



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE CURTICIÓN
VEGETAL UTILIZANDO *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA) EN
COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO EN LA EMPRESA DE
CURTIEMBRE EL AL - CE”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ
TUTOR: ING. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO

Riobamba - Ecuador

2018

©2018, Cristhian Fabricio Sela Mendez

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

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Investigativo “DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE CURTICIÓN VEGETAL UTILIZANDO *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA) EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO EN LA EMPRESA DE CURTIEMBRE EL AL - CE”, de responsabilidad del señor CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. César Arturo Puente Guijarro.

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Ing. José Jenner Baquero Luna

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristhian Fabricio Sela Mendez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y academica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 12 de diciembre del 2018

Cristhian Fabricio Sela Méndez

Cédula de Identidad: 060436643-5

Yo, CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Cristhian Fabricio Sela Méndez
Cédula de Identidad: 060436643-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios por brindarme la sabiduría y fortaleza en esta ardua tarea, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la formación académica para mi futura vida profesional.

A mis padres de manera especial por ser mi fuente de motivación diaria y deseos de superación.
A mis hermanos y a todas las personas quienes depositaron en mí su confianza y me apoyaron durante todo este proceso de formación académica y personal.

Cristhian Sela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado el privilegio de la vida y la sabiduría para culminar mi carrera universitaria.

Le agradezco al Ing. Cesar Puente por confiar en mí, y ayudarme en el desarrollo del proceso de trabajo de titulación con bondad y por enseñarme cada día un poco más de sus conocimientos, compartiendo momentos gratos de su sabiduría por excelencia.

Por último, a mis padres Salomón Sela y Victoria Mendez por brindarme su apoyo incondicional, por ser el pilar fundamental de mi vida brindándome una educación buena con valores, inculcándome por el camino correcto en toda mi formación tanto académica como personal.

Cristhian Sela

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.2. Justificación de la investigación	2
1.3. Objetivos	3
<i>1.3.1. General</i>	3
<i>1.3.2. Específicos</i>	3
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la Investigación	5
2.2. Marco Conceptual	6
<i>2.2.1. Principios de la curtición</i>	6
<i>2.2.2. La Piel</i>	7
<i>2.2.2.1. Química de la piel</i>	7
<i>2.2.2.2. Aminoácidos</i>	7
<i>2.2.2.3. Zonas en que se divide la piel</i>	8
2.2.3. Proceso de curtición	10
<i>2.2.3.1. Conservación o curado de los cueros</i>	12
<i>2.2.3.2. Proceso de Remojo</i>	12
<i>2.2.3.3. Proceso de Pelambre</i>	13
<i>2.2.3.4. Proceso de Calero</i>	13
<i>2.2.3.5. Proceso de descarnado</i>	14
<i>2.2.3.6. Proceso de Dividido</i>	14
<i>2.2.3.7. Proceso de Purga enzimática</i>	14
<i>2.2.3.8. Proceso de Desengrase</i>	14
<i>2.2.3.9. Proceso de Piquelado</i>	15
2.2.4. Tara	17
<i>2.2.4.1. Identificación de la especie</i>	19
<i>2.2.4.2. Nombres comunes</i>	20
<i>2.2.4.3. Características de la especie</i>	20
2.2.5. Curticiones al Aldehído	21
<i>2.2.5.1. Glutaraldehído</i>	21

2.2.5.2.	<i>Química del Glutaraldehído</i>	22
2.2.5.3.	<i>Utilización del glutaraldehído en precurtición</i>	23
2.2.6.	<i>Calidad del cuero</i>	24
2.2.6.1.	<i>Normalización de toma de muestras para el control de calidad</i>	24
2.2.6.2.	<i>Tamaño de la muestra</i>	24
2.2.6.3.	<i>Zona de localización para toma de muestras</i>	25
2.2.7.	<i>Ensayos físicos del cuero</i>	26
2.2.7.1.	<i>Generalidades</i>	26
2.2.7.2.	<i>Resistencia a la tensión</i>	26
2.2.7.3.	<i>Porcentaje de elongación</i>	27
2.2.7.4.	<i>Lastometría</i>	28
2.2.8.	<i>Análisis sensorial del cuero</i>	29
2.2.8.1.	<i>Blandura</i>	30
2.2.8.2.	<i>Llenura</i>	30
2.2.8.3.	<i>Firmeza de flor</i>	30
CAPÍTULO III		
3.	METODOLOGÍA	31
3.1.	Hipótesis y especificación de variables	31
3.1.1	<i>Hipótesis General</i>	31
3.1.2	<i>Hipótesis Específicas</i>	31
3.1.3	<i>Identificación de Variables</i>	31
3.1.3.1	<i>Variable Respuesta</i>	31
3.1.3.2.	<i>Factor</i>	31
3.1.4.	<i>Operacionalización de variables</i>	32
3.1.4	<i>Matriz de Consistencia</i>	33
3.1.5.	<i>Unidad de análisis</i>	37
3.1.6.	<i>Población de estudio</i>	37
3.1.7.	<i>Tamaño de muestra</i>	37
3.1.8.	<i>Selección de la muestra</i>	37
3.1.9.	<i>Técnica de recolección de datos</i>	38
CAPÍTULO IV		
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
4.1.	Resultados	40
4.1.1.	<i>Análisis Físico - Mecánico del cuero</i>	40
4.1.1.1.	<i>Resistencia a la Tensión</i>	41
4.1.1.2.	<i>Porcentaje a la Elongación</i>	44

4.1.1.3. <i>Lastometría</i>	46
4.1.2. <i>Análisis Sensorial del cuero</i>	48
4.1.2.1. <i>Blandura</i>	48
4.1.2.2. <i>Llenura</i>	50
4.1.2.2. <i>Firmeza de flor</i>	51
4.1.3. <i>Análisis de la calidad del agua</i>	54
4.1.3.1. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	54
4.1.3.2. <i>Demanda Química de Oxígeno</i>	55
4.1.3.3. <i>Contenido de cromo</i>	56
4.1.4. <i>Análisis del rendimiento</i>	58
4.1.4.1. <i>Balance de masa del proceso</i>	58
4.1.4.2. <i>Balance económico del proceso</i>	61
4.3. <i>Pruebas de hipótesis</i>	63
4.3.1. <i>Hipótesis General</i>	63
4.3.2. <i>Hipótesis Especificas</i>	65
4.3.2.1. <i>Hipótesis 1</i>	65
4.4. <i>Discusión de Resultados</i>	65
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Identificación de la especie <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara).....	19
Tabla 2-2: Características Botánicas de la <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara).....	20
Tabla 3-2: Criterios para la determinación de las unidades de muestreo.....	25
Tabla 1-3: Operacionalización de variables.....	32
Tabla 2-3: Matriz de consistencia.....	33
Tabla 3-3: Esquema del Experimento.....	38
Tabla 4-3: Esquema del adeva.....	39
Tabla 1-4: Resumen de los resultados del análisis físico - mecánico del cuero.....	40
Tabla 2-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba resistencia a la tensión comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.	41
Tabla 3-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba porcentaje de elongación comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.	44
Tabla 4-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba lastometría comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	46
Tabla 5-4: Resumen de los resultados de análisis sensoriales en cuero.....	48
Tabla 6-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba blandura comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	48
Tabla 7-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba de llenura comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	50
Tabla 8-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba firmeza de flor comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.	51
Tabla 9-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) para evaluar la calidad final del agua.....	54
Tabla 10-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba demanda química de oxígeno (DQO) para evaluar la calidad final del agua.....	55
Tabla 11-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba contenido de cromo hexavalente para evaluar la calidad final del agua.....	56
Tabla 12-4: Análisis del rendimiento en la etapa de curtido de las pieles ovinas curtidas por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.....	61
Tabla 13-4: Análisis de los costos de producción del cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado.....	62

Tabla 14-4: Análisis del total de ingreso del cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado	62
Tabla 15-4: Análisis de la relación beneficio costo de la producción de cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado	63
Tabla 16-4: Tratamiento estadístico para comprobación de hipótesis	64
Tabla 17-4: Resumen de resultados para la comprobación de la hipótesis específica planteada en la investigación	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Representación gráfica de un aminoácido.....	8
Figura 2-2: La unión de aminoácidos crea una proteína.....	8
Figura 3-2: Zonas de la piel.....	9
Figura 4-2: Media piel u hoja.....	9
Figura 5-2: Desfaldado o dosset.....	10
Figura 6-2: Hoja desfaldada.....	10
Figura 7-2: Diagrama de flujo de una curtiembre.....	11
Figura 8-2: Ilustración de una planta de tara (<i>Caesalpinia Spinosa</i>).....	18
Figura 9-2: Fórmula química del glutaraldehído.....	22
Figura 10-2: Diferentes estructuras que puede adoptar el glutaraldehído.....	22
Figura 11-2: Otras estructuras que puede adoptar el glutaraldehído.....	23
Figura 12-2: Reacción de los aldehídos con diferentes aminos del colágeno.....	23
Figura 13-2: Esquema referencial para la determinación de la zona de muestra en un cuero completo.....	26
Figura 14-2: Forma de la probeta de cuero.....	27
Figura 15-2: Representación de la fuerza de tracción respecto de la elongación.....	28
Figura 16-2: Sección transversal de la cabeza de fijación con la muestra en posición de ensayo y sometida ya a una leve distensión.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Análisis de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	42
Gráfico 2-4: Análisis de la regresión de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.....	43
Gráfico 3-4: Análisis del porcentaje de elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	44
Gráfico 4-4: Análisis de la regresión del porcentaje de elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.....	45
Gráfico 5-4: Análisis de la lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	47
Gráfico 6-4: Análisis de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	49
Gráfico 7-4: Análisis de la regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.....	50
Gráfico 8-4: Análisis de la llenura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	51
Gráfico 9-4: Análisis de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.....	52
Gráfico 10-4: Análisis de la regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.....	53
Gráfico 11-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba demanda bioquímica de -oxígeno (DBO ₅) para evaluar la calidad final del agua.....	54
Gráfico 12-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba demanda química de -oxígeno (DQO) para evaluar la calidad final del agua.....	56
Gráfico 13-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba contenido de cromo hexavalente para evaluar la calidad final del agua.....	57
Gráfico 14-4: Diagrama del proceso de curtición de las pieles bovinas curtidas por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado.....	58
Gráfico 15-4: Análisis y evaluación de calidad física y calificación sensorial del cuero terminado.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Pruebas físico-mecánicas del cuero realizadas en el laboratorio de pruebas físicas de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Anexo B.** Pruebas sensoriales del cuero realizadas en el laboratorio de pruebas físicas de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Anexo C.** Pruebas de calidad del agua residual obtenida del proceso de curtido realizadas en el laboratorio SAQMIC.
- Anexo D.** Especificaciones de *Caesalpinia Spinosa* (Tara) utilizada en la investigación.
- Anexo E.** Ficha de seguridad del glutaraldehído utilizado en la investigación
- Anexo F.** Formulas utilizadas en la investigación
- Anexo G.** Evidencia de la realización de la investigación.

RESUMEN

El objetivo fue desarrollar un proceso de curtición vegetal sin la utilización de cromo mediante pieles bovinas para la producción de calzado. Las unidades experimentales fueron 20 pieles de bovinos adultos distribuidas bajo un diseño completamente al azar simple, en 4 tratamientos que corresponden a los niveles de glutaraldehído (0,1,2,3, %), en combinación con el 15 % de tara, con 5 repeticiones cada uno. Los resultados para las pruebas físicas de los cueros fueron: Resistencia a la Tensión los valores más altos se reportaron en el tratamiento T1 con respuestas de 2306.3 N/cm²; para el porcentaje de elongación los resultados más altos se reportaron en los cueros del tratamiento T3, con resultados de 73% y para Lastometría los resultados más altos se reportaron en el tratamiento T2 con valores medios de 8.0 mm, todos estos resultados se compararon en base al tratamiento testigo T0 el cual presentó valores más altos de resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastometría; los test para análisis sensoriales del cuero reportaron el mejor tratamiento con los siguientes resultados: Blandura, llenura y firmeza de flor, con respuestas de 5.0 puntos, 4.80 puntos y 5.0 puntos respectivamente para el tratamiento T3. Con esto se concluyó que la mejor formulación para obtener cueros curtidos con excelentes propiedades físicas, sensoriales es la combinación del 3 % de Glutaraldehído en combinación con el 15% de *Caesalpinia Spinosa* (tara), la cual fue la formulación ideal para la producción de cueros de bovino para calzado, logrando un cuero con características similares a la piel curtida con cromo, con efluentes líquidos o sólidos, sin la presencia de cromo trivalente reduciendo así el impacto ambiental. Sin embargo, se recomienda trabajar en pieles distintas para comparar los resultados ya obtenidos.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <CURTICIÓN VEGETAL>, <TARA (*Caesalpinia Spinosa*)>, <GLUTARALDEHÍDO>, <PROCESO DE CURTICIÓN>

ABSTRACT

The objective was to develop a process of vegetable tanning without the use of chromium by means of bovine skins to the production of footwear. The experimental units were 20 skins of adult cattle distributed under a simple random design in 4 treatments corresponding to glutaraldehyde levels (0, 1, 2, 3%) in combination with 15% tara and with 5 repetitions each. The results for the physical tests of the leathers were, Resistance to the Tension, the highest values were reported in the T1 treatment with responses of 2306.3 N/cm². To the percentage of elongation, the highest results were reported in T3 treatment leathers with 73% results, and to Lastometry the highest reported results were reported in the T2 treatment with mean values of 8.0 mm. All those results were compared based on the control treatment T0, which presented higher values of resistance to tension, percentage of elongation and lastometry. The tests to sensory analysis of the leather reported the best treatment with the following results: softness, fullness and firmness of flower with responses of 5.0 points, 4.80 points and 5.0 points respectively to the treatment T3. It concluded that the best formulation to obtain tanned leathers with excellent physical and sensory properties are the combination of 3% of Glutaraldehyde in combination with 15 % of Caesalpinia Spinosa (tara). Which was the ideal formulation to the production of leathers of cattle to footwear, achieving a leather with characteristics similar to leather tanned with chrome, with liquid or solid effluents, without the presence of trivalent chromium thus reducing the environmental impact. However, it recommended working on different skins to compare the results already obtained.

Key words: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <VEGETABLE TANNING>, <TARA (CAESALPINIA SPINOSA)>, <GLUTARALDEHYDE>, <CURTICION PROCESS>

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Identificación del Problema

El instituto Nacional de estadísticas y Censos indica ,que para el año 2018 en el país el incremento de la industria de la curtiembre y producción de artículos de cuero, reportó un aumento del 4.90% en relación a la producción del año 2017; este incremento representa que la industria del cuero aumente la inversión para satisfacer las necesidades del mercado, ampliando así los índices de producción en el Ecuador, con este incremento se generaran mayores problemas ambientales por los procesos productivos, ya que en el Ecuador únicamente se produce cuero curtido con oxido de cromo (INEC, 2018).

(MAE, 2017), al respecto indica que la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable del Ecuador, realizó en el año 2017, un estudio sobre los problemas ambientales asociados a la producción de las curtiembres, en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi se recogió muestras de agua en varias empresas, reportando un alto contenido de agentes tóxicos que no están permitidos por las normas ambientales vigentes, y el problema que mayormente se reportó en la producción industrial fue la presencia de iones cromo 6+ y 3+, que causan la aparición de enfermedades en animales y personas que consumen el agua.

En el caso de las industrias curtiembres en el Ecuador, no se tiene un cuidado de los residuos que generan lo que ha conllevado que los cuerpos de agua dulce circundantes a las empresas sufran un alto grado de toxicidad, que en casos ha afectado a la salud de los animales y personas que consumen el alimento, así como también que causen erosión al suelo extendiéndose así la contaminación a lugares lejanos por la capacidad de los cuerpos de agua dulce a llegar a largas distancias., (MAE, 2017)

(Hidalgo, 2016), indica que para el caso del Ecuador, todo esto afecta a la población y aumenta el riesgo a contraer enfermedades, ya que el cromo permanece remante y en altas concentraciones puede oxidarse a cromo hexavalente que causa mayores problemas en la salud, tanto de personas como de animales, todo esto tiene que ser combatido para evitar que aumente el riesgo de contaminación cruzada hacia el ambiente y la destrucción de la flora y fauna de las comunidades.

Además de los mencionado anteriormente, se tiene que en el país la mayoría de las curtiembres usan métodos tradicionales de curtición y no han invertido en tecnologías alternas que puedan remplazar a estos sistemas, esto ocasiona que la escasa tecnología aplicada disminuya la rentabilidad de la curtición y también no se alcance una mejor calidad del cuero obtenido disminuyendo la competitividad con los productores vecinos. (Cordero, 2011).

(Cordero, 2011), en su libro de tecnología de la curtiembre para la ciudad de Cuenca indica que todos estos problemas, acarrearán consigo pérdidas económicas a las curtiembres e igualmente permiten que los vendedores de óxido de cromo monopolicen el mercado aumentando los precios de este producto, y encareciendo el costo de los insumos químicos y además aumentando el costo de los cueros obtenidos creando un ciclo económico negativo con el que la mayor afectación sufre el consumidor.

Por estos motivos las curtiembres son señaladas habitualmente como industrias altamente contaminantes, otro de los problemas en los artículos de cuero que contienen cromo se da en personas que son alérgicas a este metal, también pudiendo afectar al medio ambiente con residuos industriales para lo cual se propone una curtición vegetal con *Caesalpinia Spinosa* (Tara) en combinación con glutaraldehído obteniéndose así un cuero sin cromo amigable con el ambiente, con aspecto, cualidades, propiedades y aplicaciones técnicas semejantes (Cordero, 2011).

1.2. Justificación de la investigación

La curtiembre “EL AL-CE” es el principal **beneficiario** de la producción con glutaraldehído, dado que al momento la planta se encuentra produciendo cuero solo con óxido de cromo, lo que está impidiendo que se pueda comercializar el cuero producido en mercados que tienen como requisito el consumo de cuero libre de cromo, el remplazo del cromo en la curtición es un proceso complejo, como resultado de esto los cueros en los que no se incluya en ninguna etapa productiva el cromo alcanzarán un mayor valor.

Para remplazar el cromo, la mayoría de investigaciones se han volcado al uso de las curtiembres vegetales, en la mayoría de las investigaciones únicamente se ha probado combinación de extractos vegetales, por lo que la **novedad** de incluir curtiembres sintéticas representa una técnica que ayuda a la estabilización del cuero y mejora las características de los mismos, aumentando así su calidad final.

Al realizar una nueva formulación al procedimiento en la fase de curtición con la **originalidad** de combinar glutaraldehído con tara, se da solución a los problemas derivados del cromo y además se maximizará las ganancias, debido a que los curtientes sintéticos están diseñados para aumentar la fijación en el colágeno y tener una transformación más a fondo, evitando generar problemas de contaminación.

El presente trabajo de investigación será un **impacto** ya que servirá como una ayuda y aporte para las empresas del sector curtidor Nacional para que cambien sus recetas de curtido y con este se logra que las industrias de la curtiembre opten por realizar mejoras en el proceso de curtido con una producción más limpia que cuida el ambiente. Este trabajo de investigación se lo puede realizar en cualquier empresa de curtiembre que cuente con los equipos y reactivos necesarios para llevar a cabo dicha investigación.

