desgarran, es fundamental que las pieles cumplan con la norma que se exige para la presente prueba ya que en la confección de diferentes artículos que sea destinado el cuero soportara condiciones de estiramiento a veces extremas

La tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener menores resistencias al desgarro, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre las están algo pegadas entre si y no se deforman tanto frente a las fuerzas exteriores. Los alargamientos son en general menor que en pieles al cromo. No obstante, si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían una pieles curtidas al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños.

3.1.3. Lastometría

Los resultados de investigaciones tomadas como referente en la recopilación de la información referente al uso de productos naturales para la curtición de pieles de cabra indican que de acuerdo al análisis estadístico de la lastometría realizado por (Abarca, 2017) no se registró diferencias estadísticas ($P > 0,01$), entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de mimosa en combinación con 5% de tanino sintético sin embargo numéricamente establece las mejores respuestas cuando curte las pieles caprinas con 10% de mimosa, ya que los resultados fueron de 11,78 mm, como se observa en tabla 3-3.

Tabla 4-3: EVALUACIÓN DE LA LASTOMETRÍA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON DIFERENTES PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO

CURTIENTE VEGETAL	Lastometría (mm)	AUTOR
10% de mimosa		
Más 5% de tanino sintético	11,78	Abarca, Rodrigo. (2017),
5% de mimosa en combinación		Geovanna, Iza
Más 4% de guarango	10,60	2016
10% de tara en combinación		
más glutaraldehído	9,06	Joselin, Maya 2018

Elaborado por: Chilinguina, Lenin, 2020

Correspondiendo estos resultados superiores al ser comparadas con las que reporta (Maya, 2016 p. 45) quien obtuvo medias 9,06 mm de lastometría cuando curtió las pieles caprinas con el 10% de tara en combinación con glutaraldehído, como se indica en la tabla 4-3. Así como también (Iza, 2016 p. 46) , quien obtuvo medias iguales a 10,60 mm, cuando curtió las pieles con el 5% de mimosa en combinación con 4% de guarango. Los resultados más bajos fueron los determinados por (Martínez, 2018), al utilizar diferentes niveles de tanino híbrido no reporto diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0.05$), pero numéricamente se determinó las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con el 6 % de taninos híbridos, cuyas medias fueron de 9,70 mm.

Es decir que la opción adecuada de curtir las pieles se considera a la combinación de 10% de mimosa con 5% de tanino sintético como se ilustra en el grafico 3-3, puesto que se consiguen cueros que soportan las fricciones tanto en la manufactura con en el uso lo que tienen su fundamento en lo expuesto por (Soler, 2004 pág. 25), quien menciona que la lastometría es un tipo de prueba física en donde se combinan las condiciones de estiramiento y las fuerzas de tensión que se le aplica a la piel, con el fin de determinar cómo responderán a las condiciones naturales de confección. Como se ilustra en el gráfico 3-3.

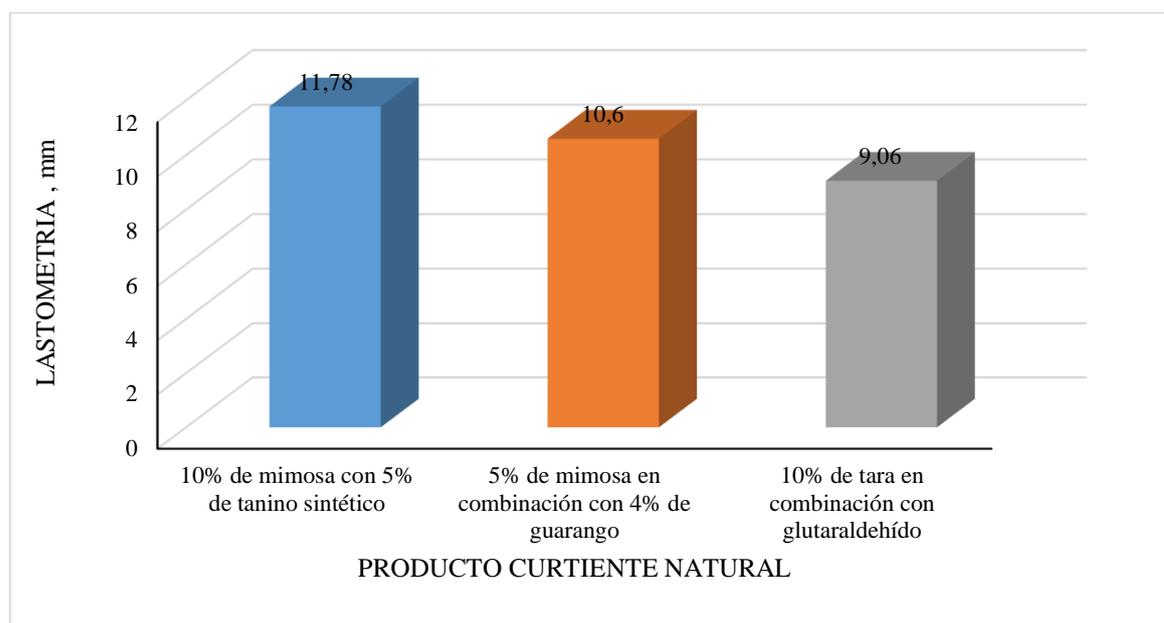


Gráfico 3-3: Lastometría de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chilinguina, Lenin, 2020

La tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal como es el caso de la mimosa que al ser combinadas con tanino sintético es tener mayores resistencias al desgarró, a la tracción y de la flor que las pieles al cromo debido a que entre ellas están algo pegadas y no se deforman tanto

frente a las fuerzas exteriores los alargamientos son en general menores que en pieles al cromo. En la ilustración de la gráfica 3-3 se aprecian los resultados de lastometría de las investigaciones que utilizaron productos naturales para curtir pieles destinadas a la confección de calzado.