Con la producción libre de cromo, se asegura la mitigación de los impactos ambientales generados en la curtiembre, esto logrará que el producto pueda ser exportado a Europa y Estados Unidos, aumentando las ganancias generadas en la curtiembre “EL AL-CE”; mejorando con esto la dinamización de la economía del cantón Guano, además de que aumentando el rendimiento de la fijación del curtiente aumentará la relación beneficio-costos del producto.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Desarrollar una formulación de curtición vegetal utilizando *Caesalpinia Spinoza* (Tara) en combinación con glutaraldehído en la empresa de curtiembre el AL – CE en la producción de cuero para calzado.

1.3.2. Específicos

- Establecer el porcentaje adecuado de glutaraldehído (1, 2 o 3%) en combinación con el 15% de *Caesalpinia Spinosa* (Tara) que nos permita curtir cueros vacunos para producción de calzado.
- Realizar análisis físico mecánicos al cuero resultante de la curtición vegetal con *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con Glutaraldehído.

- Calificar mediante un test las pruebas sensoriales de calidad de cuero producido mediante la formulación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con Glutaraldehído.
- Determinar el costo y la utilidad de un proceso de curtido vegetal con *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con Glutaraldehído mediante el indicador beneficio – costo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Con el fin de lograr mitigar el impacto ambiental generado por la industria curtiembre en el Ecuador, se han realizado diversas investigaciones a escala de laboratorio para encontrar una técnica estandarizada que logre el remplazo del sulfato de cromo como agente curtiente, estas investigaciones se han propuesto para aumentar el rendimiento de curtientes alternos, obteniendo cueros de alta calidad.

Con este fin, Vilma Liliana Cachote Araujo (2012), planteo elaborar cuero plena flor para calzado con la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído en la precurtición, esta investigación se realizó en el laboratorio de curtiembre de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para cumplir con sus objetivos curtió piel de caprinos para la obtención de cuero plena flor para calzado con la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído (2, 3 y 4%) en la precurtición, después del análisis del adeva del experimento concluyó que al aplicar en el precurtido de pieles caprinas 2% de glutaraldehído, 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.

Al igual que la investigación anterior Auquillas, M. (2012) realizó la curtiembre de pieles ovinas con tres niveles de glutaraldehído en la obtención de cuero para marroquinería en el laboratorio de curtiembre de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para el desarrollo de la investigación analizó las resistencias físico-mecánicas y sensoriales del cuero, para lo que realizó diseño completamente al azar comprobando la influencia de los niveles de glutaraldehído en la calidad final del cuero, a continuación de lo explicado anteriormente en la investigación, se concluyó al realizar el análisis de varianza de las resistencias físicas de tensión (162,67N/cm²) y Lastometría (8,67 mm), se registraron los mejores resultados que al curtir pieles ovinas para marroquinería con el 12% de glutaraldehído (T3), en tanto que el porcentaje de elongación más alto, (82,73%), fue al curtir con el 8% de glutaraldehído (T1).

Para determinar si la curtiembre con glutaraldehído es una tecnología viable en relación a los curtientes utilizados actualmente, se comparó los resultados con los reportados por Asto, L.

(2012), que comparo diferentes tipos de curtientes para el curtido de pieles ovinas obteniéndose como resultados después del análisis físico-mecánico y sensorial de los cueros 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, especialmente cuando se trata de confección de artículos de vestimenta.

Para comparar los resultados, se recopiló un estudio realizado por Pérez, J. (2017) desarrollado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el estudio sobre la influencia del uso de ácido orgánico (acomplejante) en el baño de curtido sobre la calidad final del cuero, analizando las características finales del cuero, con esto concluyo que al realizar la curtición de las pieles ovinas con diferentes niveles (1,5; 1,75 y 2%), de ácido orgánico como producto acomplejante en el baño de curtido, se consigue ligar firmemente los curtientes para que la reacción en el colágeno de la piel sea completa y la transformación de piel en cuero, se la realiza en su totalidad, sin riesgo a descurticiones posteriores .

Las anteriores investigaciones fueron realizadas en pieles caprinas, que son de más fácil aplicación, además que no se trabajó en cuero para confección de calzado, por lo que la comparación de los resultados en post de establecer las hipótesis y lograr alcanzar los objetivos planteados.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Principios de la curtición

El proceso de curtido consiste en transformar la piel en cuero mediante el uso de agentes curtientes, reactivos, ácidos así como también sales y este proceso lo que hace es que los péptidos reaccionen dando como resultando unir las fibras de colágeno de la piel, todo este proceso se lo realiza dentro del bombo (Hidalgo, 2016, p. 54).

El curtido es un proceso químico debido a que la piel sufre reacciones mediante la aplicación de reactivos los cuales dan como resultado el cuero, se denomina cuero si se trata de animales grandes como por ejemplo las vacas y piel si son animales pequeños como la cabra. (Artigas, 1987, p. 70).

2.2.2. La Piel

La piel es una sustancia heterogénea que cubre la parte externa de los animales, está rodeada de lana o pelos y cuya estructura está formada por diferentes capas. (Hidalgo, 1999, p. 1)

La piel es un órgano que brinda protección externa al cuerpo del animal, la cual está constituida por diferentes capas donde se alojan glándulas, pelos, escamas, plumas, es una barrera protectora contra la acción de agentes físicos químicos o bacterianos sobre los tejidos más profundos, contiene órganos que se agrupan para dar origen a la detención de sensaciones como la temperatura, dolor y tacto (Cordero, 2011, pp. 15-16)

La dermis, la epidermis y el tejido subcutáneo son las capas de la piel que el curtidor adquiere para el proceso de curtiembre. Al curtidor de estas tres capas mencionadas anteriormente la capa que le interesa es la dermis debido a que esta capa será la que se convierta en cuero y las otras 2 son eliminadas en proceso como el descarnado y dividido que son considerados como procesos húmedos. En la dermis se encuentra la proteína llamada colágeno la cual va permitir que los agentes curtientes reaccionen con esta proteína (Prat, 2002, pp. 15-20).

2.2.2.1. Química de la piel

Para entender a fondo el proceso de curtición se debe conocer como la piel se transforma en cuero mediante el uso de conceptos básicos del proceso de curtiembre, así como también que se debe conocer cómo se encuentra estructurada la piel. (Cordero, 2011)

Su composición es la siguiente el 95% de la piel vacuna es colágeno, también compuesta por agua en un 64%, grasas en un 2% y proteínas en un 33% también presentan pequeños porcentajes de sustancias minerales en un 0.5% y otras sustancias que están presentes en un 0.5%. La piel vacuna tiene otras proteínas como la queratina, albuminas globulinas entre otras (Morera, 2001, p. 39)

2.2.2.2. Aminoácidos

Un aminoácido es aquel que está conformado por un grupo amino (NH_2^-) y un grupo carboxilo (HCOO^-), siendo estos los componentes fundamentales de las proteínas, por lo general un aminoácido suele combinarse consigo mismo para dar como resultado moléculas más complejas debido a que estos presentan una estructura molecular sencilla, con la misma composición de la que se originó y se representa gráficamente en la figura 1-2. (Cordero, 2011, pp. 30-31)

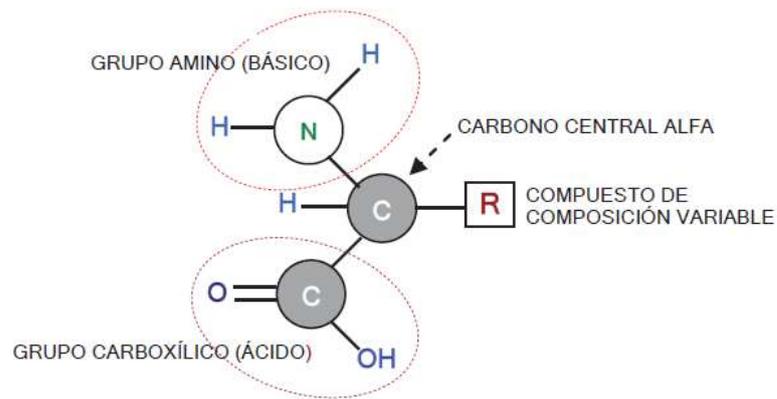


Figura 1-2: Representación gráfica de un aminoácido.

Fuente: (Cordero, 2011, p. 19).

Los aminoácidos se combinan entre sí por medio de enlaces peptídicos, la reacción de 2 aminoácidos se conoce como dipéptidos si se llega a unir otro aminoácido sería un tripéptido y así en sucesión hasta formar un polipéptido con varios aminoácidos. La reacción de los aminoácidos es sencilla en donde un aminoácido pierde un grupo OH^- y el otro aminoácido pierde un H^+ con la formación de agua ($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$) como se ilustra en la figura 2-2 (Cordero, 2011, pp. 15-16).

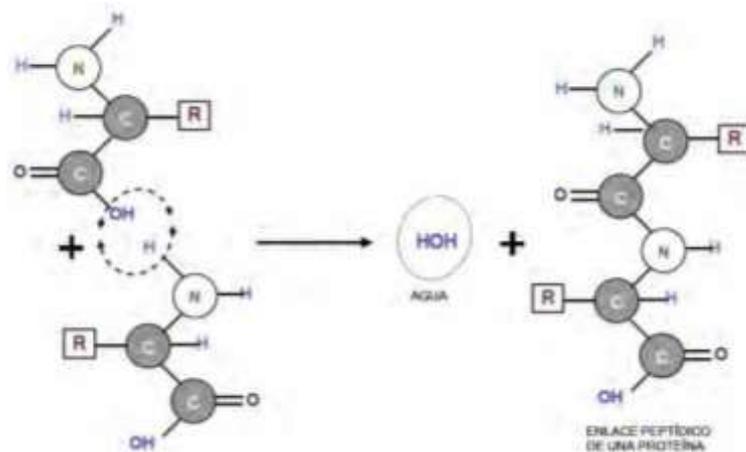


Figura 2-2: La unión de aminoácidos crea una proteína.

Fuente: (Cordero, 2011, p. 19).

2.2.2.3. Zonas en que se divide la piel

Como se puede observar en la figura 3-2 la piel puede ser dividida en tres partes esto se lo realiza de acuerdo al calibre que presenta cada una de ellas (Villagran & Cuello, 2012, p. 4):

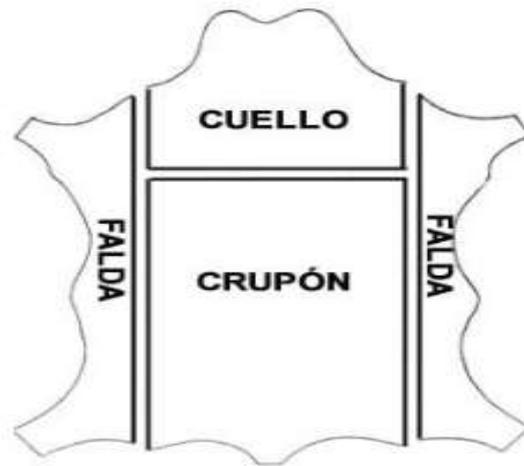


Figura 3-2: Zonas de la piel
 Fuente: (Villagran & Cuello, 2012, p. 4).

- Cuello: Del total de la piel el 25% corresponde a esta zona, implica la piel de la cabeza y el cuello, su calibre es irregular por lo que varía sus mediciones en diferentes zonas de esta parte.
- Crupón: Corresponde al 45% total de la piel es la parte más valiosa debido a que es homogénea y para realizar mediciones sus resultados son constantes, esta zona corresponde a la región lumbar y dorsal del animal.
- Falda: El 30% del peso total de la piel corresponda a esta zona, implica la piel del vientre y las patas del animal por lo que es la parte más irregular de la piel (Villagran & Cuello, 2012, p. 4).

Para trabajar con las pieles se puede dividir por partes o trabajarlas enteras, si se las divide se les asigna los siguientes nombres (Villagran & Cuello, 2012, p. 5).

- Si la piel es dividida por el espinazo se denomina **media piel**.



Figura 4-2: Media piel u hoja
 Fuente: (Villagran & Cuello, 2012, p. 5).

- b. Si a la piel se le separan las faldas se le denomina **desfaldada**.



Figura 5-2: Desfaldado o dosset
Fuente: (Villagran & Cuello, 2012, p. 5).

- c. También se puede realizar un dividido combinado las dos anteriores y se la denomina hoja desfaldada (Villagran & Cuello, 2012, p. 5).



Figura 6-2: Hoja desfaldada
Fuente: (Villagran & Cuello, 2012, p. 5).

2.2.3. Proceso de curtición

Para realizar el proceso de curtición se debe llevar a cabo una serie de operaciones unitarias las cuales están descritas en la figura 7-2:

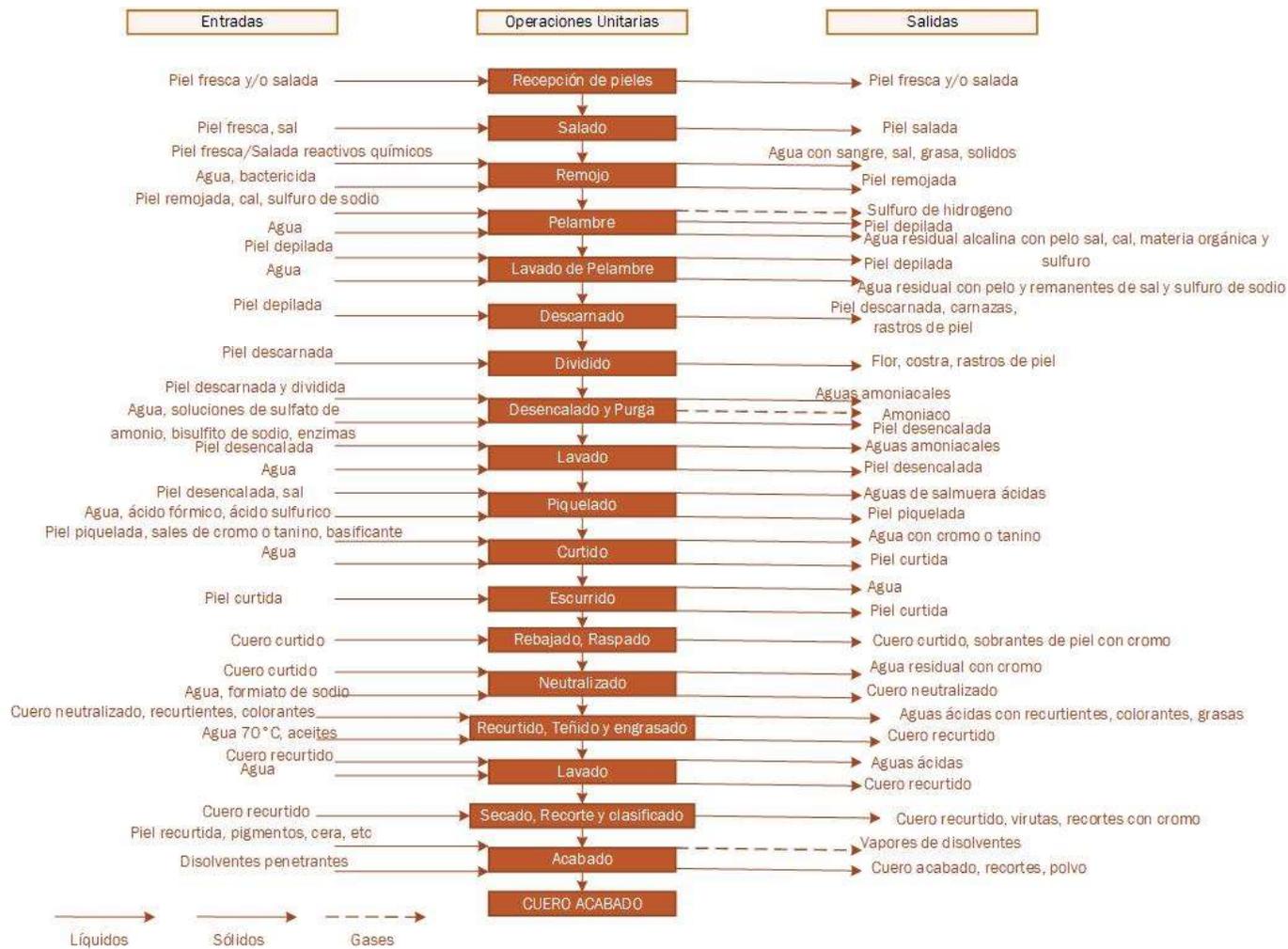


Figura 7-2: Diagrama de flujo de una curtiembre
 Fuente: (CPTS, 2003, p. 159)

2.2.3.1. *Conservación o curado de los cueros*

Este proceso sirve para mantener la piel hasta el momento de la curtición, ya que al mismo momento de la faena comienza el proceso de descomposición, la conservación de la piel se la puede hacer mediante procesos como son el salado, el secado y el salmuerado (Villagran & Cuello, 2012, p. 8)

- **Secado:** Es el método más utilizado de conservación de pieles de caprinos, reptiles etc. Consiste en dejar reposar la piel al aire libre siendo el método más sencillo de conservación, pero se debe tomar muy en cuenta la velocidad de secado ya que si es muy lento puede descomponerse el cuero, si es muy rápido los bordes externos de la piel pueden endurecerse y secarse mientras que los bordes interiores pueden conservar la humedad y esto provoca que haya presencias de orificios o ampollas
- **Salado:** Es utilizado en climas templados, para realizar este proceso a las pieles se les coloca en sal por un periodo de 21 días, si se realiza un salado correcto la piel se puede conservar durante un año en lugares frescos, para que este proceso funcione correctamente se debe utilizar sal limpia y de buena calidad.
- **Salmuerado:** Los cueros que previamente han sido descarnados son introducidos en salmuera durante un tiempo de 48 horas, cuando la salmuera haya penetrado por completo la piel se considera una piel curada. Finalmente se agrega sal luego que se escurren las pieles después del curado, con este proceso la piel puede durar 6 meses sin el proceso de curtición (Villagran & Cuello, 2012, p. 8).

2.2.3.2. *Proceso de Remojo*

El remojo se lo realiza por 2 razones, primero sirve para quitar suciedades de la piel así como también para rehidratar la piel esto se logra poniendo las pieles en agua como producto primordial junto con la adición de productos bactericidas y tensoactivos con la ayuda de efectos mecánicos (Soler, 2002, p. 23).

El remojo devuelve a los cueros conservados por deshidratación, las características de la suavidad y flexibilidad que poseían cuando recién estaban quitados del animal, hay varios causantes que influyen en el remojo (Melgar, 2005, p. 8):

- Cantidad de agua utilizada
- Forma y estado de conservación de las pieles
- Temperatura del agua de remojo
- El pH del baño de remojo
- Efecto mecánico
- La adición de agentes auxiliares
- El tiempo de remojo
- Adición de sal común (Melgar, 2005, p. 8).

2.2.3.3. *Proceso de Pelambre*

Después del proceso de remojo, las pieles son sometidas al proceso de pelambre, en donde se quita el pelo y se ejecuta un aflojamiento de la composición fibrosa, este proceso implica una sucesión de operaciones y efectos ocasionados por distintos principios mecánicos y generalmente por agentes químicos (Zarate, 2005, pp. 8-10).

En el proceso de pelambre se descarta la epidermis y el pelaje que cubre a las pieles, este proceso se hace con la adición de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una recurrente agitación, se utiliza enorme volumen de agua, cuyos efluentes muestran enorme contenido de carga orgánica y alto pH (11 – 12) gracias a los agentes químicos nombrados previamente (Cotance, 2004, p. 208).

2.2.3.4. *Proceso de Calero*

Al someter la piel a este proceso se debe inmunizar con hidróxido de cálcico para recuperar el pelo, luego a la raíz del pelo se adiciona sulfhidrato sódico haciendo pasar el pelo por una maquina apropiada que tenga un filtro adicionando finalmente hidróxido de calcio y sulfuro sódico para que se eliminen en su totalidad las raíces (Frankel, 2009, p. 169).

El hidróxido de calcio es utilizado en el calero debido que los puentes de hidrogeno de las fibras de colágeno se rompen con este reactivo

El encalado se ejecuta a pH 12,5 y se lo realiza con el fin de que la epidermis se ablande y de esta manera facilite que el pelo o lana sea desprendida de la piel y estas sufran un hinchamiento el cual favorece a la penetración de los agentes curtientes (Villagran & Cuello, 2012, p. 8).

2.2.3.5. Proceso de descarnado

El primordial propósito del descarnado es dividir la capa flor de la piel, en donde la carnaza es desechada para futuros procesos y esto hace que el calibre de la piel sea adecuado para que los agentes curtientes penetren de una forma precisa pero cabe recalcar que este proceso también se la puede realizar en el proceso de remojo (ANCE, 2002, p. 5).

El descarnado se lo realiza antes del proceso de curtición debido a que en la parte interna la piel está ligada grasa y carnaza y es favorable que estas sean eliminadas, el descarnado se realiza con máquinas especiales, así con este proceso conseguir que los productos químicos en las siguientes etapas de curtido tengan una completa penetración (Bacarditt, 2004 , p. 225)

2.2.3.6. Proceso de Dividido

El proceso de dividido se lo realiza con el fin de dividir la piel en 2 partes la piel del animal a la primera se las designa con el nombre de capa flor que es la que no interesa para la elaboración de cuero para calzado y otra parte que se la denomina carnaza la cual es utilizada para la elaboración de suelas, gelatinas, gamuzas y descarnado (Artigas, 1987, pp. 18-19).

Se lo realiza con el fin de obtener una piel con el calibre deseado para la fabricación de lo que deseemos elaborar como por ejemplo chopas o para calzado, el proceso consiste en hacer pasar la piel a través de una maquina la cual presenta una cuchilla de acero muy fina la cual separa en dos lados el lado carne y el lado piel o lado flor (Hoinacki, 2009, p. 160).

2.2.3.7. Proceso de Purga enzimática

Es conocido también como rendido por que ayuda a que la capa flor obtenida en el proceso anterior tenga lisura, elasticidad y facilite la limpieza de la misma y afecta directamente a la estructura de la piel y por ende se da los efectos secundarios sobre la grasa, la epidermis y elastina (Gannser, 2006, p. 167).

2.2.3.8. Proceso de Desengrase

El proceso de desengrase es aplicable solo para pieles que tienen un alto grado de grasa como pueden ser pieles de cerdo, cabra etc. Si no se realiza este proceso las grasas pueden reaccionar con el tanino que tiene el curtiente y de como resultado jabones insolubles, los reactivos que se

utilizan en el proceso de desengrase son tensoactivos y detergentes líquidos (CPTS, 2003, pp. 153-156).

Este proceso es aplicable en pieles vacunas que tienen un 2 al 3% del peso en grasa y en pieles porcinas y vacunas que tienen del 10 al 30% de peso de grasa natural (Jones, 2002, p. 125).

2.2.3.9. Proceso de Piquelado

En el proceso de piquelado se logra bajar el pH final a un valor que oscila entre 2.8 y 3.5 de las pieles antes del proceso de curtido se lleva a cabo con la adición de sal (cloruro de sodio) entre un 4% al 6%, este proceso también impide que la piel se hinche por efecto de la aplicación de ácidos (CPTS, 2003, pp. 153-156).

Este proceso inactiva a las enzimas y prepara a las pieles para que sean curtidas. Los productos más utilizados para realizar el piquel son el ácido fórmico, el ácido sulfúrico y el cloruro sódico. Se debe despiquelar a las pieles que han sido conservadas por piquelación antes de hacer el proceso de desengrase. Para llevar a cabo este proceso se necesita de una solución de agua saturada en combinación con sal cuya solución presenta alcalinidades débiles como el acetato sódico y el bicarbonato, al realizar este proceso las pieles están listas para el siguiente proceso que es la curtición. (Hidalgo, 1999, p. 89)

2.2.3.10. Curtido

El propósito de esta etapa es que la sustancia piel tenga una estabilización irreversible a precedera. El proceso de curtido consta de diferentes o procesos los cuales son: el desencalado la purga enzimática el piquelado y el curtido propiamente dicho. Al realizar el proceso de desencalado no se logra que la cal absorbida por la piel sea eliminada en su totalidad, el pH que debe presentar la piel después de realizar el desencalado debe ser de 8.3 operaciones de desencalado y rendido no se descarta toda la cal que la piel absorbe. El pH final del desencalado es 8.3, para el proceso de piquelado se necesita la piel desencalada a esta operación se realiza con la adición de ácidos los cuales no permiten bajar el pH a 1.8 y 3.5 (Jones, 2002, p. 197).

Los agentes curtientes se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas por medio de las uniones entre fibras en función del curtiente añadido a las pieles. Dando como resultado diferentes tipos de cueros. Existen tres categorías en la cuales se pueden dividir los agentes (CPTS, 2003, pp. 153-156).

- Compuestos polifenólicos como taninos vegetales y sistanos.
- Compuestos orgánicos sintéticos como el glutaraldehído y polímeros.
- Compuestos de sales metálicas como el aluminio, cromo, titanio. (CPTS, 2003, pp. 153-156)

2.2.3.10.1. *Curtición Vegetal*

El curtido vegetal es un método de curtición antiguo que va de la mano de la historia del hombre en donde se empleaba agentes curtientes llamados taninos. El curtido vegetal se descubrió cuando a una piel cruda se puso en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas producían manchas la cual se creía que dañaba la piel, pero el resultado final era que favorecía a que esta sea inmune a la putrefacción. (Cordero, 2011, p. 352)

En la curtición vegetal se utiliza productos tánicos los cuales estabilizan la composición de la piel, los taninos pueden ser extraídos de cortezas de árboles como por ejemplo mimosa, tara, quebracho. Para la curtición se utiliza como extracto en polvo o líquido, para una excelente curtición el curtiente debe penetrar la piel su totalidad por lo que se debe dejar en reposa la piel en el bombo para que la piel absorba todo el curtiente y para tener mejores resultados se deben añadir ácidos orgánicos como el ácido fórmico los cuales permite la fijación del tanino (Melgar, 2005, pp. 15-18).

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, p. 182).

2.2.3.10.2. *Extractos vegetales*

Los extractos vegetales son extraídos de árboles por ende se consideran como productos naturales. (Morera, 2001, p. 100):

- a) Taninos. Son los que curten piel. Son compuestos de carácter fenólico. Según su procedencia varía su composición y estructura.
- b) No taninos. No curten, pero intervienen en la curtición. Están constituidos por hidratos de carbono, ácidos orgánicos, fenoles de menor magnitud molecular que los taninos, sales, proteínas, compuestos de lignina y otros productos diversos.

- c) Insolubles. Son sustancias insolubles en agua que proceden de la materia vegetal extraída o que se ha transformado durante la extracción del vegetal o durante la fabricación del cuero. (Morera, 2001, p. 100)

2.2.3.11. *Proceso de curtición*

Para realizar el proceso de curtición las pieles deben estar descalcadas, rendidas y lavadas, para el proceso de curtición se debe llevar a cabo los siguientes pasos primero se debe hacer una precurtición la cual permite que los taninos se fijen al colágeno de la piel, y en segundo lugar se realiza la curtición propiamente dicha que no es más que la fijación en su totalidad de los taninos en la piel para posteriormente llevar a la piel al proceso de tinturado y engrase (Lacerca, 2003, p. 114).

A grandes rasgos se pueden indicar que hay dos grandes líneas de curtido vegetal: la primera línea sería para la fabricación de suelas y la segunda para pieles para elaboración de carteras y forros. En la línea de suelas se tienen un artículo que es duro y compacto con un calibre alto mientras que para la elaboración de cuero para cartera y forros se necesita de un calibre de menor grosor y que son menos duros y compactos que a su vez estos pueden ser comparados a los obtenidos mediante el curtido al cromo por ser blandos (Lacerca, 2003, p. 114).

2.2.3.12. *Acabado*

Las operaciones de acabado contemplan una sucesión de procesos premeditados a hacer mejor el aspecto del cuero, permite que la piel quede uniforme permitiendo corregir fallas que puedan presentar las pieles después de todos los procesos a las que han pasado las pieles, el proceso de acabo también protege a la piel de la lluvia, golpes y cualquier clases de esfuerzo mecánico al que sea sometida la piel (Camerum, 2017, p. 155).

La aplicación del acabado será distinta, de manera que si se quiere resaltar las características de la piel se aplican capas muy finas que dan brillo y textura, pero se quiere corregir las imperfecciones de la piel es necesario la aplicación de capas más gruesas. Además, generalmente en el acabado se añaden pigmentos para homogeneizar y ajustar el color conseguido (Camerum, 2017, p. 157).

2.2.4. *Tara*

La tara más conocida en el Ecuador como guarango, se origina además en países vecinos como Perú, Bolivia, Chile, Venezuela y Colombia. En la antigüedad era usada como medicina, la misma que debido a que esta presenta el ácido tánico es usada como materia prima para en la industria farmacéutica, de la pintura, química y en la industria palettera (Logistic, 2015, p. 118).

La tara es un árbol que esta compuesta de hojas, flores amarillas o blancas con un exquisito aroma el cual da como fruto unas vainas curvadas de color verde y cuando estas maduran toman un color castaño oscuro generalmente este árbol puede llegar a medir hasta 10 metros de altura, necesita de un clima árido para su desarrollo y se lo puede presenciar en países como México, Brasil y muy abundante en Venezuela. El uso que se da en las curtiembres es debido a que es su estructura presenta gran cantidad de taninos los cuales estabilizan las fibras colagénicas de la piel (Sarmiento, 2015, pp. 18-20).



Figura 8-2: Ilustración de una planta de tara (*Caesalpinia Spinoza*)
Fuente: (Sarmiento, 2015).

2.2.4.1. Identificación de la especie

La identificación de la especie se detalla en la tabla 1-2 (Cordero, 2011)

Tabla 1-2: Identificación de la especie *Caesalpinia Spinosa* (tara)

Nombre Común	“tara”, “taya”, en el Perú; “divi divi de tierra fría”. “guarango”, “cuica”, “serrano”, “tara” en Colombia; “tara” en Bolivia, Chile y Venezuela. “acacia amarilla”, “dividivi de los Andes” en Europa y “vinillo”, “guarango” en nuestro país.
Nombre Científico	Caesalpinia spinosa.
Lugar de Origen	Perú
Etimología	Se denomina Caesalpinia en honor de Andrea Caesalpini (1524-1603), botánico y filósofo italiano y spinosa, del latín spinosus-a-um, con espínas.
Familia	Caesalpinaceae (Leguminosae: Caesalpinoideae). Son árboles y arbustos de hojas alternas simples o compuestas o en espigas sus flores son irregulares, normalmente con 5 sépalos, 5 pétalos unidos en la base y 10 estambres, libres o unidos basalmente. Fruto generalmente en legumbre. Comprende unos 150-180 géneros y más de 2.200 especies pantropicales y subtropicales.
Sinónimos	- Caesalpinia tinctoria - Poinciana spinosa - Tara spinosa

Fuente (Cordero, 2011)

2.2.4.2. Nombres comunes

Los nombres comunes utilizados para la especie *Caesalpinia Spinoza*, son los siguientes (Enciso, 2011).

- Tara, Vainillo, Guarango, Campeche, (Ecuador)
- Tara, Taya (Perú)
- Divi divi de tierra fría, Guarango, Cuica, Serrano, Tara (Colombia)
- Acacia amarilla, Dividivi de los Andes (Europa)
- Tara (Bolivia, Venezuela, Chile) (Enciso, 2011).

2.2.4.3. Características de la especie

Las características botánicas de la tara se resumen en la tabla 1-2 (Sarmiento, 2015)

Tabla 2-2: Características Botánicas de la *Caesalpinia Spinosa* (tara)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• En sus inicios es un árbol pequeño, de dos o tres metros, pero en su vejez puede llegar a medir 12 metros. | <ul style="list-style-type: none">• De fuster corto, cilindrico y a veces tortuoso, su tronco está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos. |
| <ul style="list-style-type: none">• La copa de la tara es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes. | <ul style="list-style-type: none">• Sus hojas son en forma de plumas, parcadadas, ovoides y brillantes ligeramente espinosa de color verde oscuro y miden 15 cm de largo. |
| <ul style="list-style-type: none">• Sus flores don de color amarillo rojizo dispuestas en racimos de 8 cm a 15 cm de largo. | <ul style="list-style-type: none">• Sus frutos son vainas explanadas e indehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contiene de 7 granos de semilla redondeadas de 0.6 cm a 0.7 cm de diámetro y son de color pardo negruzco cuando están maduros. |

- Inflorescencia con racimos terminales de 15 a 20 cm de longitud con flores ubicadas en la mitad. Flores hermafroditas, zigomorfas; cáliz irregular provisto de un sépalo muy largo de alrededor de 1 cm, con numerosos apéndices en el borde, cóncavo; corola con pétalos libres de color amarillento, dispuestas en racimos de 8 a 20 cm de largo, con pedúnculos pubescentes de 5 cm de largo, articulado debajo de un cáliz corto y tubular de 6 cm de longitud, los pétalos son aproximadamente dos veces más grandes que los estambres.

Fuente: (Sarmiento, 2015)

2.2.5. Curticiones al Aldehído

Para la curtición con aldehído, se emplea el formol (o formaldehído) y el glutaraldehído. Este método de curtición es muy antigua pero este casino se usa en la industria. Se basa en la formación de enlaces químicos de la valencia principal que se une en los grupos aminos libres $-NH_2$ del colágeno. Los cueros que son tratados con los aldehídos son más resistentes a álcalis y tienen una menor afinidad por los colorantes y grasas aniónicas que los cueros curtidos al cromo, (Cordero, 2011, p. 411)

2.2.5.1. Glutaraldehído

El glutaraldehído o aldehído glutárico, proporciona cueros con tacto blando, pero al tener mayor poder de curtición se logran temperaturas de contracción de hasta $85^\circ C$. La aplicación del glutaraldehído como curtiente complementa el curtido al cromo y da como resultado una mayor estabilización de la fibra del colágeno, que se traduce es una mayor resistencia al desgarró y a la rotura de flor. (Cordero, 2011, p. 413)

(Morera, 2001), reporta que el glutaraldehído es un líquido oleaginoso por lo general sin color o sutilmente amarillento y con un olor acre, es un compuesto estable sin riesgo de sufrir de polimerización, es un fuerte desinfectante y en su forma alcalina. El glutaraldehído (GDA), se demostró al día de hoy, que es la sustancia más eficaz en el pre curtido del wetwhite.

Varios otros agentes curtientes fueron experimentados, pero se consiguieron resultados peores. Los taninos vegetales y sintéticos se presentaron menos eficaces en relación a las características en general del wetwhite con ellos obtenidos. Entre los otros aldehídos, el glioxal demostró varios parámetros y el formaldehído, mismo dando resultados sutiles, no puede ser aplicado por inconvenientes toxicológicos (Schorlemmer, 2002, pp. 125-140).

2.2.5.2. Química del Glutaraldehído

El glutaraldehído, glutardialdehído, aldehído glutárico o, 1,5-pentanodial, es un dialdehído de 5 carbonos con una estructura simple, se puede sintetizar químicamente en dos pasos, primero la acroleína reacciona con etil vinil éter mediante una reacción Diels-Alder para dar como resultado etoxidodihidropirano este a su vez reacciona con agua para dar como resultado el glutaraldehído cuya fórmula se aprecia en la figura 9-2 (índigo, 2015, p. 1).

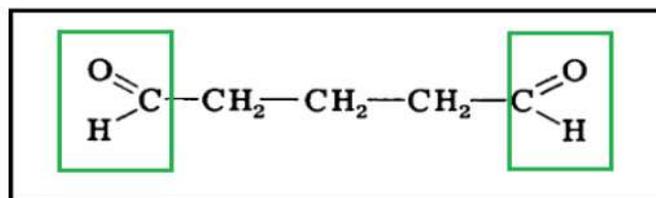


Figura 9-2: Fórmula química del glutaraldehído
Fuente: (Morera, 2001)

El glutaraldehído no presenta esta estructura abierta, sino que sufre diferentes modificaciones. Como monómero, el glutaraldehído adopta una estructura cíclica, que se estabiliza con un puente de hidrógeno (índigo, 2015).

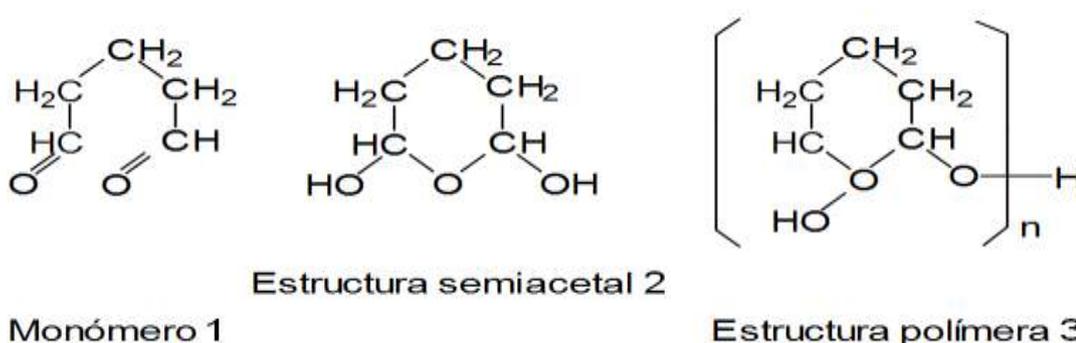


Figura 10-2: Diferentes estructuras que puede adoptar el glutaraldehído
Fuente: (índigo, 2015)

Las estructuras 1 y 2 son las más probables. La estructura 2 resulta de la reacción de una molécula de agua con un glutaraldehído y corresponde a un hemiacetal. La estructura 3 corresponde al producto formado por la autopolimerización del glutaraldehído. (índigo, 2015, p. 1)

El glutaraldehído también puede adoptar las estructuras denominadas aldehídos a,b-insaturados. Estas se producen por la condensación de un aldol según la siguiente reacción. (índigo, 2015, p. 1)

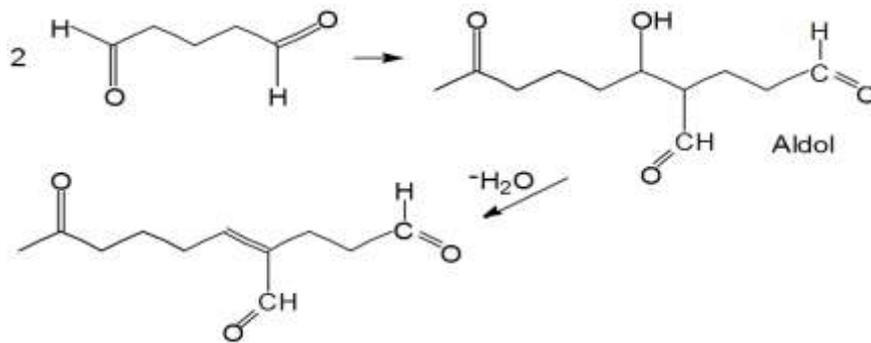


Figura 11-2: Diferentes estructuras que puede adoptar el glutaraldehído

Fuente: (índigo, 2015, p. 6)

Esta propiedad de auto reacción se conoce desde hace tiempo. Disponemos ahora de una molécula con tres grupos funcionales, ideal para enlazar tres cadenas peptídicas al mismo tiempo.