Además (Camerum, 2017 pág. 38), manifiesta que si las pieles están suficientemente engrasadas el extracto que está entre las fibras se ha plastificado y las resistencias pueden ser del orden de las que tendrían una piel curtida al cromo y los alargamientos no mucho más pequeños. Las características normales de la piel son transformadas de acuerdo a la astringencia del curtiente empleado, las moléculas de extracto vegetal en este caso de la mimosa no son agresivas con las fibras de colágeno debido a que presentan las mismas características químicas por lo cual no cambian de manera notable las condiciones naturales, pero si mejoran estas calidades en especial las físicas por lo que se convierte en una vía rentable para la curtición de pieles ya que no tienen afectación con el ambiente pero mejoran las respuestas físicas.

al combinar extracto de mimosa con curtiente sintético que no tiene poder de curtiente propio, (usado junto con curtientes vegetales), aceleraba el proceso de curtición, aclaraba el color del cuero y disminuía la formación de lodos en los baños de curtición, otras características que se forman por la curtición con estos dos elementos es suavidad, blando al tacto; producción de efecto de curtido suave y abierto; favorecer la penetración de los colorantes; facilitar el esmerilado proporcionar mayor flexibilidad al cuero, (Lacerca, 2003 pág. 65),

3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con diferentes productos naturales para cueros de calzado

3.2.1. Llenura

La llenura del cuero es una calificación sensorial que está determinada por la sensación que provoca el cuero al deslizarlo por la palma de la mano y estará condicionada por la finalidad a la que es sometido es decir la confección del artículo final que para el caso del presente trabajo investigativo es la confección de calzado para lo cual se requiere de un cuero más armado pero sin perder su suavidad de manera que no ocasione molestias al usuario, se la somete a una evaluación de acuerdo a una escala preestablecida para determinar si se trata de cueros con una calificación alta puesto que el curtiente se ha introducido en el interior del entretejido fibrilar para darle cuerpo y permitir la confección del calzado aún más modelado, como se indica en la tabla 4-3.

Tabla 5-3: EVALUACIÓN DE LA CALIFICACION DE LLENURA DE LAS PIELS CAPRINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO

PRODUCTOS NATURALES	LLENURA (PUNTOS)	AUTOR
6 % de tanino híbrido	4,75	Martínez, Iván 2018
25% de quebracho	4,67	Avalos, Ana, 2009
14% de curtiente vegetal	4,67	Maya, Joselin, 2016
15 % de tara	4,63	Guaminga, Lorena 2016

Elaborado por: Chiliquinga, Lenin, 2020

Por lo tanto al realizar el análisis comparativo de diversos autores se describe que (Avalos, 2009 pág. 52), al realizar la curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtiente vegetal, Quebracho Sulfatado ATS en el análisis de la valoración sensorial reporto las mejores puntuaciones en los cueros curtidos con el 25% de quebracho, con una llenura de 4.67 puntos. Sin embargo, para (Guaminga, 2016 pág. 54), después de realizar la evaluación de los sentidos le permitió dar preferencia a los cueros curtidos con 15 % tara específicamente en lo que respecta a la llenura ya que registró un valor de 4,63 puntos,

De igual manera (Maya, 2016 pág. 52), registro una llenura media de 4,67 puntos y calificación excelente al utilizar una curtición con 14% de curtiente vegetal. Finalmente los reportes más altos de llenura fueron registrados por (Martínez, 2018 pág. 52) quien al evaluar la utilización de diferentes Niveles de tanino híbrido para el enriquecimiento fibrilar del cuero caprino registró que en el lote de cueros curtidos con 6 % de tanino, se alcanzó una llenura de 4,75 puntos y condición excelente

De las evidencias anteriores se puede afirmar que al utilizar mayores niveles de extracto vegetal de quebracho se mejoran las respuestas de llenura, esto debido a que la curtición con extractos vegetales logra una conversión casi en su totalidad de las fibras de colágeno, confiriéndole el llenado adecuado para la confección de calzado masculino, ya que como se sabe no es más alta la puntuación en los cueros más llenos si no los que están conformes al artículo que se desea confeccionar, sea este vestimenta o calzado, como se indica en el gráfico 4-3.