Concretando se pueden extraer tres conclusiones importantes, que en soluciones acuosas, el glutaraldehído se dispone en su estructura lineal o como monómero dialdehído de manera limitada, que el glutaraldehído forma aldehídos a,b-insaturados y, por último que el glutaraldehído se polimeriza rápidamente (y de forma irreversible a pH>8-9). (índigo, 2015, p. 6)

2.2.5.3. Utilización del glutaraldehído en precurtición

Normalmente las precurticiones para fabricar artículos FOC o cueros curtidos orgánicamente se empiezan con la utilización de glutaraldehído. Desde hace mucho tiempo se conoce la acción curtiente de los aldehídos debido a su configuración química. En este esquema se observa la reacción de los aldehídos con los grupos aminos del colágeno (donde R1 y R2 pueden ser cualquier radical orgánico) (índigo, 2015, p. 6).

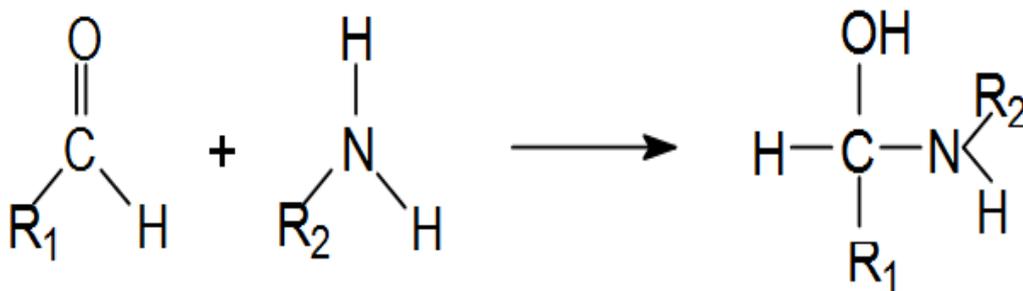


Figura 12-2: Reacción de los aldehídos con diferentes aminos del colágeno

Fuente: (índigo, 2015, p. 6)

Se han realizado abundantes intentos para desarrollar curticiones Wet White empleando agentes curtientes distintos al glutaraldehído, pero se ha encontrado que sólo los aldehídos están en posición de competir con los curtientes minerales tales como cromo en relación peso por peso o mol a mol. Por esto, el glutaraldehído se ha impuesto en la fabricación del Wet White, como veremos con muchas posibilidades de evolución. (índigo, 2015, p. 6)

Son suficientes pequeñas cantidades de glutaraldehído puro (100%), entre un 0.5-1.0% sobre peso tripa de las pieles, para precurtir; facilitándose el agotamiento de los baños de curtición y las rebajaduras que se obtienen son biodegradables. (Índigo, 2015, p. 7)

2.2.6. Calidad del cuero

El control de calidad en la elaboración de curtidos precisa tener procedimientos de examen y ensayos correctos para investigar las primeras materias, comprobar los procesos de producción, controlar las emisiones y sus tratamientos, y, al fin y al cabo, para vigilar la calidad del resultado definitivo. El ensayo del cuero terminado se utiliza para corroborar que tiene la calidad que su cliente demanda (Font, 2005, p. 54).

En los apartados siguientes se estudiarán los parámetros físicos y químicos que se usa para investigar la calidad de materias primas y cuero terminado. Además, se estudiarán los exámenes más destacables en el control de efluentes líquidos. Para que los resultados del ensayo del cuero sean reproducibles en diferentes laboratorios es requisito unificar y normalizar rigurosamente los ensayos de manera que en todos ellos se midan los mismos parámetros por los mismos métodos e instrumentos. (Font, 2005, p. 122)

2.2.6.1. Normalización de toma de muestras para el control de calidad

Esta operación se debe realizar por un personal que no pertenezca al laboratorio de análisis. En ocasiones no se otorga a la toma de muestras la importancia que realmente requiere, y a veces sucede que en los laboratorios se reciben solicitudes de análisis para muestras cuya falta de representatividad es manifiesta. En el caso que el muestreo no se ha llevado de una manera correcta, puede llevar a resultados erróneos (Schorlemmer, 2002, p. 67).

2.2.6.2. Tamaño de la muestra

Se debe seleccionar al azar cada muestra y debe ser extraída de cada cuero, según lo expresado en la tabla 3-2 (Schorlemmer, 2002, p. 97)

Tabla 3-2: Criterios para la determinación de las unidades de muestreo.

Unidades para muestreo	Tamaño del Lote
2	Hasta 10
3	11-20
4	21-50
5	51-100
8	101-200
12	201-500
18	501-1000
22	1001-5000
25	Más de 5000

Fuente: (Schorlemmer, 2002, p. 97)

2.2.6.3. Zona de localización para toma de muestras

Las muestras para los ensayos físicos deben ser tomados del crupón, o si el cliente solicita puede realizarse de la cabeza y de las faldas. Cuando se extraen muestras del crupón, debe elegirse la zona a muestrear, de acuerdo como se indica en la figura 12-2, tomando en consideración lo siguiente (Font, 2005, pp. 33-34).

- A debe estar en un punto tal espinazo, que $AC = 2AB$
- B es la raíz de la cola.
- AD es un segmento perpendicular a BC (línea del espinazo).
- F es el punto medio AD.
- AE mide 50 mm.
- GH y JH, cuyos puntos son, respectivamente, E y F, paralelos a BC, y cada uno de ellos de igual longitud que EF (Font, 2005, pp. 33-34).

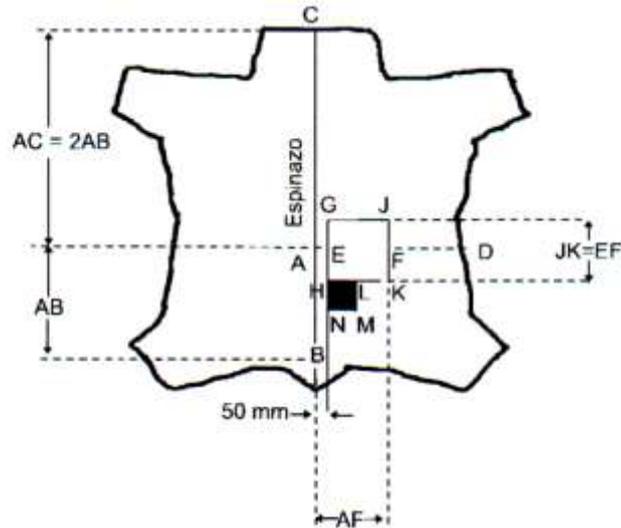


Figura 13-2: Esquema referencial para la determinación de la zona de muestra en un cuero completo.
Fuente: (Font, 2005)

2.2.7. Ensayos físicos del cuero

2.2.7.1. Generalidades

Las respuestas que se obtienen de los ensayos físicos dependen de muchos factores como la dimensión y localización de las probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales, y en general de los procedimientos utilizados, Por todo esto el ensayo físico, deben ser determinados bajo condiciones de normalización (Font, 2005, pp. 32-35).

2.2.7.2. Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión es una de las características principales del cuero, ya que emula las condiciones naturales que soportara el cuero una ve confeccionado algún artículo, por lo que para escoger la mejor técnica se analizó en qué grado se da la influencia del agente curtiente sobre la presente prueba, logrando así entender la interacción que tiene la piel con el agente curtiente y su reacción (Hidalgo, 2016)

Para determinar la resistencia a la tensión se fija una probeta de cuero de forma alargada entre las pinzas de un dinamómetro y se procede seguidamente a separar las pinzas a una velocidad constante mientras la fuerza ejercida sobre la probeta se mide con la célula de carga del instrumento (Font, 2005, p. 45).

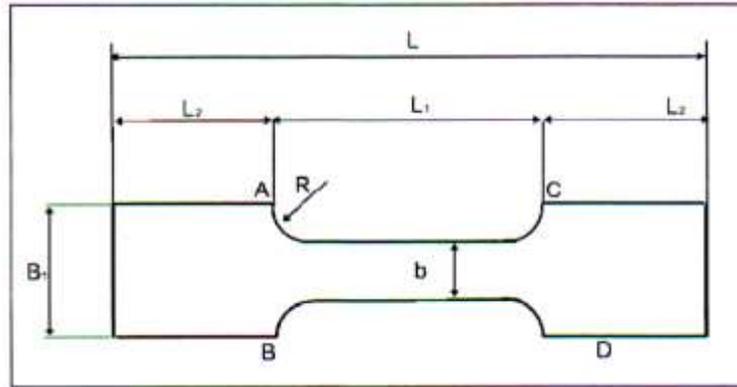


Figura 14-2: Forma de la probeta de cuero

Fuente: (Font, 2005, p. 49).

La tensión aplicada tiene como consecuencia inmediata la deformación de la probeta, la cual se alarga continuamente en la dirección en la que se ejerce la fuerza hasta que se produce su rotura. Existe la costumbre de expresar la resistencia a la tracción como el cociente entre la fuerza de rotura y la sección transversal de la probeta (Font, 2005, p. 45):

2.2.7.3. Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación es la resistencia que tiene el cuero a las pruebas de estiramiento que se apliquen a lo largo de la capa flor, esta es importante en la confección y uso de cuero para vestimenta y calzado, ya que en todo momento estas experimentan fuerzas y si el cuero está rígido se romperá o causara fallas en la estructura fibrilar quedando arrugado y con una apariencia no deseada. (Hidalgo, 2016)

El alargamiento o elongación se calcula como la diferencia entre la separación final y la separación inicial de la probeta. Esta diferencia como porcentaje de la separación inicial. La elongación puede determinarse a una fuerza dada o a la rotura (elongación mixta) (Font, 2005, p. 45)

Para un gran número de curtidos de diferentes clases, al representar la fuerza de tracción o tensión respecto de la elongación se obtiene un gráfico como el que se muestra en la figura 15-2 (Font, 2005, p. 45).

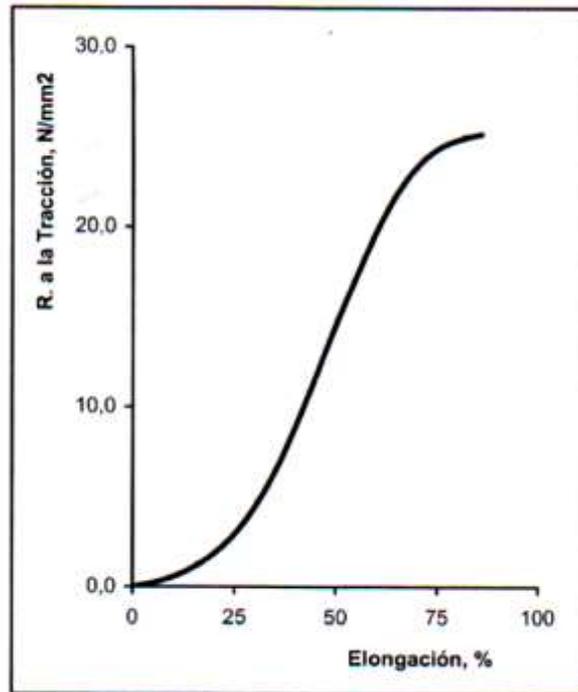


Figura 15-2: Representación de la fuerza de tracción respecto de la elongación
Fuente: (Font, 2005, p. 46).

A valores muy bajos de tracción se observa que el cuero ofrece muy poca resistencia a la deformación, alargándose mucho con muy poca fuerza. En esta parte de la curva, precisamente la que tiene una forma más curvada, el cuero se comporta como un material elástico cuya deformación es todavía recuperable si cesa la fuerza (Font, 2005, p. 46).

El tramo que sigue a continuación, casi lineal y con una fuerte pendiente, se corresponde con un comportamiento de tipo plástico, en el que el cuero presenta una fuerte resistencia a deformarse. La deformación ya no es recuperable – probablemente hay ya rotura de fibrillas, y si la tracción continua llega a la rotura de la probeta. (Font, 2005, p. 46).

2.2.7.4. Lastimetría

Adicional a las dos pruebas anteriores, en la norma técnica española IUF 450 se recoge además la Lastimetría de las pieles, que consiste en la simulación de fuerzas multidireccionales, que da un acercamiento más preciso a las condiciones naturales del uso del cuero, por lo que obtener resultados a esta prueba permiten aumentar la calidad del cuero además de alargar la vida útil ya que se obtendrá un producto que no se rompa o dañe fácilmente (Hidalgo, 2016)

Para ensayar la aptitud al montaje de las pieles que deben soportar una deformación de sus superficies se utiliza el método IUP 9 basado en el lastómetro. Este instrumento, desarrollada por SATRA, contiene una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con la flor hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta como se muestra en la figura 14-2. (Font, 2005, p. 57).

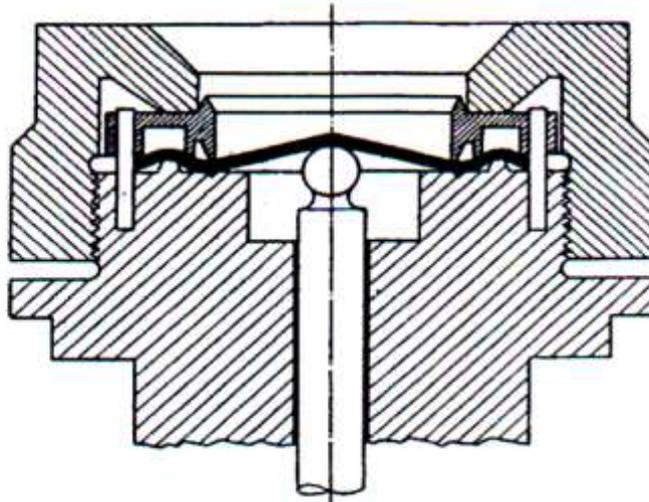


Figura 16-2: Sección transversal de la cabeza de fijación con la muestra en posición de ensayo y sometida ya a una leve distensión.

Fuente: (Font, 2005, p. 57).

La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquiere una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En este momento debe anotarse la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor (Andrade, 2006, p. 56).

La distancia que recorre el cuero por la abrazadera se denomina distensión. La acción no se detiene hasta el momento de la rotura total del cuero, en el que se anota de nuevo y la distensión y la carga, aunque esos datos tienen sólo un carácter orientativo. La distensión en la primera rotura de la flor es el parámetro más significativo para juzgar la aptitud del cuero para el montaje del calzado (Andrade, 2006, p. 57).

2.2.8. Análisis sensorial del cuero

El análisis de las características físico-mecánicas es importante para emular las condiciones normales que sufrirá el cuero una vez confeccionado, pero también toma importancia emular la aceptación de los cueros por parte del consumidor final, que utilizara los sentidos para determinar

ciertas características que harán superiores a unos cueros en comparación a otro, por lo que es necesario estudiar estas características (Hidalgo, 2016).

Las pruebas sensoriales fueron evaluadas por un técnico en curtiembre, el cual mediante el uso de sus sentidos les dio calificaciones a los cueros, de acuerdo a la escala de 5 puntos siendo 5 el más alto y 1 el más bajo, con esto se tendrá información acerca del comportamiento del consumidor y ver si el cuero producido generara buenas sensaciones, midiendo así el grado de aceptación de los cueros, a continuación, se define individualmente cada característica estudiada.

2.2.8.1. Blandura

Una de las características más importante en cuanto al análisis sensorial se refiere es la blandura, ya que esta logra una sensación de compacidad sobre toda la flor cuando se sujeta la piel, permitiendo así comprobar que no existe fallos, esto indica que todas las sustancias químicas se fijaron en la piel en el grado que se quería y que no se tuvieron lugares dispares a lo largo del entramado fibrilar. (Hidalgo, 2016)

2.2.8.2. Llenura

La llenura permite evaluar el grosor de las pieles, este es necesario para determinar que material puede ser confeccionado con ese cuero, muchas veces se prefiere cueros llenos debido a que son más fácil de moldear y de usar en especial para calzado, con lo que al momento de las costuras y su elaboración si los cueros están vacíos se tendrán fallas que principalmente aparecerán como arrugas en la materia prima. (Hidalgo, 2016)

2.2.8.3. Firmeza de flor

Para completar el análisis sensorial del cuero se evaluó la firmeza de flor, que consiste en que tan fuerte se siente la piel cuando se evalúa mediante el tacto, por lo que se prefiere pieles firmes ya que no presentaran fallas a lo largo de la capa flor, así como esta también se relacionara directamente con la calidad física del cuero, como resultado de esto se puede tener una visualización de la calidad final de la piel calificando esta característica. (Hidalgo, 2016)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis y especificación de variables

3.1.1 Hipótesis General

La aplicación de Caesalpinia Spinoza (Tara) en combinación con diferentes niveles de glutaraldehído mejorara la calidad final del cuero.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- El nivel adecuado de glutaraldehído combinado con el 15 % de tara si permite la transformación de piel en cuero
- La curtición con diferentes niveles de glutaraldehído si cumple con las exigencias en los análisis físico-mecánicos del cuero curtido según las normas INEN
- Al aplicar glutaraldehído en combinación con tara si eleva las calificaciones del test de pruebas sensoriales realizadas por el juez calificado
- El costo de producción y la utilidad que se obtiene de la curtición vegetal con tara y glutaraldehído si es rentable para su aplicación

3.1.3 Identificación de Variables

3.1.3.1 Variable Respuesta

Es la calidad del cuero curtido.

3.1.3.2. Factor

La concentración del Glutaraldehído más tara. Para esta curtición se utilizarán el 15 % de tara, en combinación con el 1, 2 y 3 % de Glutaraldehído. Estos valores se refieren al porcentaje de los curtientes mencionados en función del peso de cuero a curtir.

3.1.4. Operacionalización de variables

Tabla 1-3: Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	VALORACIÓN
Variable Respuesta:	Calificaciones físico – mecánicas	Resistencia a la Tensión.	N/cm ²	Mínimo 1500
Calidad del cuero. – La calidad del cuero se determina mediante análisis físico-mecánicos y pruebas sensoriales al cuero terminado y cuyos valores obtenidos deben cumplir las normas de calidad. (Hidalgo, 2013)	Estas pruebas se realizan en equipos por medio de personas capacitadas, no dejando dudas en relación a los resultados obtenidos. La finalidad es demostrar que el cuero producido es capaz de resistir al agua, flexión, calor, etc. (Hidalgo, 2013).	Porcentaje de Elongación	%	Mínimo 40
		Lastometría	mm	Mínimo 5
		Llenura	Puntos	1-5
		Blandura	Puntos	1-5
	Calificaciones sensoriales	Firmeza de Flor	Puntos	1-5
	Son test subjetivos los cuales son realizados a través del sentido del tacto y la vista sobre el cuero, obteniendo resultados rápidos e importantes en la evaluación de la calidad del cuero. Se necesita que la realicen personas que tenga experiencia en la producción de cuero. (Hidalgo, 2013).	Caesalpinia Spinosa (tara)	%	15
Factor:	Concentración:			

Glutaraldehído en combinación con <i>Caesalpinia Spinoza</i> (tara)	en combinación de productos glutaraldehído más <i>Caesalpinia Spinoza</i> (tara), que son curtientes utilizados para obtener cuero.	Glutaraldehído	0
		%	1
	Cantidad utilizada en función del peso del cuero a procesar,		2
	Cantidad de glutaraldehído en combinación con <i>Caesalpinia Spinoza</i> (tara)		3

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

3.1.4 Matriz de Consistencia

Tabla 2-3: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Tipo	Población
¿Al desarrollar una formulación de curtiembre vegetal utilizando <i>Caesalpinia Spinosa</i> (tara) en combinación con	Desarrollar una formulación de curtiembre vegetal utilizando <i>Caesalpinia Spinoza</i> (tara) en combinación con	La aplicación de <i>Caesalpinia Spinoza</i> (Tara) en combinación con diferentes niveles de glutaraldehído si	El tipo de investigación utilizada en la presente investigación es de tipo aplicado. Para llevar a cabo la	En la investigación se trabajó con 20 unidades experimentales de pieles de bovino las cuales fueron escogidas al azar, pero

glutaraldehído la calidad del cuero obtenido será semejante al cuero curtido con cromo?

glutaraldehído en la empresa de curtiembre el AL - CE.

influye sobre la calidad final del cuero.

investigación se hará uso de referentes teóricos y metodológicos ya existentes en relación a nuestras variables, en busca de nuevas técnicas de curtición utilizando el glutaraldehído como agente curtidor.

tomando en cuenta su homogeneidad y que presenten una insignificancia en defectos.

Problemas específicos

¿Cuál será el nivel de glutaraldehído adecuado para combinarlo con el 15% de glutaraldehído el cual permita tener cueros para calzado.

Objetivos Específicos

- Establecer el porcentaje adecuado de glutaraldehído (1, 2 o 3%) en combinación con el 15% de Caesalpinia Spinosa (Tara) en la curtición de cuero vacuno.
- Realizar análisis físico mecánicos al cuero

Hipótesis específicas

- El nivel adecuado de glutaraldehído combinado con el 15 % de tara si permite la transformación de piel en cuero.
- La curtición con diferentes niveles de

Método

Lo que se quiere es obtener un cuero de calidad, remplazando al cromo como agente curtidor por una curtición vegetal con Caesalpinia Spinoza (tara) en

¿En qué medida las propiedades físico – mecánicas se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas al utilizar glutaraldehído en combinación con *Caesalpinia Spinoza* (tara)?

resultante de la curtición vegetal con *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con Glutaraldehído.

glutaraldehído si cumple con las exigencias en los análisis físico-mecánicos del cuero curtido según las normas INEN.

combinación con diferentes niveles de glutaraldehído.

Diseño

La investigación se sujeta al diseño experimental mediante un diseño completamente al azar por que controla la exposición a la variable experimental los sujetos a diferentes grupos para observar y medir diferentes respuestas. Para realizar el experimento que permite obtener cueros los cuales se evalúan mediante pruebas físico-mecánicas y

¿En qué medida los resultados de las calificaciones sensoriales se relacionan con el proceso de curtido vegetal utilizando glutaraldehído en combinación con *Caesalpinia Spinoza* (tara)?

- Calificar mediante un test las pruebas sensoriales de calidad de cuero producido mediante la formulación de *Caesalpinia Spinosa* (tara) en combinación con Glutaraldehído.
- Al aplicar glutaraldehído en combinación con tara si eleva las calificaciones del test de pruebas sensoriales realizadas por el juez calificado.
- Determinar el costo y la utilidad de un proceso de curtido vegetal con
- El costo de producción y la utilidad que se obtiene

¿En qué medida el resultado del análisis económico mediante el indicador beneficio- costo difiere por la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído para combinarlo con *Caesalpinia Spinoza* (tara)?

Caesalpinia Spinosa (tara) en combinación con Glutaraldehído mediante el indicador beneficio – costo.

de la curtición vegetal con tara y glutaraldehído si es rentable para su aplicación.

calificaciones sensoriales del cuero bovino.

Nivel de investigación: se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio. Por lo tanto, la presente investigación tiene el nivel correlacional debido a que se va a investigar la influencia que tiene la combinación de glutaraldehído en combinación con *Caesalpinia Spinoza* (tara), sobre las características físico mecánicas y sensoriales del cuero bovino para calzado

3.1.5. Unidad de análisis

Para la presente investigación la unidad de análisis es una piel de cuero vacuno.

3.1.6. Población de estudio

La población de estudio fueron 20 experimentos.

3.1.7. Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra es 20 unidades experimentales de pieles bovinas, distribuidas en 4 experimentos con 5 repeticiones cada una, para lograr cumplir con los requerimientos de la investigación y los requerimientos del laboratorio.

3.1.8. Selección de la muestra

La selección de la muestra es Aleatoria.

Para la selección de la muestra se siguió el siguiente procedimiento:

- Primero se hizo una visita al camal municipal de la ciudad de Riobamba (lugar donde se adquirirían las pieles bovinas) para determinar las características in-situ de la muestra.
- Se escogieron las pieles al azar para cumplir con el concepto de aleatoriedad de la investigación.
- Una vez verificado el paso anterior se adquirirá las pieles y serán transportadas a la curtiembre “EL AL-CE” donde se realizó su transformación en cuero evitando que el tiempo de almacenamiento sea excesivo ya que puede causar putrefacción de la piel, por lo que se recomienda que se trabaje inmediatamente adquirida la piel o se realice el salado de las mismas.

3.1.9. Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó bitácoras se utilizó la observación científica, empleando el inventario (hojas de procesos).

A continuación, para la interpretación de los resultados se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar Simple en donde se evaluó la interacción que tienen diferentes niveles de glutaraldehído (1, 2 y 3%) en combinación con un porcentaje fijo de tara (15%) y la calidad final del producto mediante el empleo de la caracterización físico-mecánica del producto terminado. Para el análisis de los resultados se utilizó el método estadístico de regresión simple cuya ecuación matemática es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de los tratamientos (1, 2 y 3% de glutaraldehído)

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Y para el análisis de las pruebas sensoriales se utilizó la prueba estadística Kruskal – Wallis el cual permite establecer la relación entre los resultados de las pruebas y los niveles de agente curtiente utilizados en el proceso productivo, para resolver este modelo estadístico se utilizó el paquete computacional Info-Stat en su versión estudiantil.

Para poder realizar el diseño experimental se debe realizar el esquema del experimento (tabla 3-3) en donde se describen el tamaño de la muestra, las repeticiones y el tamaño de la unidad experimental, con este esquema se procedió al análisis de las respuestas obtenidas.

Tabla 3-3: Esquema del Experimento

Producto para la curtición	Código	Repetición	T.U.E	Total de pieles
Curtición con tara 15% (0% de glutaraldehído)	T0	5	1	5
1% de glutaraldehído	T1	5	1	5

2% de glutaraldehído	T2	5	1	5
3% de glutaraldehído	T3	5	1	5
Total de pieles				20

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Además, en la tabla 4-3, se describe el esquema del adeva, que permitió el relacionar la significancia de los datos y como estos se ajustan a la campana de Gauss que mide la normalidad de los datos y permite ajustar el error experimental hasta un margen de aceptación (95%) con lo cual afirmaremos la hipótesis planteada en la investigación.

Tabla 4-3: Esquema del adeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamiento	3
Error	16

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

En el capítulo III se detalló la metodología para la recolección de datos, por lo que se dividió a los análisis en 4 etapas que son: Análisis de la resistencia físico-mecánica del cuero terminado, análisis sensorial del cuero, análisis de la calidad del agua residual y análisis del rendimiento con balances de masa y energía.

4.1.1. Análisis Físico - Mecánico del cuero

Los resultados de los análisis realizados en el Laboratorio correspondiente a pruebas físico - mecánicas de resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastimetría se resume en la tabla 1-4.

Tabla 1-4: Resumen de los resultados del análisis físico - mecánico del cuero

Fórmula	Repetición	Resistencia a la Tensión (N/cm²)	Porcentaje de Elongación (%)	Lastimetría (mm)
0% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	3586.67	80.00	9.15
	2	2027.5	75.00	8.37
	3	3295	77.50	8.43
	4	1555	77.50	9.15
	5	3468	80.00	8.56
1% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	1731.33	57.5	7.11
	2	2240.67	60.00	7.55
	3	2116.67	77.50	8.44
	4	3168.67	70.00	4.80
	5	2274	75.00	8.44
	1	896.92	37.50	8.22

2% de Glutaraldehído + 15% de Tara	2	866.92	57.50	8.22
	3	1461.67	70.00	8.22
	4	1212.50	60.00	7.11
	5	1306.67	57.5	8.22
3% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	1860.00	75.00	7.11
	2	1581.33	72.50	8.22
	3	1444.00	72.50	7.55
	4	1822.67	75.00	4.80
	5	1592.50	70.00	7.11

Realizado por: SELA, Cristhian, 2018.

4.1.1.1. Resistencia a la Tensión

Tabla 2-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba resistencia a la tensión comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fish 0,05	Fish 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	12713706.2	669142.43						
Tratamiento	3	7748533.06	2582844.35	8.32	3.24	5.29	28.200	0.001	**
Error	16	4965173.13	310323.32						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian, 2018.

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba resistencia a la tensión en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba resistencia a la tensión en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P < 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 2-4 se rechaza la H_0 y se acepta la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de resistencia a la tensión las medidas tuvieron significancia.

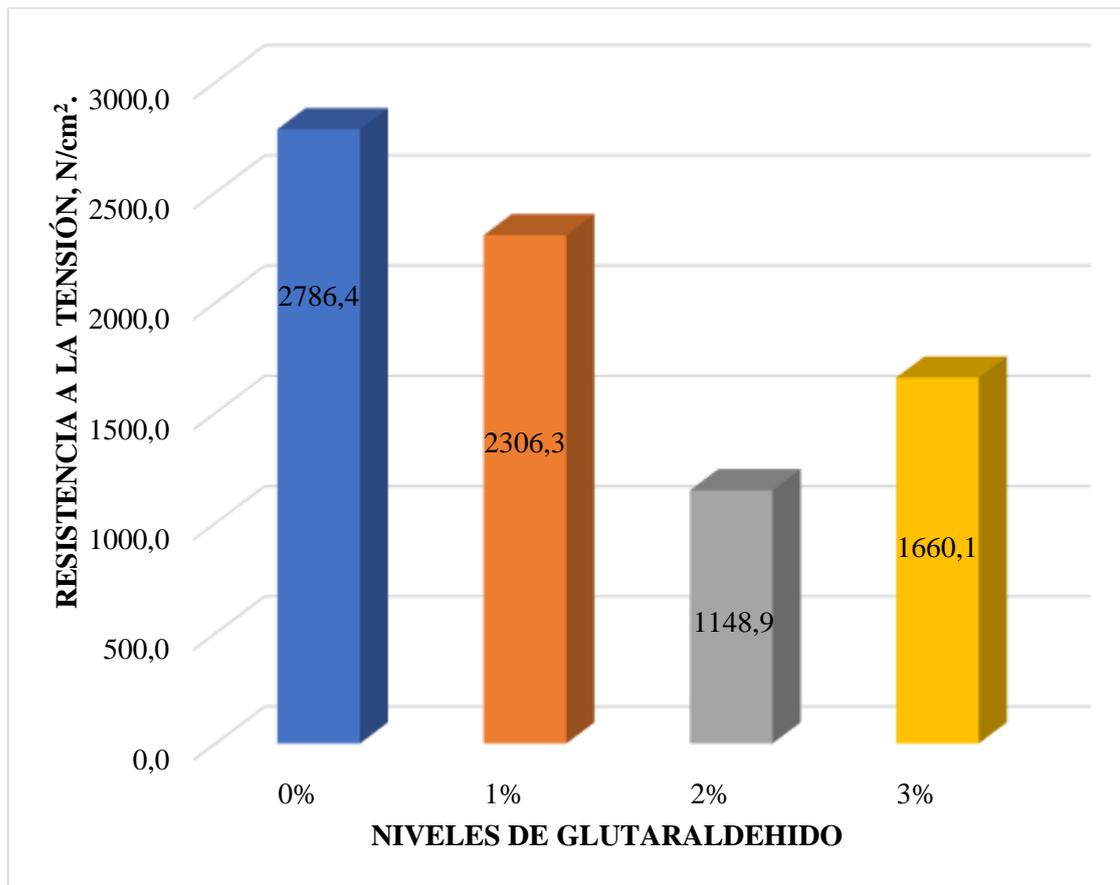


Gráfico 1-4: Análisis de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

En el eje de las ordenas se representó los niveles de glutaraldehído y el eje de las abscisas se representó la resistencia a la tensión medida en N/cm^2 .

Se presenta valores mayores cuando se curtió las pieles con 0% de glutaraldehído (T0) con respuestas iguales a $2786.5 N/cm^2$, las que disminuyeron a $2306.3 N/cm^2$ añadiendo al curtido de las pieles bovinas el 1% de glutaraldehído (T1).

Siguiendo con el análisis numérico se reportaron valores iguales a $1660 N/cm^2$ en la curtiación de las pieles con el 3% de glutaraldehído (T3) y las respuestas más bajas se calcularon cuando se adiciono el 2% de glutaraldehído (T2) con medias iguales a $1148.9 N/cm^2$ como se ilustra en el grafico 1-4, todas las respuestas cumplieron los estándares detallados en la norma IUP 6 que indica valores mínimos para esta prueba iguales a $1500 N/cm^2$.

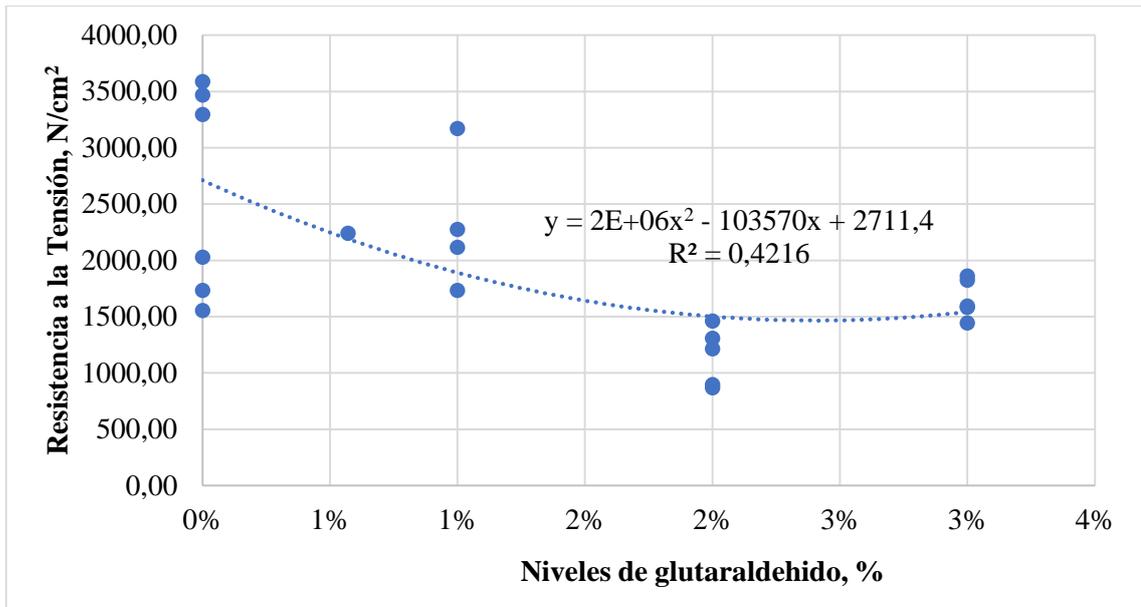


Gráfico 2-4: Análisis de la regresión de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído

Elaborado por: SELA, Crithian. 2018.

En la regresión en donde se obtuvo que se ajustaron a una tendencia cuadrática, en donde las medias partieron de intercepto igual a 2711.4 N/cm², las medias decrecieron en 103570 N/cm² y posteriormente se incrementaron en 2*10⁶ por punto cuadrático de glutaraldehído combinado con tara.

Las medias reportaron una correlación igual a 42.16%, este valor no fue el óptimo y determino mucha variación de datos, que principalmente viene asociado a la pureza de las sustancias químicas utilizadas, las condiciones ambientales del lugar donde se realizaron las pruebas y la calidad de las pieles al inicio del proceso, con esto el modelo matemático para predecir el comportamiento de la resistencia a la tensión fue:

$$\text{Resistencia a la tensión} = 2E+06(\% \text{ Glutaraldehído})^2 - 103570(\% \text{ Glutaraldehído}) + 2711.4$$

4.1.1.2. Porcentaje a la Elongación

Tabla 3-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba porcentaje de elongación comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fis 0,05	Fish, 001	CV	Prob	Sign
Total	19	2180.9375	114.79						
Tratamiento	3	1270.9375	423.65	7.45	3.24	5.29	10.950	0.001	**
Error	16	910	56.88						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Realizado por: SELA, Cristhian. 2018.

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba porcentaje de elongación en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba porcentaje de elongación en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P < 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 3-4 se rechaza la H_0 y se acepta la H_i con esto se manifiesta que las respuestas estuvieron dispersas sin ajustarse a la curva normal cuyas medidas tuvieron significancia.

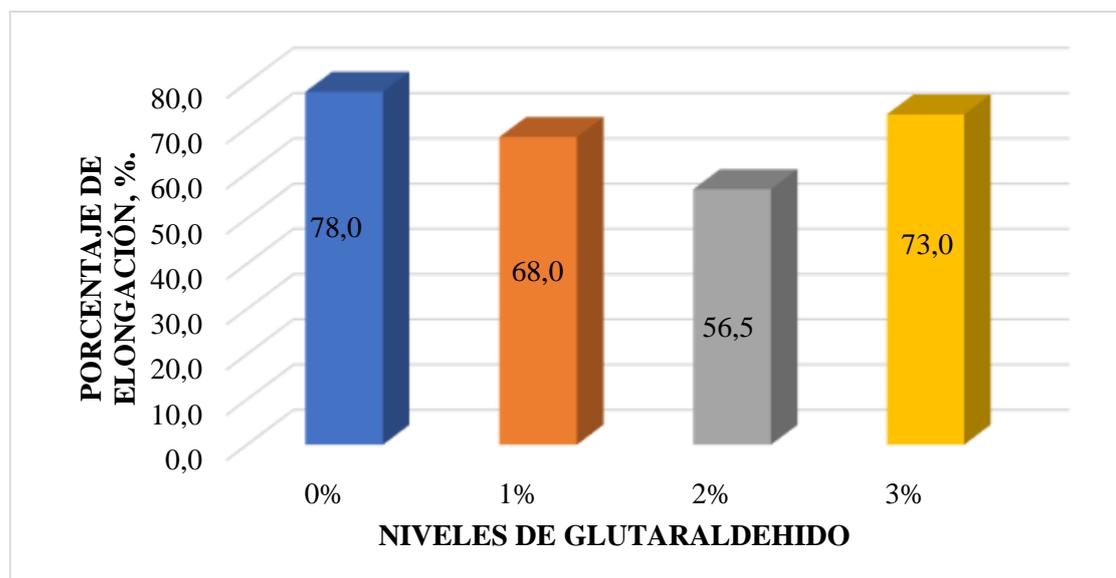


Gráfico 3-4: Análisis del porcentaje de elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

En el eje de las ordenadas se representó los niveles de glutaraldehído y el eje de las abscisas se representó el porcentaje de elongación medida en porcentaje (%).