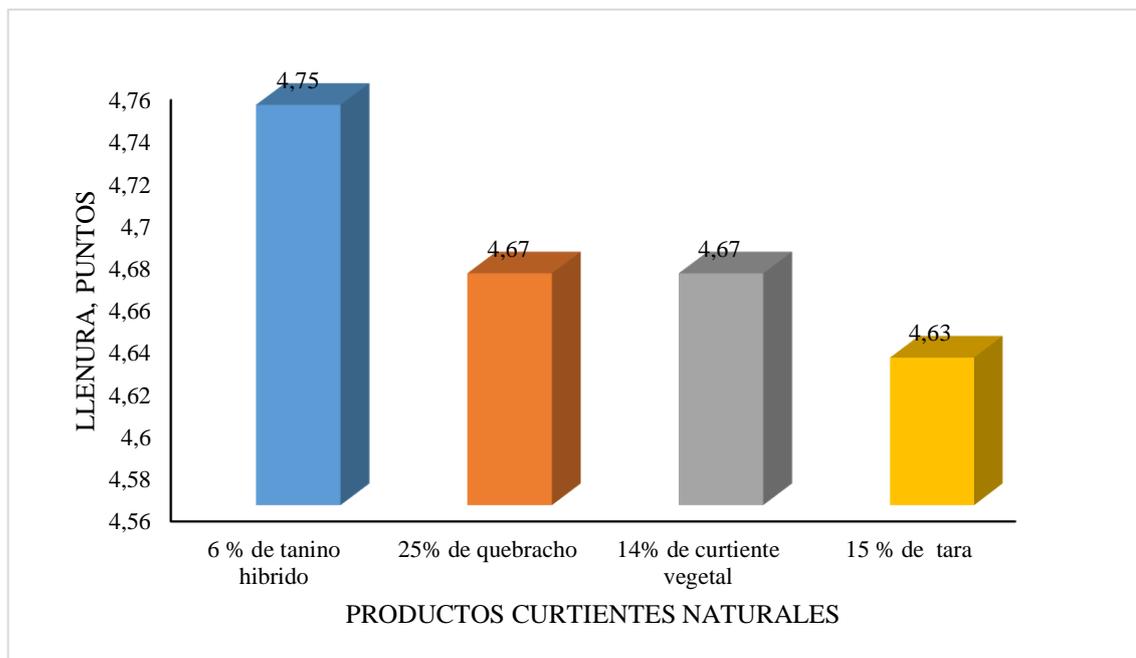


Gráfico 4-3: Llenura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chiliquinga, Lenin, 2020

En el gráfico 2-3, se describen los resultados de llenura obtenidos por los autores citados que utilizaron en la curtiembre productos naturales en reemplazo de la curtiembre mineral sobre todo en la que se utiliza el cromo que es altamente contaminante

Por lo tanto, se concluyó que con la utilización de los taninos híbridos se logra mejorar significativamente las características sensoriales del cuero caprino, lo que es corroborado con las apreciaciones de (Sarmiento, 2015 pág. 25), quien manifiesta que la calidad del agente curtiiente, debido a que los extractos compuestos por taninos híbridos, tienen la particularidad de que una parte pequeña de estos se combinan con los diferentes grupos de aminoácidos del colágeno y la mayor parte se ubica entre los espacios interfibrilares de la estructura tridimensional del cuero, lo cual provoca mayor llenura del mismo para la confección de calzado, por su alta calidad y belleza por lo cual se debe buscar un agente curtiiente que le de resistencias físicas y altas cualidades sensoriales y también mantengan su belleza y naturalidad.

Además se aprecia que una opción adecuada para prescindir del curtiiente universal como es el cromo, es la curtiembre con extracto natural de quebracho, que contiene una proporción elevada de partículas de tanino de elevado peso molecular y, en consecuencia, se depositan cantidades importantes de lodos (flobafenos), del orden del 8-9%. Al diluir con agua se forman un precipitado voluminoso, pegajoso y gomoso extracto con el que se obtiene un cuero de color más rojizo que con la mimosa y que se oxida rápidamente en contacto con el aire.

3.2.2. *Blandura*

En las puntuaciones asignadas a la evaluación sensorial de blandura se establecieron las calificaciones más altas en el lote de cueros curtidos con la combinación de 14 % de producto natural tara más 6 % de tanino sintético ya que las puntuaciones fueron de 4,75 puntos y calificación excelente, y que son superiores a las registradas por (Maya, 2016 pág. 58), quien obtuvo ponderaciones medias de 4,66 puntos cuando curtió pieles con el 14% de extracto de tara, y que además son superiores a los registrados por (Guaminga, 2016 pág. 54), quien al realizar la evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero caprino curtido con el 15% de diferentes curtientes vegetales, reporto una calificación media de blandura del 4.38 puntos y calificación buena. Mientras tanto para (Abarca, 2017 pág. 59), las repuestas más altas se registraron cuando curtió las pieles con el 8% de extracto vegetal mimosa (T1) cuyas medias fueron de 4,63 puntos, (Altamirano, 2017 pág. 52), como se mira en la tabla 5-3.

Tabla 6-3: EVALUACIÓN DE LA CALIFICACIÓN DE BLANDURA DE LAS PIELES CAPRINAS CURTIDAS ECOLÓGICAMENTE CON PRODUCTOS NATURALES PARA CUEROS DE CALZADO

CURTIENTE VEGETAL	BLANDURA (puntos)	AUTOR
14 % de tara más 6 % de tanino sintético	4.75	Wilfrido Altamirano, 2017
8% de extracto de mimosa	4,63	Rodrigo Abarca 2016
14% de extracto de tara	4,66	Joselyn, Maya 2016
15% de diferentes curtientes vegetales	4,38	Guaminga, Lorena 2016

Elaborado por: Chilibinga, Lenin, 2020

Es decir que las respuestas más altas se consiguen al utilizar mayores niveles de curtiembre vegetal Tara, es decir 14 %, lo que es corroborado con las apreciaciones de (Hidalgo, 2004 pág. 59), quien manifiesta que los taninos penetran en el cuero o la piel después de largos períodos de inmersión, durante los cuales los agregados moleculares de tanino forman entrecruzados entre las cadenas polipeptídicas de las proteínas de la piel. La formación de puentes de hidrógeno es un factor importante, que permite que el cuero presente una llenura natural. La piel de cuero cabra tiene muchas propiedades haciéndola un material superior para la tapicería, ropa, sombreros, bolsas de

mano, cinturones y calzado. Es más gruesa y resistente y menos propensa a romperse que otro tipo de piel de animal, incluyendo el cuero de caballo, de vaca y la piel del borrego, la de cabra entre otros, como se ilustra en el gráfico 5-3.