Las mejores respuestas reportadas por las pieles en el tratamiento testigo (T0) que fue una curtición vegetal, con medias iguales a 78% que disminuyeron a 73% cuando se curtió las pieles con el 3% de glutaraldehído (T3).

En el análisis también se reportaron las medias con la curtición de las pieles con el 1% de glutaraldehído (T1) con medias de 68%, mientras que los valores menores se obtuvieron al curtir con el 2% de glutaraldehído (T2) con valores iguales a 56.5%, comparando con la norma IUP 6 para el porcentaje de elongación las pieles las medias cumplieron con el estándar que dicta que para asegura la calidad las medias deben ser superiores al 50%.

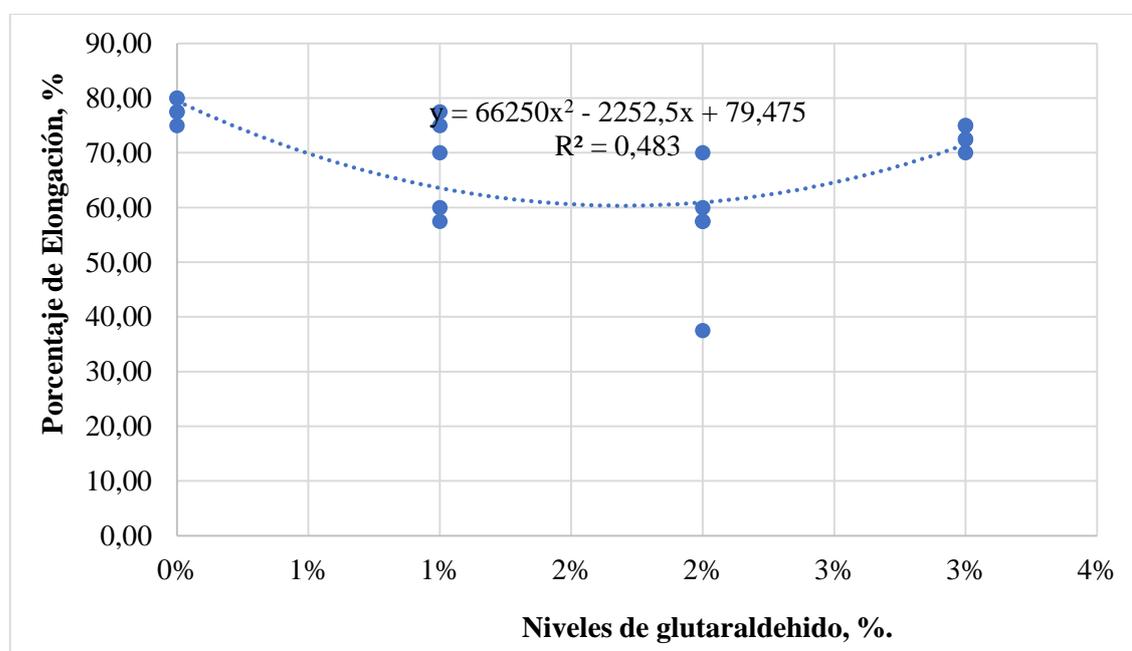


Gráfico 4-4: Análisis de la regresión del porcentaje de elongación de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

La regresión de los datos que se muestran en el gráfico 4-4, en el análisis se aprecia una tendencia cuadrática en donde partiendo de un intercepto igual a 79.475%, las medias decrecen en 2252.5% en función a la adición lineal de glutaraldehído y aumentan en 66250% en función a la adición cuadrática de glutaraldehído.

Con estas respuestas se reportó un coeficiente de correlación de 48.3% que dicta que las medias no se ajustaron a una curva normal por lo que la dispersión fue evidente con lo cual habrá que tener en cuenta los errores aleatorios que se puedan estar produciendo en cada una de las etapas

de transformación que están causando interferencia cuando se realiza la etapa de curtición que es la que dicta la calidad final del cuero, para analizar las respuestas las medias se ajustaron al siguiente modelo matemático:

$$\text{Porcentaje de Elongación} = 66250x^2 - 2252.5x + 79.475$$

4.1.1.3. Lastometría

Tabla 4-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba lastometría comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	26.60058	1.40						
Tratamiento	3	9.42466	3.14	2.93	3.24	5.29	13.388	0.07	ns
Error	16	17.17592	1.07						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba de lastometría en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba de lastometría en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P > 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 4-4 se acepta la H_0 y se rechaza la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de lastometría no se reportaron diferencias estadísticas, por lo que para la presente prueba no estuvieron dispersos los datos, analizando estos datos de manera cualitativa.

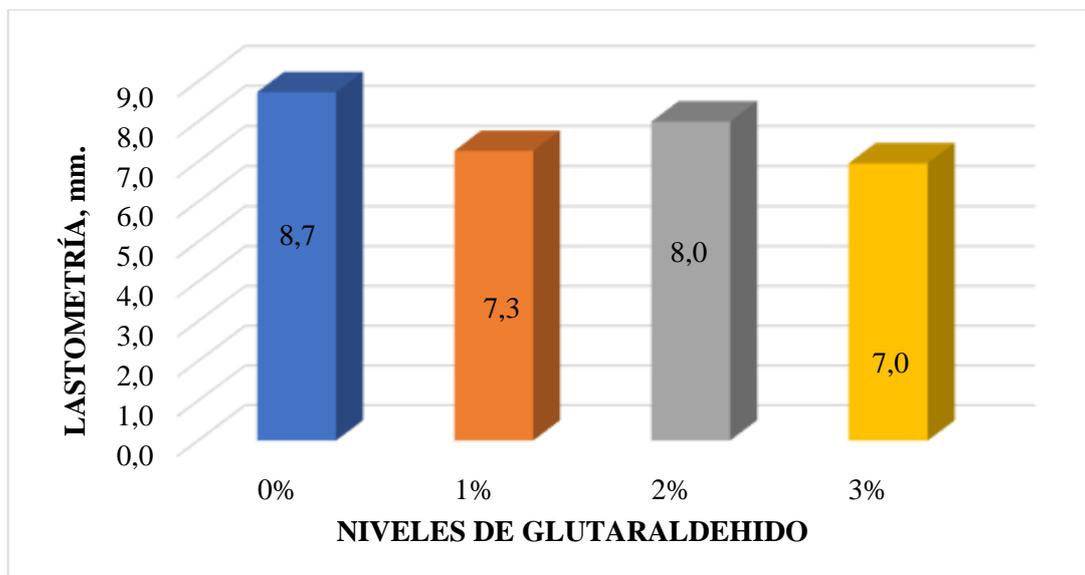


Gráfico 5-4: Análisis de la lastometría de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

En el eje de las ordenas se representó los niveles de glutaraldehído y el eje de las abscisas se representó la lastometría medida en mm.

Las mejores respuestas se reportaron cuando la adición de glutaraldehído (T0) con respuestas iguales a 8.7 mm, después presentaron un ligero descenso cuando se aplicó el 2% de glutaraldehído (T2) con medias iguales a 8.0 mm.

En el mismo experimento se obtuvieron medias iguales a 7.3 mm cuando se curtió las pieles con la adición de 1% de glutaraldehído (T1) y los valores más bajos se reportaron cuando se adicione a las pieles el 3% de glutaraldehído (T3) con medias iguales a 7.0 mm, la norma dicta que los valores mínimos para la presente prueba deben ser mayores a 7.5 mm, por lo que no todas las pruebas cumplieron con esta norma disminuyendo la calidad del proceso de curtido.

4.1.2. Análisis Sensorial del cuero

Los resultados de los análisis realizados por un experto en curtiembre en lo que refiere a pruebas sensoriales de llenura, blandura y firmeza de flor se resume en la tabla 5-4.

Tabla 5-4: Resumen de los resultados de análisis sensoriales en cuero.

Fórmula	Repetición	Llenura	Firmeza de Flor	Blandura
0% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	5	3	3
	2	4	3	3
	3	5	2	3
	4	4	3	4
	5	5	2	3
1% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	4	4	4
	2	5	3	4
	3	4	3	3
	4	4	4	4
	5	4	3	4
2% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	5	4	4
	2	5	4	4
	3	4	4	5
	4	4	4	4
	5	5	5	5
3% de Glutaraldehído + 15% de Tara	1	5	5	5
	2	4	5	5
	3	5	5	5
	4	5	5	5
	5	5	5	5

Realizado por: SELA Cristhian, 2018.

4.1.2.1. Blandura

Tabla 6-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba blandura comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	11.8	0.62						
Tratamiento	3	9	3.00	17.14	3.24	99.39	10.203	3.0E-05	**
Error	16	2.8	0.18						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Realizado por: SELA, Cristhian. 2018.

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba de blandura en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba de blandura en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P < 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 6-4 se rechaza la H_0 y se acepta la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de blandura según Kruskal Wallis las medias reportaron diferencias altamente significativas teniendo así datos dispares según los niveles de glutaraldehído adicionado.

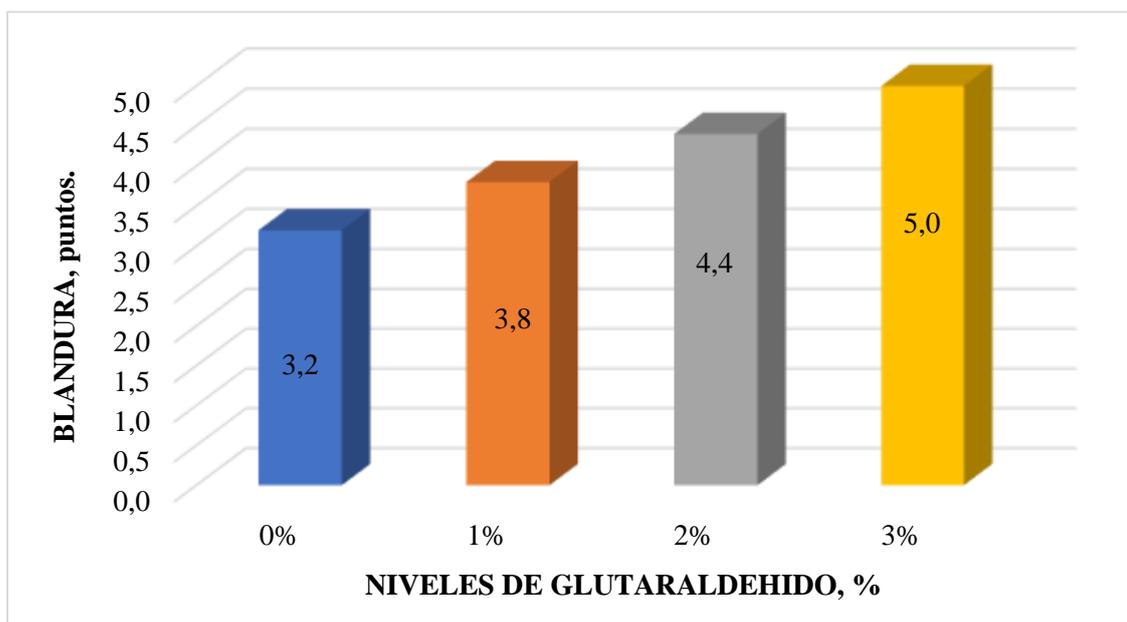


Gráfico 6-4: Análisis de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

En el eje de las ordenadas del gráfico 6-4 se representó los niveles de glutaraldehído y el eje de las abscisas se representó la blandura medida en puntos.

Los mejores resultados se obtuvieron en las pieles curtidas con el 3% de glutaraldehído (T3) con valores numéricos iguales a 5 puntos, que disminuyeron hasta alcanzar medias iguales a 4.4 puntos cuando se curtió las pieles con el 2% de glutaraldehído (T2).

Respuestas menores se obtuvieron con la adición de 1% de glutaraldehído (T1) con respuestas iguales a 3.8 puntos y las respuestas más bajas se obtuvieron al curtir sin la adición de glutaraldehído (T0) con valores numéricos iguales a 3.2 puntos, no se comparó con una norma ya que son pruebas que no se ajustan a un parámetro sino únicamente se ajustan al criterio de un técnico.

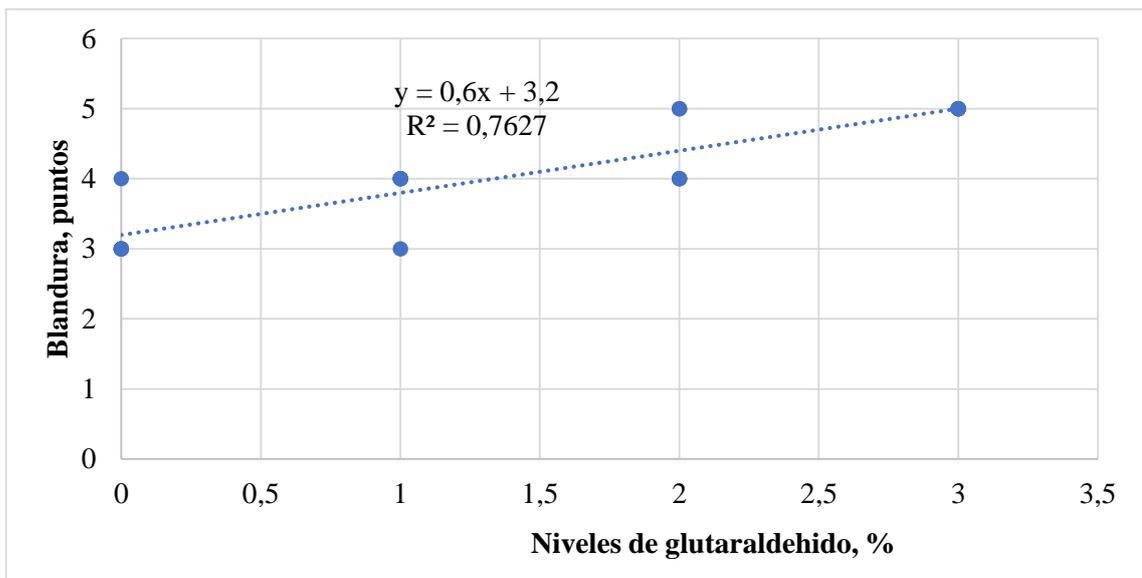


Gráfico 7-4: Análisis de la regresión de la blandura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Describiendo el modelo matemático que se obtuvo a la prueba blandura que se ilustra en el gráfico 6-4, para lo cual las medias partieron de un intercepto de 3.2 puntos aumentarían en 0.6 por cada punto porcentual adicionado de glutaraldehído en combinación con tara, reportando un coeficiente de correlación igual a 76.27%, ajustando así a una recta con una disminución que se debe a variables que no se pueden controlar en el proceso y que vienen ligadas a los errores aleatorios de la investigación, la ecuación obtenida fue:

$$\text{Blandura} = 0.6(\% \text{ de glutaraldehído}) + 3.$$

4.1.2.2. Llenura

Tabla 7-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba de llenura comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	4.95	0.26						
Tratamiento	3	0.95	0.32	1.27	3.24	5.29	10.989	0.32	ns
Error	16	4	0.25						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Realizado por: Sela, Cristhian. 2018

Prueba de Hipótesis

H₀: No Existen diferencias significativas a la prueba de llenura en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i: Existen diferencias significativas a la prueba de llenura en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P > 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 7-4 se acepta la H_0 y se rechaza la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de llenura según Kruskal Wallis las medias no reporto diferencias estadísticas altamente significativas.

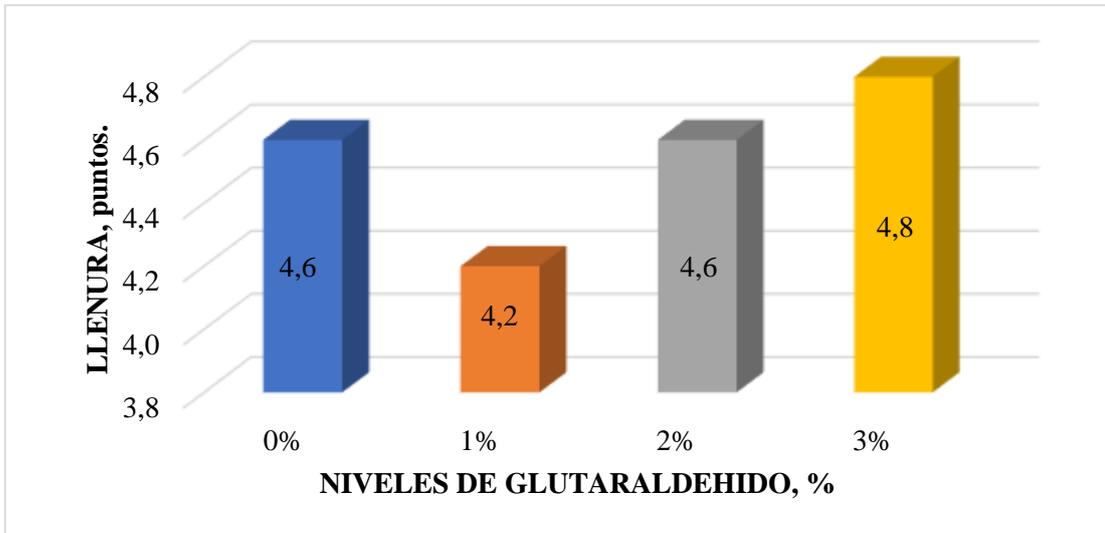


Gráfico 8-4: Análisis de la llenura de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Las mejores respuestas se reportaron cuando se adiciono el 3% de glutaraldehído (T3) con respuestas numéricas iguales a 4.8 puntos, que disminuyeron hasta valores de 4.6 puntos cuando no se adiciono glutaraldehído a la curtición (T0) respuestas iguales fueron reportadas por el grupo T2 (adición de 2% de glutaraldehído) y las respuestas más bajas se obtuvieron en el grupo T1 (adición a la curtición de 1% de glutaraldehído) con medias iguales a 4.2 puntos.

4.1.2.2. *Firmeza de flor*

Tabla 8-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba firmeza de flor comparando diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign

Total	19	19.2	1.01						
Tratamiento	3	16	5.33	26.67	3.24	5.29	11.76	9	0.0001 **
Error	16	3.2	0.20						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba de firmeza de flor en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba de firmeza de flor en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P < 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 8-4 se rechaza la H_0 y se acepta la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de firmeza de flor según Kruskal Wallis las medias presentaron una dispersión significativa.

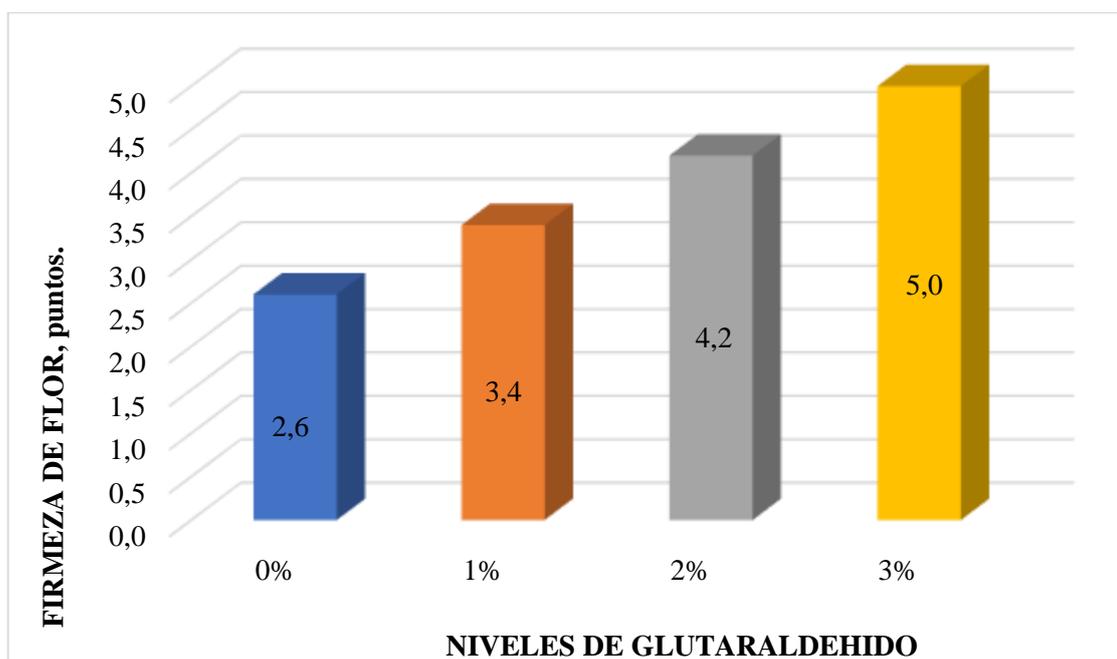


Gráfico 9-4: Análisis de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Las mejores respuestas se obtuvieron cuando se curtió las pieles con la combinación de tara 3% de glutaraldehído (T3) con respuestas iguales a 5.0 puntos.

Continuando el análisis numérico, se reportaron las medias en la combinación que aplico 2% de glutaraldehído (T2) con medias iguales a 4.2 puntos, que descendieron hasta 3.4 puntos cuando se aplicó el 1% de glutaraldehído (T1) y las respuestas más bajas se obtuvieron en el tratamiento testigo (T0) con medias iguales a 2.6 puntos como se ilustra en el grafico 9-4, obteniendo mejores resultados a la firmeza de flor cuando la combinación de curtiente lleva mayores niveles de glutaraldehído.

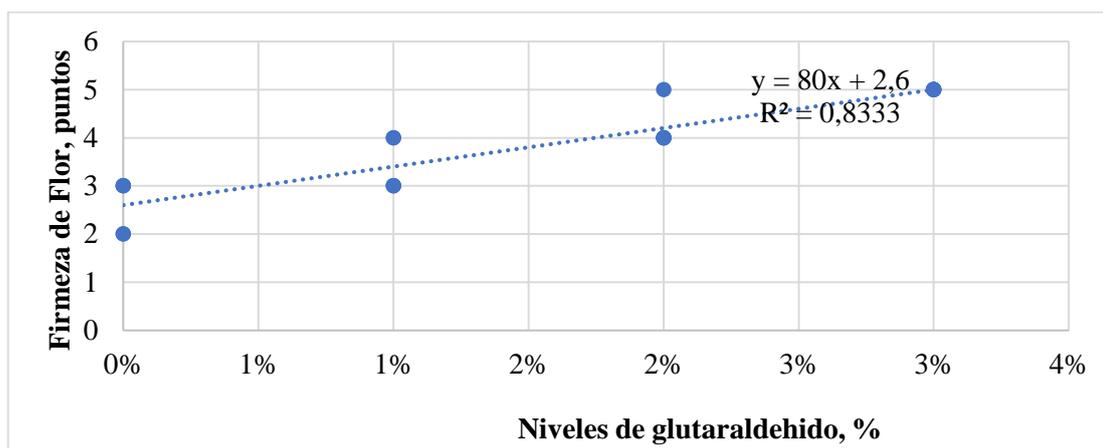


Gráfico 10-4: Análisis de la regresión de la firmeza de flor de los cueros curtidos por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Las medias se ajustaron a un modelo lineal positivo, en donde se partieron de respuestas iguales a 2.6 puntos y las medias se incrementaron en 80 por cada nivel lineal de glutaraldehído combinado con tara adicionado a la curtición.

Para la presente prueba se obtuvo un coeficiente de correlación igual a 83.33%, siendo los errores que no se pudieron controlar la principal causa de no correlación entre los datos, ya que en la investigación se controló cada uno de los procesos y los sistemas aplicados, pero no se pudo controlar los factores climatológicos y otras variables que estuvieron fueron al alcance de la investigación, el modelo matemático obtenido fue:

$$\text{Firmeza de Flor} = 80(\% \text{ de glutaraldehído}) + 2.6$$

4.1.3. Análisis de la calidad del agua

4.1.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tabla 9-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) para evaluar la calidad final del agua.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	65250000	3434210.53						
Tratamiento	3	65250000	21750000.00		3.24	5.29	0.000	1.00	ns
Error	16	0	0.00						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Prueba de Hipótesis

H₀: No Existen diferencias significativas a la prueba de DBO₅ en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i: Existen diferencias significativas a la prueba de DBO₅ en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: Debido a que se tiene un valor $P > 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 9-4 se acepta la H_0 y se rechaza la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de DBO₅ las medias para la demanda bioquímica de oxígeno no reportaron diferencias estadísticas

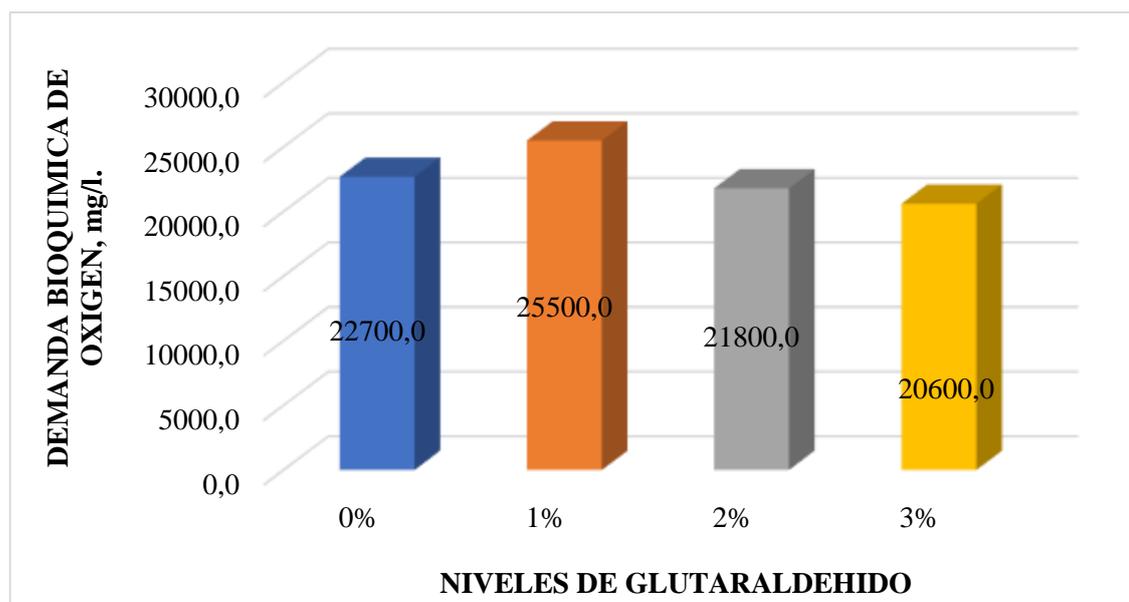


Gráfico 11-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) para evaluar la calidad final del agua.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

De acuerdo con lo que se ilustra en el gráfico 11-4, los valores menores de DBO₅ se reportaron cuando se adicionó el 3% de glutaraldehído (T3) con medias iguales a 20600 mg/l, aumentando a 218000 mg/l cuando se adiciono a la curtación la combinación de tara con 2% de glutaraldehído (T2), a continuación se reportaron las respuestas obtenidas al adicionar el 1% de glutaraldehído (T1) con medias iguales a 25500 mg/l y las respuestas más altas se reportaron cuando no se adiciono glutaraldehído a la curtición (T0) con medias iguales a 22700 mg/l.

4.1.3.2. Demanda Química de Oxígeno

Tabla 10-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba demanda química de oxígeno (DQO) para evaluar la calidad final del agua.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	129837500	6833552.63						
Tratamiento	3	129837500	43279166.67		3.24	5.29	0.000	1.00	ns
Error	16	0	0.00						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Prueba de Hipótesis

H₀: No Existen diferencias significativas a la prueba de DQO en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i: Existen diferencias significativas a la prueba de DQO en cueros curtidos con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: El uso de diferentes niveles de glutaraldehído afectara a la composición natural del agua, Debido a que se tiene un valor $P > 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 10-4 se acepta la H_0 y se rechaza la H_i con esto se manifiesta que en la prueba de DQO las medias para la demanda bioquímica de oxígeno no reportaron diferencias estadísticas.

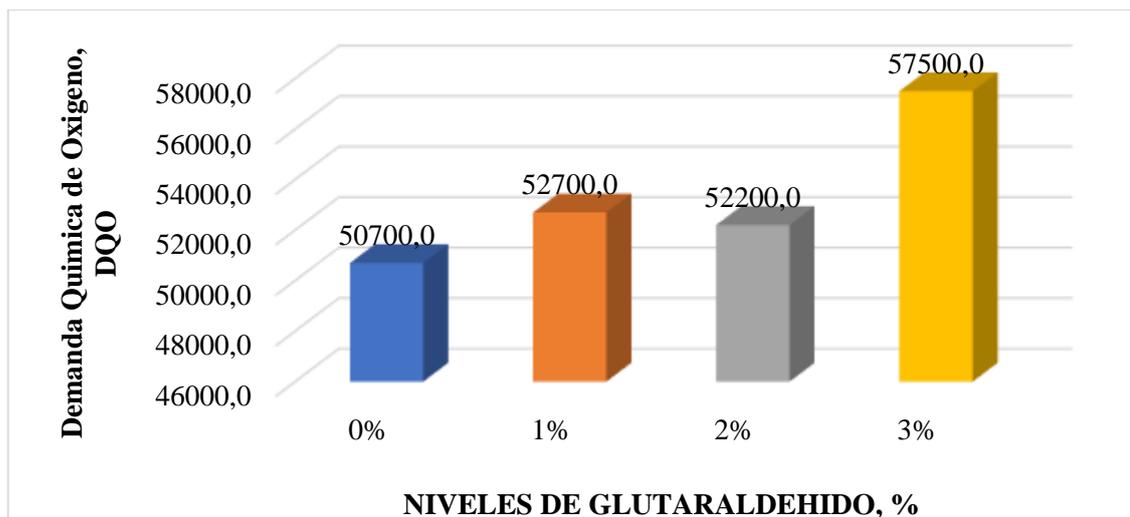


Gráfico 12-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba demanda química de -oxígeno (DQO) para evaluar la calidad final del agua.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Las respuestas más bajas cuando se curtió únicamente con tara (T0) con respuestas iguales a 50700 mg/l, que aumentaron con la adición de 2% de glutaraldehído en combinación con tara (T2) cuyas medias fueron iguales a 52200 mg/l, a continuación se reportaron valores iguales a 52700 mg/l cuando se combinó la tara con 1% de glutaraldehído (T1) cuyas medias y las respuestas más altas se reportaron cuando se adiciono a la tara el 3% de glutaraldehído (T3) con medias iguales a 57500 mg/l como se muestra en el gráfico 12-4.

4.1.3.3. Contenido de cromo

Tabla 11-4: Análisis estadístico de los resultados obtenidos a la prueba contenido de cromo hexavalente para evaluar la calidad final del agua.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	CV	Prob	Sign
Total	19	0.001	0.00						
Tratamiento	3	0.001	0.00		3.24	5.29	0.000	1.00	ns
Error	16	6.93889E-18	0.00						

Fuente: (InfoStat, 2018)

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Prueba de Hipótesis

H_0 : No Existen diferencias significativas a la prueba contenido de cromo en el agua residual del proceso de curtido con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

H_i : Existen diferencias significativas a la prueba contenido de cromo en el agua residual del proceso de curtido con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con tara.

Decisión: El uso de diferentes niveles de glutaraldehído afectara a la composición natural del agua, Debido a que se tiene un valor $P > 0.05$ del análisis estadístico de la tabla 11-4 se acepta la H_0 y se rechaza la H_i con esto se manifiesta que los resultados obtenidos se apreció una tendencia no significativa en los datos, generando que el contenido de cromo en el agua residual no ha sido un factor controlado por los niveles de glutaraldehído adicionados en combinación con tara.

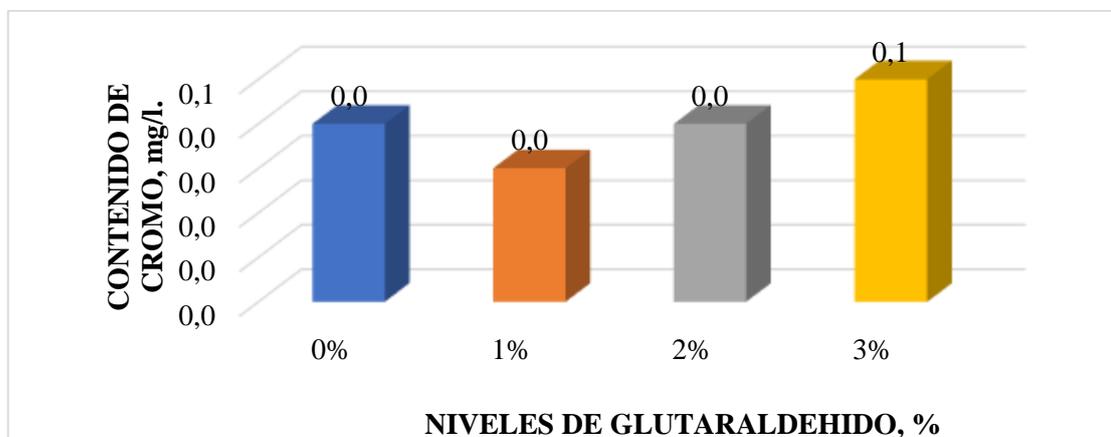


Gráfico 13-4: Análisis de los resultados obtenidos a la prueba contenido de cromo hexavalente para evaluar la calidad final del agua.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018.

Las únicas respuestas que reportaron contenido de cromo en el agua residual cuando se curtió con 3% de glutaraldehído en combinación con Tara (T3) con medias iguales a 1 mg/l.

En el tratamiento T3 es muy probable que al momento de la curtición realizada en la curtiembre “EL AL-CE” pudo haber contaminación cruzada por efecto de presencia de cromo en los bombos, este cromo pudo estar fijado en las paredes de los bombos y al retirar la muestra de agua pudo cometer un error que interfirió en la respuesta final, este error aleatorio que se generó influyo en la caracterización del agua.

4.1.4. Análisis del rendimiento

4.1.4.1. Balance de masa del proceso

Para analizar si el proceso tuvo un buen aprovechamiento del agente curtiente, es necesario evaluar mediante los flujos de entrada y salida del proceso reactivo y con esto determinar la cantidad de curtiente que se fijó en la piel, y la cantidad de curtiente que se depositó en el agua residual, con esto se ajustaría la fórmula para investigaciones posteriores permitiendo una mejor curtición.

Los procesos químicos en la etapa de curtición son complejos, ya que existen diversas sustancias en el baño las cuales pueden estar reaccionando con el colágeno y generando su transformación, para el caso puntual se tomará en cuenta la reacción del glutaraldehído con el colágeno para determinar en cuanto grado se ha fijado el curtiente, conociendo eso se realizará el balance de masa en la etapa del curtido.

No se tomará en cuenta las demás etapas en la transformación de la piel, ya que el objetivo que se busca es mejorar el proceso de curtido de las pieles, conociendo el principio de conservación de la masa y energía, además de saber que es un proceso reactivo y que no se tendrá acumulación en el sistema ya que todo se obtendrá como producto y agua residual, el diagrama de flujo de la curtición se muestra en el gráfico 14-4, y se realizará el análisis para el tratamiento T3 (3% de glutaraldehído).

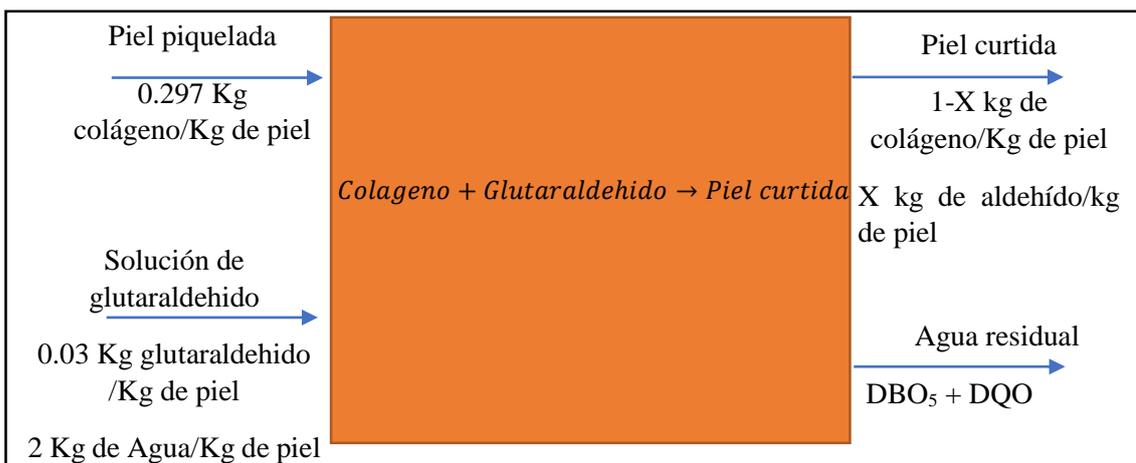


Gráfico 14-4: Diagrama del proceso de curtición de las pieles bovinas curtidas por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado.