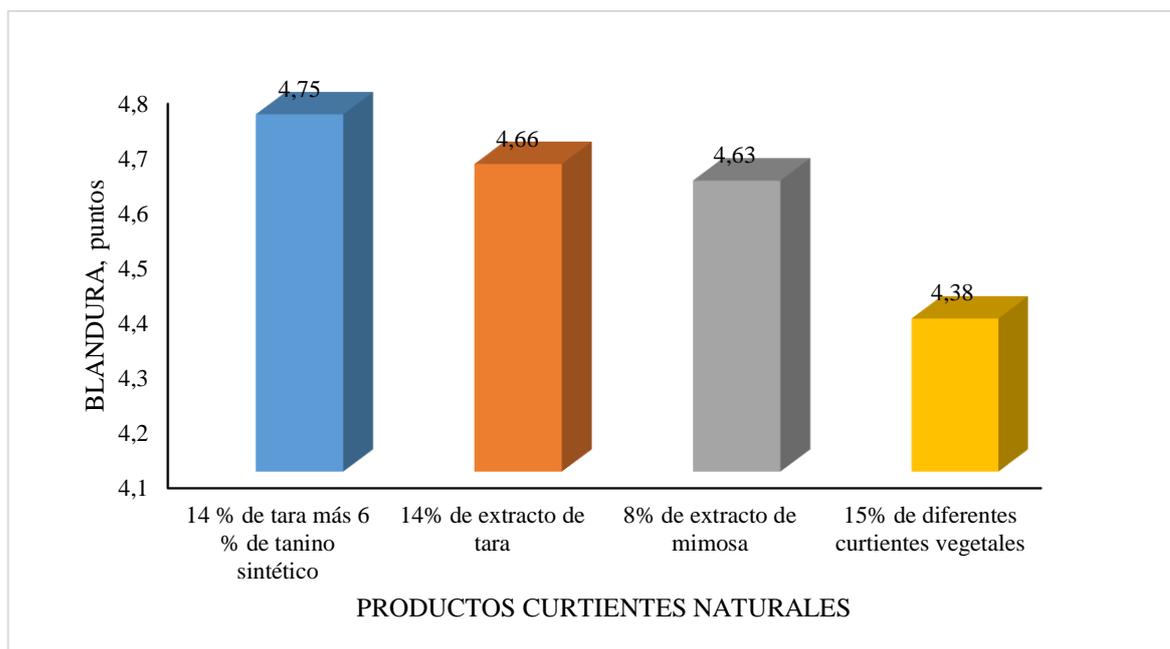


Gráfico 5-3: Blandura de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chilingua, Lenin, 2020

Para lo cual es adecuado encontrar el mejor agente curtiéntrico, ya que por lo general las pieles faenadas presentan errores debido a las diferentes formas de crianza esto proporciona pieles poco uniformes con daños en distintas partes del volumen de la piel, esto genera que el valor de blandura tenga que ser corregido para aumentar sus medias, lo que se consigue con las distintas etapas que atraviesan las pieles en el proceso pero fundamentalmente en la curtiéntrica debido a que en esa etapa es en donde se transforman las características del cuero y si no se corrigen los errores en esta etapa la piel quedara con dichos defectos.

3.2.3. Redondez

La redondez es la calificación sensorial que tiene el cuero y que mide la capacidad de arqueado o curvatura que debe cumplir un material para ser considerado apto para la confección de artículos de calzado, puesto que los cueros se moldean fácilmente para cambiar de la forma plana a la espacial, al respecto se han tomado como referencia varias investigaciones que se consideran relevantes entre las cuales se puede citar a las siguientes investigaciones experimentales que han utilizado curtiéntricos por productos naturales:

Inicialmente citaremos a (Guaminga, 2016 pág. 71), quien manifiesta que los valores reportados de la redondez de los cueros caprinos, por efecto de la utilización de 15% de diferentes extractos vegetales, determinaron las mejores respuestas cuando se curtió las pieles con 15% de Tara puesto que el resultado fue de 4,75 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017 p. 1), y que son similares a los determinados por (Rodríguez, 2015 p. 62) quien al realizar la evaluación estadística de los resultados obtenidos de la variable sensorial redondez de las pieles caprinas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), reportándose por lo tanto la mejor redondez al curtir las pieles con 9% de taninos sintéticos, con valores de 4,75 puntos y calificación excelente, sin embargo se parecían respuestas muy bajas como son las (Basantes, 2018 pág. 56) apreciación sensorial de redondez de los cueros caprinos determinó entre sus valores medios diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto de la curtición con diferentes extractos provenientes de la *Caesalpinia spinosa* estableciéndose la mejor redondez al curtir con extracto hidroalcohólico de guarango ya que las puntuaciones medias fueron de 3,83 puntos y calificación muy buena, como se aprecia en la tabla 6-3

Tabla 7-3: Evaluación de la calificación de redondez de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado

PRODUCTO CURTIENTE NATURAL	REDONDEZ (puntos)	AUTOR
15% de extracto vegetal Tara	4,75	Guaminga, Lorena 2016
9 % de curtiembre vegetal tara más 4 % de cromo	4.75	Rodríguez, Ibeth, 2015
9% de Tara adicionando 4% de Granofín F90	4,70	Pilamunga Edith 2015
Extracto hidroalcohólico de guarango	383	Basantes, Edwin, 2018

Elaborado por: Chiliquinga, Lenin, 2020

Además se considera conveniente citar los resultados de redondez alcanzados por (Pilaminga, 2015 pág. 59), donde se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de curtiembre vegetal Tara adicionando 4% de Granofín F90, por lo tanto se aprecia las respuestas más altas al curtir las pieles con 9% de curtiembre vegetal Tara, ya que el valor de sus medias fue de 4,70 puntos, es decir que los cueros muy ligeros y con facilidad para redondearse y regresar a su estado original, con buena capacidad de arqueado, que podrían servir para la confección de calzado, ya que se moldearan a la forma del pie y mucho más al paso, por lo que no producirán molestias al usuario, como se ilustra en el gráfico 2-3.

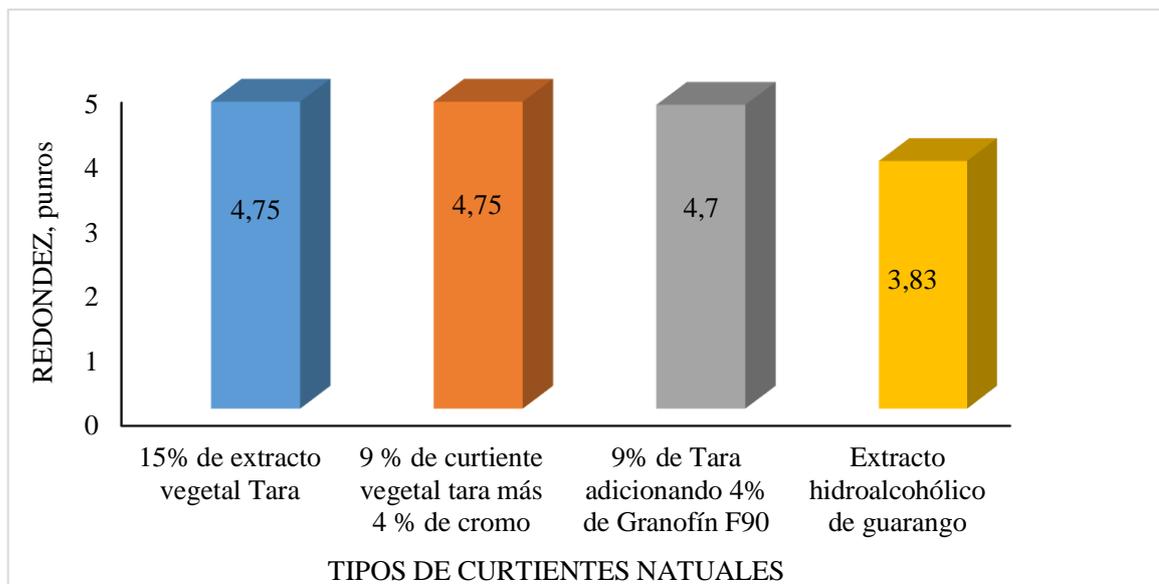


Gráfico 6-3: Redondez de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado

Elaborado por: Chilibingua, Lenin, 2020

Lo que es corroborado con lo señalado por (Schorlemmer, 2002 p. 29), quien menciona que la curtición vegetal en principio da más relleno que la curtición al cromo por presentar entre las fibras, cantidades importantes de taninos lo cual implica algo más de grosor y por ende menor redondez. Además, estos productos no son muy aplastables en las prensas, máquinas de escurrir, repasar por lo que se conservan bastante el grosor frente a los citados efectos mecánicos. Debido al relleno que da la curtición con taninos la flor tiene tendencia a ser muy fina, y como es muy elástica conserva muy fácilmente el afinado de la máquina de repasar y por ello la flor puede ser tan elástica como en las pieles curtidas únicamente al cromo.

Como contrapartida la piel no es esponjosa y por ello un grosor aparente por efecto de esponjamiento no es fácil que se presente. Con la aplicación de curtientes vegetales en donde sus principales principios activos o las moléculas que entran en reacción química con las fibras de colágeno son las polifenoles que son compuestos orgánicos que actúan en la transformación de la piel en cuero debido a que forman compuestos muy estables al curtir que no pueden ser separados por el efecto del agua o de otros químicos que se añaden en los procesos anteriores y posteriores a la curtición; y esto le representa la principal ventaja sobre el curtiente cromo ya que el cromo al ser un compuesto inorgánico o una sal que se utiliza en el proceso de curtición al ponerlo en contacto con el agua o con otras sales inorgánicas que intervienen en proceso anteriores arrastran a partes del cromo dejando al cuero muy vacío y el evaluador al deslizar la mano sobre este cuero va a remitir que es muy vacío o que tiene poca redondez mientras que los taninos vegetales quedan muy estables y al evaluar se va a tener respuestas elevadas a la prueba de redondez.

3.3. Evaluación económica

Para (Galarza, 2019), con el 7 % de oxazolidina los costos fueron de 150,34 dólares, obtenido en la relación beneficio costo fue de 1,42 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 42 %, como se aprecia en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Evaluación económica de las pieles caprinas curtidas ecológicamente con productos naturales para cueros de calzado

PRODUCTO CURTIENTE NATURAL	RENTABILIDAD (%)	AUTOR
7% oxazolidinas más 4% de mimosa	42	Galarza, María 2019
12% Tara más 6% de tanino sintético.	12	Altamirano, Wilfrido 20167
7 % de Tara adicionando 4% de Granofín F90	28	Pilamunga Edith 2015

Elaborado por: Chilibuina, Lenin, 2020

Por otra parte, (Pilaminga, 2015), al realizar la evaluación económica de los cueros curtidos con diferentes niveles de curtiente vegetal tara en combinación con Granofín F 90, se determinó como egresos producto de la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos entre otros valores de 263,64 dólares para el tratamiento T1 (7%). Una vez conocidos los egresos y los ingresos de la curtición de 30 pieles caprinas de determino la relación beneficio costo y que correspondió a 1,28 para el tratamiento T1 es decir que por cada dólar invertido se espera un margen de ganancia o rentabilidad del 28% que es la respuesta más alta.

Finalmente, en la evaluación económica de la curtición de pieles caprinas utilizando diferentes niveles (12 %,14 % y 16 %) de *Caesalpinia spinosa* (tara), realizada por (Altamirano, 2017) se aprecia que los egresos producidos por la compra de pieles caprinas, productos químicos para cada uno de los procesos y confección de artículos fueron de 152,95 dólares en el tratamiento T1 (12 %). Los ingresos que fueron de 152,95 dólares, para el caso de las pieles curtidas con 12 %, 14 % y 16 % respectivamente, al obtener tanto los ingresos como los egresos se estimó la relación beneficio costo fue de 1,12 para las pieles del tratamiento T1 y que fueron las más bajas de la investigación representando que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 12 %.

CONCLUSIONES

- En la curtición de las pieles caprinas los mejores resultados se obtienen al curtir con 7% de Tara más 4% de Granofin F-90 (3140,69 N/cm²), que son similares a los conseguidos con 7% de oxazolidina más 4% de producto natural mimosa (2274.75 N/cm²), así como también con 6% de extracto curtiente mimosa 15% de Quebracho (2081,63 N/cm²), que superan ampliamente con las exigencias de calidad de los organismos reguladores demostrándose que la curtición con productos naturales es muy eficiente inclusive que se asemejan a las curtidas al mineral
- Para el porcentaje de elongación la combinación de 7% de extracto de mimosa en combinación con 4 % de sulfato de aluminio establece las respuestas más altas (80,63%), y para la lastometría los resultados más relevantes se consiguen al aplicar 10% de mimosa Mas 5% de tanino sintético (11,78 %). Las respuestas citadas coinciden en afirmar que los productos naturales curtir adecuadamente a las pieles caprinas de manera que cumplen con las exigencias de calidad del cuero para calzado.
- El análisis de las calificaciones sensoriales de los cueros caprinos demuestran que los resultados más adecuados entre los investigadores evaluados para llenura se consigue la mejor calificación al utilizar 6 % de tanino híbrido (4.75 puntos), así como para blandura la fórmula conformada por 14 % de tara más 6 % de tanino sintético registra la mejor calificación (4.75 puntos), y su ponderación excelente, finalmente para blandura el mejor resultado se consigue al utilizar el 14 % de tara más 6 % de tanino sintético (4.75 puntos).
- La evaluación económica más alta se aprecia al efectuar la evaluación de una curtición mixta de Granofin F90 mas tres diferentes niveles de *Caesalpinia spinosa* (TARA), puesto que los resultados fueron de 1.28 al aplicar 7 % de Tara es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia de 28 centavos de dólar, y que son similares a los reportados por los autores comparados por lo tanto se puede afirmar que resulta una opción adecuada al aplicación de productos naturales en reemplazo del cromo.
- La curtición vegetal se considera una tecnología limpia ya que se prescinde del curtiente cromo y se obtienen resultados físicos y sensoriales en los cueros muy competitivos, utilizando unos taninos provenientes de plantas que en nuestro país se producen sin mayor manejo ni costo de producción representativo y que requieren de alternativas para su uso.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones

- Se recomienda utilizar curtientes vegetales ya que el proceso de curtido de la piel es muy contaminante debido a la utilización de numerosos productos químicos durante todo el procedimiento, especialmente del cromo que al pasar de trivalente a hexavalente se eleva su poder contaminante.
- Se recomienda Utiliza la curtición vegetal especialmente con polifenoles vegetales de la tara ya que se mejora las características del cuero, permitiendo dotar a los artesanos de una materia prima elevada que se reflejara sobre el artículo final como es el calzado.
- Curtir con extracto de tara para fomentar la aplicación de tecnologías limpias que permitan evitar la contaminación agresiva que se produce en las curtiembres y que en muchos países ha llegado a ocasionar el cierre de empresas que constituían el sustento de muchas familias, de donde nace la necesidad de recomendar la implementación de un tratamiento de aguas residuales y de esta manera optimizar los procesos productivos.
- Es conveniente realizar curtición de pieles caprinas que sean más respetuosas con el medio ambiente puesto que es un animal que no altera el equilibrio ecológico ya que no está en peligro de extinción y sobre todo l piel en la explotación caprina no tiene un valor comercial y al procesarla se puede dar un valor agregado que sería económicamente rentable para los productos de este tipo de especies de interés zootécnico

BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, Silvana. *Ahorro de agua y materia prima en los procesos de pelambre y curtido del cuero mediante precipitación y recirculación de aguas.* 4ª Edición. Barcelona, España. CIPRO. 2007. pp. 45 – 49.

AUQUILLA, Mercy . Abarca, Rodrigo. 2017. *CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 5 % DE CURTIENTE SINTÉTICO.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba – Ecuador : 2017.

Adzet, J. . 2005. *Química Técnica de Tenerife.* [ed.] . 1a ed. Igualada. : Edit. Romanya-Valls., 2005. págs. pp 105,199 – 215.

Altamirano, Wilfrido. 2017. *CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA COMBINACIÓN DE *Caesalpinia spinosa* (TARA) MÁS UN TANINO SINTÉTICO.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA - ECUADOR : 2017.

Andrade, G. 2006. *Prácticas II de tecnología del Cuero.* . Riobamba : ESPOCH. , 2006.

Artigas, M. . 2007. *Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles.* [ed.] 1a edicion. 1a ed. Barcelona : Edit. Latinoamericana., 2007. págs. pp. 24 -52.

Asociación Española en la Industria del Cuero . 2012. Normas de calidad del cuero destinado a la confeccion de calzado . Barcelona : s.n., 2012.

Asto, Lisset. 2012. *COMPARACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE CURTIENTES PARA EL CURTIDO DE PIELES OVINAS.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2012.

Auquilla, Mercy. 2014. *“CURTICIÓN DE PIELES OVINAS CON TRES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDOS EN LA OBTENCIÓN DE CUERO PARA MARROQUÍNERIA.* Escuela superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2014.

Avalos, Ana Lucia. 2009. *curticion de pieles caprinas con la utilizacion de tres niveles de curtiembre vegetal, Quebracho Sulfatado ATS.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba - Ecuador : 2009.

Bacardit, A. 2004. Diseño de un proceso combinado de curtición. [aut. libro] A BACARDIT. *Química Técnica del Cuero.* Cataluña, España. : COUSO, 2004, págs. 12-52-69.

Bañon, E. 2016. *ESTUDIO DE LA PIRÓLISIS DE PIEL CURTIDA.* Alicante : Universidad de Alicante, 2016.

Basantes, Edwin. 2018. *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PIELES CURTIDAS CON UN EXTRACTO ACUOSO A PARTIR DE *Caesalpinia spinosa*.* Universidad de Valencia, Barcelona, España : UNV, 2018.

Cachote, Vilma. 2012. *“ELABORACIÓN DE CUERO PLENA FLOR PARA CALZADO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE GLUTARALDEHÍDO EN LA PRECURTICIÓN”.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2012.

- Camerum. 2017.** Procesos de curtición de las pieles caprina. [En línea] 2017. [Citado el: 14 de Febrero de 2018.] <http://www.es.silvateam.com/Productos>.
- Castel, J. 2012.** *TARA (Caesalpinia spinosa): la fuente sostenible de taninos para procesos de curtido innovadores*. Catalunya : Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes d'Enginyeria, 2012.
- Cordero, Bernardo. 2011.** *Tecnología de la Curtición*. 1a ed. Cuenca : Cámara Ecuatoria del libro, 2011.
- Cotance. 2004.** *Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero* . Igualada : Curtidores Europeos, 2004.
- CPTS. 2003.** Centro de promoción de Tecnologías Sostenibles. [En línea] 2003. [Citado el: 23 de Febrero de 2018.] https://www.researchgate.net/profile/Juan_Cristobal_Birbuet/publication/291333001_Guia_Tecnica_de_Produccion_Mas_Limpia_para_Curtiembres/links/569fd21108ae2c638eb7c6e6/Guia-Tecnica-de-Produccion-Mas-Limpia-para-Curtiembres.pdf.
- Enciso. 2011.** Mecardo de Comercializadora de la Tara. [En línea] 2011. [Citado el: 16 de Agosto de 2018.] <http://www.coursehero.com/file/6362719/Investigaci%C3%B3n-La-Tara/>.
- Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. 2017.** Condiciones metereologicas del cantón Riobamba. Riobamba, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 12 de Abril de 2017.
- Font. 2005.** *Industria de la curtiembre. En análisis y ensayos en la industria del cuero*. Igualada : CETI, 2005.
- Frankel, A. 2009.** *Manual de Tecnología del Cuero*. Buenos Aires, Argentina : Limusa, 2009.
- Galarza, Maria. 2019.** *CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS (Capra hircus), CON DIFERENTES NIVELES DE OXAZOLIDINA, EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO DE DAMA*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba - Ecuador : 2019.
- Gannser. 2006.** *Manual del curtido*. Barcelona : TRIMUL, 2006.
- Guaminga, Lorena. 2016.** *CURTICIÓN DE PIELES DE CABRA, CON EL 15% DE DIFERENTES CURTIENTES VEGETALES*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS, RIOBAMBA - ECUADOR : 2016.
- Hidalgo, Luis. 2017.** *La Caelsaspinia spinosa como sustituto decuado del cromo como durante el proceso de curtido de pieles caprinas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima , Perú : UNAM, 2017.
- . **2004.** *Texto básico de Curtición de pieles*. 1 a. Riobamba : ESPOCH, 2004.
- Hoinacki, Pedro. 2009.** *Peles ecouros - origens defeitos e industrializacao*. Porto Alegre : SENAI/RS, 2009.
- INESCOP, OXATAN . Centro de tecnología e innovación -. 2011.** *Piel Respetuosa con el Medio Ambiente Curtida con Oxazolidina*. Alicante : Centro de tecnología e innovación -INESCOP INESCOP, 2011.

- Iza, Geovanna. 2016.** *“Combinación De Dos Curtientes Vegetales En La Curtición De Pieles De Cuy Para Confeccionar Artículos De Peletería Media”*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2016.
- Jones. 2002.** *Manual de curtición vegetal*. Segunda. Buenos Aires : American ediciones, 2002.
- Julivo, B. 2016.** Metodos de Extraccion e Identificacion de Taninos. [En línea] 2016. [Citado el: 09 de Mayo de 2019.] <https://es.scribd.com/document/334032289/Metodos-de-Extraccion-e-Identificacion-de-Taninos>.
- Lacerca. 2003.** *Curtición de Cueros y pieles*. Primera. Buenos Aires : Albatros, 2003.
- Lacerca, M. 2003.** *Curtición de Cueros y Pieles*. 1a ed. Buenos Aires, : Limusa, 2003. págs. 121 - 167.
- M. Roing1, V. Segarra1, M. Bertazzo1, M. A. Martínez1. 2012.** *Piel libre de cromo curtida con oxazolidina*. Instituto Tecnológico del Calzado (INESCOP), ESPAÑA : 2012.
- Martínez, Iván. 2018.** *“Utilización De Diferentes Niveles De Tanino Híbrido Para El Enriquecimiento Fibrilar Del Cuero Caprino”*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2018.
- Maya, Joselin. 2016.** *Curtición de piel caprina con la utilización de niveles de taray un porcentaje fijo de glutaraldehído para la obtención de cuerpo para calzado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2016.
- Melgar. 2005.** *Tecnología del cuero tomo I procesos de curtición control de calidad y maquinarias*. Hualhuas : s.n., 2005.
- Morera, J. 2007.** *Química Técnica de Curtición*. [ed.] 2ª Edición. Igualada : Editorial Escuela Superior de Adobería. Editorial CETI., 2007. págs. pp 16-18.
- Perez, Jonathan. 2017.** *INFLUENCIA DEL USO DE ÁCIDO ORGÁNICO (ACOMPLEJANTE) EN EL BAÑO DE CURTIDO SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL CUERO*. Riobamba : ESPOCH, 2017.
- Pieles, Laboratorio de Curtiembre de. 2019.** Analisis de los ensayos fisicos . Riobamba : ESPOCH, 2019.
- Pilaminga, Edith. 2015.** *Evaluación de una curtición mixta de Granofin F90 mas tres diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (TARA)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2015.
- Porcel, K. 2016.** CURTIDO DE PIELES INTRODUCCIÓN. [En línea] Diciembre de 2016. https://www.academia.edu/10115866/CURTIDO_DE_PIELES_INTRODUCCION.
- Prat, Josep Maria Morera. 2002.** *Química Técnica De Curtición*. s.l. : Consorci Escola Tècnica D'Igualada, 2002.
- Puente, Cesar. 2018.** *APLICACIÓN DE UN PROCESO DE CURTIDO DE PIELES BOVINAS SIN CROMO UTILIZANDO OXAZOLIDINA EN COMBINACIÓN CON CAELSALPINIA SPINOSA (TARA)*. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIDAD DE POSTGRADO, LIMA, Peru : UMSM, 2018.

—. **2018.** *Aplicación De Un Proceso De Curtido De Pieles Bovinas Sin Cromo Utilizando Oxazolidina En Combinación Con Oxasolidina.* Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima , Perú : UNAN, 2018.

Rabasco, Edwin. 2017. *CURTICIÓN DE PIELES OVINAS UTILIZANDO TRES NIVELES DE MIMOSA EN COMBINACIÓN CON 6% DE SULFATO DE ALUMINIO.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA, Ecuador : ESPOCH, 2017.

Rodríguez, Ibeth. 2015. *Obtención Para Cuero De Calzado Femenino Utilizando Tres Niveles De Taninos Sintéticos En Combinación Con Cromo En Pieles Caprinas".* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2015.

Salmeron, J. 2003. *Resistencia al frote del acabado del cuero.* [ed.] 2 a ed. Asunción : Edit. IMANAL., 2003. págs. pp. 19 – 52.

Sarmiento. 2015. Estructura y característica de la piel. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Julio de 2018.] <http://www.monografías.com>.

Schorlemmer. 2002. *Resistencia al frote del acabado del cuero.* Asunción : s.n., 2002.

Shoebat, K. 2016. Curtición con oxazolidina libre de cromo. [En línea] 23 de Enero de 2016. <http://www.life-shoebat.eu/es/search-tools/tannery-bats/item/tannery>.

Soler, Joshep. 2004. *Procesos de Curtido.* Barcelona, España. : Edit CETI., 2004.

Villagran, Eliana y Cuello, Sergio. 2012. INTA. *Curso de Curtido Ecologico y Artesanal de Cueros.* [En línea] s.f de s.f de 2012. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-curtido_cueros.pdf.

Zarate. 2005. *El proceso de la curtiembre y la palettería en el Perú.* Lima : UNALM, 2005.