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Las ecuaciones para calcular los flujos de entrada y de salida serán las siguientes:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Entrada} \\ \text{de piel} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Entrada} \\ \text{de glutaraldehido} \end{array} \right\} + \text{Generación} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Salida} \\ \text{de piel} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Salida} \\ \text{agua residual} \end{array} \right\}$$

$$E_s + E_{gl} + G_{cc} \rightarrow S_w + S_{ww} \text{ Ec } 1 - 4$$

$$X_{gl}E_{gl} + G_{gf} \rightarrow X_{gl}S_{gl} + X_{gl}S_{ww} \text{ Ec } 2 - 4$$

$$X_{co}E_s \rightarrow (1 - X_{gl})S_{gl}$$

Para el cálculo de la generación se necesita conocer el reactivo limitante el cual se calculará de acuerdo a:

$$R.L = \frac{M_{gl}}{PM_{gl}}$$

$$R.L = \frac{M_{co}}{PM_{co}}$$

$$R.L = \frac{0.03 * (21)}{100.05}$$

$$R.L = \frac{(0.297 * 21)}{300}$$

$$R.L = \frac{0.03 * (21)}{100.05}$$

$$R.L = 0.006$$

$$R.L = 0.02$$

De esto el coeficiente más bajo es el de glutaraldehído, este será el reactivo limitante para la reacción, ahora es necesario calcular cuanta cantidad de colágeno curtido se generó, tomando en cuenta que se mide el DBO y DQO en función de la generación de oxígeno, como se muestra a continuación:

$$O_s = DQO$$

$$O_s = 57500 \frac{mgO_2}{l}$$

$$O_s = 57500 \frac{mgO_2}{l H_2O} * \frac{1 kg}{1000000 mg} * 42 Kg H_2O * \frac{1 m^3 H_2O}{998 Kg H_2O} * \frac{1000 l}{1 m^3}$$

$$O_s = 2.41 Kg$$

$$Glutaraldehido_{salida} = m_o * \frac{n Glutaraldehido * PM O}{n * OPM Glutaraldehido}$$

$$Glutaraldehido_{salida} = 2.41 * \frac{1 * 15.99}{2 * 100.5}$$

$$Glutaraldehido_{salida} = 0.19$$

Remplazando en la ecuación 1-4.

$$21 + 0.63 + G_{cc} \rightarrow 19 + 4.02$$

$$G_{cc} = 1.39 Kg$$

Para conocer la concentración de glutaraldehído fijado en la piel se remplaza en la ecuación 4-2.

$$0.03 * (21) + 1.39 \rightarrow 19 * X_{gl} + 0.009 * (21)$$

$$X_{gl} = 0.13 kg \text{ de glutaraldehido}$$

El rendimiento se calcula en base al glutaraldehído que ingresa al proceso productivo y el glutaraldehído que está fijado en la piel de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{Salida \text{ de glutaraldehido}}{Entrada \text{ de glutaraldehido}} * 100$$

$$Rendimiento = \frac{0.13}{0.63} * 100$$

$$Rendimiento = 20.61$$

Por lo que del total del glutaraldehído solo se aprovecha el 20% del mismo, en la tabla 9-4 se muestra el resumen de los resultados a los demás tratamientos evaluando el rendimiento de los mismos, siendo el que más alto rendimiento reporto el T3 (adición de 3% de glutaraldehído) con lo que mayor fijación de curtiente se produce esto debido a que genera mejores condiciones de reacción.

Tabla 12-4: Análisis del rendimiento en la etapa de curtido de las pieles ovinas curtidas por efecto de la adición de diferentes niveles de glutaraldehído

Tratamiento	Glutaraldehído fijado	Rendimiento
T0	-	-
T1	0.12	18.61
T2	0.13	19.63
T3	0.13	20.61

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

4.1.4.2. Balance económico del proceso

Para determinar la viabilidad de una investigación, es necesario determinar la eficiencia económica que esta representara, conociendo esto se calculó la relación beneficio-costos para la producción y venta de cuero curtido con diferentes niveles de glutaraldehído en combinación con Tara, analizándose así el costo de producción, que incluyo el costo de la materia prima e insumos aplicados en todo el proceso de transformación de las pieles.

El total de ingresos se calculó en base al precio actual del mercado por pie de cuero, esto para la confección de calzado ya que los cueros producidos en la presente investigación serán destinados a ese uso por la alta calidad obtenida y se impuso una tasa de retorno igual a 19% que corresponde al concepto de divisas e impuestos que se tiene que pagar a los distintos entes gubernamentales encargados.

Tabla 13-4: Análisis de los costos de producción del cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado

CONCEPTO	NIVELES DE PRECURTIENTE SINTETICO			
	0%T0	1%T1	2%T2	3%T3
Compra de pieles vacunas, unidad	5	5	5	5
Costo por piel vacuna	20	20	20	20
Valor de pieles vacunas	100	100	100	100
Productos para el remojo	19.43	19.43	19.43	19.43
Productos para descarnado Y curtido	20.1	22.83	43.75	46.25
Productos para engrase	18.31	18.31	18.31	18.31
Productos para acabado	22.92	22.92	22.92	22.92
Confección de artículos	28	28	28	28
TOTAL DE EGRESOS	208.76	211.49	232.41	234.91

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Tabla 14-4: Análisis del total de ingreso del cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado

CONCEPTO	NIVELES DE PRECURTIENTE SINTETICO			
	0%T0	1%T1	2%T2	3%T3
INGRESOS				
Total de cuero producido en pies 2	123	123	124	125
Costo cuero producido pie 2	1.6	1.80	1.85	1.90
Cuero utilizado en confección	120	121	120	122
Excedente de cuero	3	2	4	3
Venta de excedente de cuero	4.5	3	6	4.5
Venta de artículos confeccionados	320	320.00	320.00	320.00
Total de ingresos	324.50	323.00	326.00	324.50
Tasa de retorno	19%	19%	19%	19%
Valor presente	386.155	384.37	387.94	386.155
Valor egresos presente	248.4244	251.6731	276.5679	279.5429
Relación beneficio costo	1.55	1.53	1.40	1.38

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

Con este análisis la curtición mixta de glutaraldehído alcanza un promedio de recuperación de capital igual a 1.50, con lo que por cada dólar invertido en la producción se recuperará aproximadamente el 50% (\$0.50) siendo viable la curtición combinada probada en la presente investigación, sin tomar en cuenta que al producirse cuero libre de cromo se podrá comercializar

en mercados con mayor poder adquisitivo llegando a tener un precio más elevado con una ganancia aún mayor.

Tabla 15-4: Análisis de la relación beneficio costo de la producción de cuero curtido por efecto de los diferentes niveles de glutaraldehído adicionado

CONCEPTO	NIVELES DE PRECURTIENTE SINTETICO			
	0%T0	1%T1	2%T2	3%T3
INDICE DE RELACIÓN BENEFICIO COSTO				
Tasa de retorno	19%	19%	19%	19%
Valor presente	386.155	384.37	387.94	386.155
Valor egresos presente	248.4244	251.6731	276.5679	279.5429
Relación beneficio costo	1.55	1.53	1.40	1.38

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

4.3. Pruebas de hipótesis

4.3.1. Hipótesis General

La utilización de *Caesalpinia Spinoza* (Tara) en combinación con glutaraldehído, en remplazo del cromo como agente curtiente, es factible en el proceso de curtición de pieles vacunas, en base al análisis sensorial y evaluación físico - mecánica del cuero. Al analizar las características físicas de Resistencia a la tensión y Lastometría; así como la calificación sensorial de Llenura de los cueros vacunos están influenciados estadísticamente ($P < 0,01$); mientras tanto que, la calificación de Blandura y Firmeza de flor de los cueros vacunos no son diferentes ($P < 0,05$), de esta manera se puede manifestar que existen diferencias entre el curtido con cromo y el curtido de la combinación de tara más glutaraldehído, aceptando la hipótesis alternativa, que manifiesta que al aplicar una curtición con curtiente vegetal más glutaraldehído, en comparación a una curtición al cromo existirá un cambio en las diferentes características del cuero

Tabla 16-4: Tratamiento estadístico para comprobación de hipótesis

	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Blandura	9.000 ^a	3	3.000	17.143	.000
	Llenura	.950 ^b	3	.317	1.267	.319
	Firmeza de Flor	16.000 ^c	3	5.333	26.667	.000
	Resistencia a la Tensión	7748533.056 ^d	3	2582844.352	8.323	.001
	Porcentaje de elongación	1270.937 ^e	3	423.646	7.449	.002
	Lastimetría	9.425 ^f	3	3.142	2.926	.066

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

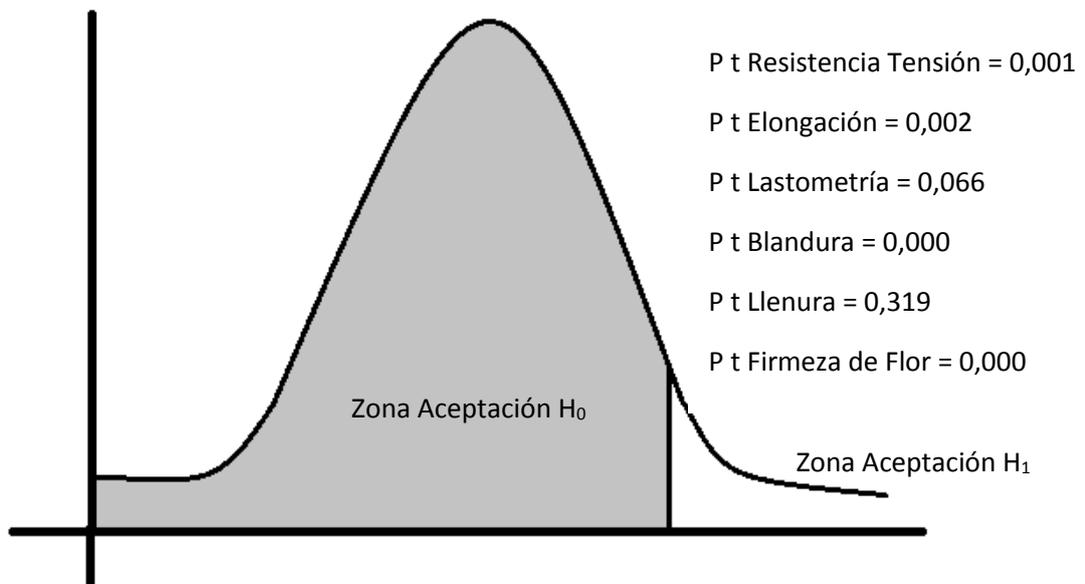


Gráfico 15-4: Análisis y evaluación de calidad física y calificación sensorial del cuero terminado.
 Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

4.3.2. Hipótesis Específicas

4.3.2.1. Hipótesis 1

Qué nivel de glutaraldehído será el ideal para combinarlo con el 15 % de tara y nos permitirá obtener cueros curtidos. En base a los resultados obtenidos de análisis físico -mecánicos y pruebas sensoriales podemos denotar que para resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, Blandura y firmeza de Flor están relacionados significativamente ($P < 0,01$) y las pruebas de Lastometría y Llenura difiere significativamente por los niveles de glutaraldehído ($P > 0,05$), en base a los resultados estadísticos podemos decir que el mejor tratamiento es la combinación del 3% de Glutaraldehído en combinación con el 15% de tara tratamiento T3.

Tabla 17-4: Resumen de resultados para la comprobación de la hipótesis específica planteada en la investigación

Variables	Mejor tratamiento	GI Error	Cuadrados medios	Error	Prob
Resistencia a la tensión	T1<T3=T2	16	2582844.35	310323.32	0.0015
Porcentaje de elongación	T3>T1>T2	16	423.65	56.88	0.0024
Lastometría	T3=T2=T1	16	3.14	1.07	0.0657
Llenura	T3>T2>T1	16	0.32	0.25	0.3193
Blandura	T3>T2>T1	16	3.00	0.18	<0.0001
Firmeza de Flor	T3>T2>T1	16	5.33	0.20	<0.0001

Elaborado por: SELA, Cristhian. 2018

4.4. Discusión de Resultados

Para el desarrollo de la investigación como primer punto se evaluó las características físico-mecánicas finales de la piel, determinando que en la prueba resistencia a la tensión y porcentaje de elongación de los cueros reportaron diferencias estadísticas, con lo que se pudo interpretar que

existió relación directa entre el nivel de glutaraldehído adicionado y estas pruebas, mientras que la prueba de lastometría no reporto diferencias estadísticas determinando que para esa prueba no influyo el nivel de glutaraldehído en la curtición.

Reportándose los mejores resultados para las dos pruebas cuando se curtió solo con el curtiente vegetal (15% de tara) que obtuvieron respuestas iguales a 2786 N/cm² para la resistencia a la tensión y 78% para el porcentaje de elongación, pero cabe destacar que todos los resultados cumplieron los parámetros de calidad establecidos en la norma técnica IUP 6 y 8 respectivamente, iguales resultados se obtuvieron para lastometría que los mejores resultados se reportaron en el tratamiento testigo con medias iguales a 8.7 mm.

Estas medias comparadas con las obtenidas por Cachote, V. (2012) quien obtuvo respuestas iguales a 1670,60 N/cm², 59.60% para las pruebas de la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación respectivamente, cuando curtió las pieles con 2% de glutaraldehído en combinación con mimosa, mientras que lo reportado por Auquilla, M. (2012) quien obtuvo valores a la resistencia a la tensión iguales a 1540.93 N/cm², al porcentaje de elongación igual a 88.12% y a lastometría 8.67 mm cuando aplico una curtición combinada utilizando 8% de glutaraldehído.

Mientras que la autora Asto, L. (2012), quien curtió las pieles con un 20% de Tara reporto a la resistencia a la tensión valores iguales a 1700.78 N/cm², al porcentaje de elongación igual a 70% y a lastometría valores iguales a 11.23 mm, que son los resultados mejores en comparación con los tres autores y la presente investigación, por lo que para las pruebas físicas el glutaraldehído no equipara los resultados obtenidos por la tara.

Estas medias pueden ser interpretadas por lo que reporta (Adzet, 2012, pp. 105-106), la tendencia natural de las pieles curtidas al vegetal es tener mayores resistencias al desgarró, 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 otro tipo de curtientes.

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; con esto se consigue que el curtiente sea mas astrigente en relacion a otros curtientes permitiendo asi que las pieles cambien sus características físicas.

El uso de glutaraldehído en combinación con tara, no resulta una técnica adecuada para las resistencias físicas, ya que realizan una curtiembre muy profunda, ocasionando así que las fibras cambien totalmente su composición y no aprovechen los demás procesos de transformación de la piel, que mejoran las características de las pieles curtiendas, ya que en el seno de la reacción no existe iones libres que puedan reaccionar, por lo que se hace más complejo los procesos de acabado.

Un beneficio en sí que se consigue con el uso del glutaraldehído, es la capacidad que tienen las pieles para estirarse, lo que será satisfactorio para la confección de calzado y prendas de vestir, ya que al curtirse por completo impide que se depositen moléculas en el espacio interfibrilar que impediría el movimiento del colágeno cuando se lo estira, y al aumentarse los niveles del curtiende se aumenta la elasticidad de los cueros.

Cabe indicar que aunque no logren igualar las características a la resistencia a la tensión, la lastometría si se alcanza, por lo que el uso de glutaraldehído mejora las condiciones de la piel ya que todas las pruebas cumplen con el estándar mínimo de calificación, para las pruebas de calidad resulta mejor el uso de mayores niveles de glutaraldehído, aunque el uso de porcentajes mayores a 3% no aumentan la calidad final del cuero, esto se puede interpretar por los resultados obtenidos por los autores citados que aumentaron el nivel de glutaraldehído y disminuyeron la calidad final del cuero.

Los mejores resultados para las pruebas sensoriales se reportaron cuando se agregó el 3% de glutaraldehído ya que para la blandura y firmeza de flor obtuvieron la máxima calificación igual a 5 puntos, y para la llenura reportaron medias iguales a 4.8 puntos, habiendo significancia entre los resultados, que pudo definirse que si existe relación entre los niveles de glutaraldehído y las calificaciones sensoriales de la piel.

Mientras tanto que, para las pruebas sensoriales, se comparó los resultados con los mismos autores, Cachote, V. (2012) obtuvo para la llenura valores iguales a 4.70 puntos y para la blandura los mismos resultados cuando curtió pieles ovinas con el 12% de glutaraldehído en combinación con mimosa, Auquilla, M. (2012), reportó medias iguales a 4.60 y 4.67 para la llenura y firmeza de flor respectivamente.

Asto, L. (2012) a su vez obtuvo resultados iguales a 4.75 y 4.88 para la blandura y llenura respectivamente, siendo todas las respuestas inferiores a las reportados en la presente investigación y crean la premisa que el uso de glutaraldehído mejora notablemente las

calificaciones sensoriales, y el 3% de glutaraldehído es el nivel donde se obtienen los máximos resultados en combinación con tara.

Estas medias son producto de lo que explica el autor (Adzet, 2012, pp. 105-106), con el tratamiento con aldehídos se persiguen en general los siguientes objetivos: Obtener un cuero más blando, obtener un cuero con buenas resistencias al mojado, lavado, y secado sin acartonamientos excesivos y obtener un aumento ligero de plenitud, en parte por esponjamiento

Esta suposición se basa en el hecho de que la reacción de los aldehídos con la piel se produce con los grupos amino libres, que son los que no actúan en la fijación sobre el colágeno. Los objetivos citados se consiguen precisamente al complementarse mutuamente los curtientes vegetales y los aldehídos. Esta complementación puede explicar la menor posibilidad de unión de fibras entre sí en el secado, con lo que se obtiene un cuero más blando, así como las mejores resistencias al mojado y a la temperatura.

Ya es un poco más difícil explicar el motivo del aumento de estas características con exceso de aldehídos, que concuerda a su vez con una disminución de la resistencia al desgarre. Es posible que ambos efectos se deban de alguna forma a una polimerización excesiva y a la fijación sobre el colágeno de muchas moléculas de aldehído en el mismo punto o en puntos muy cercanos en lugar de una fijación más lineal y más ampliamente distribuida.

El glutaraldehído evita que los iones de las cadenas laterales del colágeno tengan reacciones no deseadas y que no puedan ser controladas, esto producirá un mayor hinchamiento de las pieles y se perderá las características naturales de la piel, así como también logran ocupar espacios profundos de la piel con lo que se aumenta el pietaje y el volumen de la piel como resultado de esto se mejora la llenura.

El uso de mayores niveles de glutaraldehído genera mayor reacciones con el colágeno y disminuye los iones presentes en las reacciones que ocurren en los bombos, pero si el nivel es excesivo se produce errores al obtenerse una sobrecurtición que como resultado las pieles pierden sus características naturales por la alta astringencia y pierden la posibilidad de mejorar sus características en las etapas de acabado perjudicando a la calidad final del cuero, por lo que el 3% de glutaraldehído es óptimo ya que evita los problemas mencionados.

En el análisis de la calidad del agua para las pruebas DBO₅, DQO y contenido de cromo no se reportaron diferencias estadísticas por lo que las medias fueron similares y no incidió los niveles de glutaraldehído en la cantidad de carga contaminante en el agua residual, lo que se pudo apreciar

es que el contenido de cromo en el agua residual reporto medias igual a 0 mg/l, habiendo ausencia de esta sustancia.

El objetivo de la presente investigación fue el sustituir al cromo por otro agente curtiente, lo que se consigue con la combinación de tara y glutaraldehído obteniéndose cuero libre de cromo, y que no genere la presencia de cromo hexavalente en los efluentes, de la investigación se pudo calcular la relación beneficio costo que tuvo medias de 1.50, con lo cual se hace una tecnología rentable tanto tecnológicamente como económicamente.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una formulación de curtición vegetal utilizando *Caesalpinia Spinoza* (Tara) en combinación con glutaraldehído en la empresa de curtiembre el AL – CE, obteniéndose que fue un método viable para curtir las pieles y que logren remplazar los métodos tradicionales de curtición.
- El análisis de la resistencia a la tensión y al porcentaje de elongación reportaron diferencias estadísticas siendo el mejor tratamiento para la primera prueba se reportó al aplicar el 1% de glutaraldehído con respuestas iguales a 2306.3 N/cm² y para la segunda prueba se obtuvieron al aplicar el 3% de glutaraldehído con medias iguales a 73%, mientras tanto que la lastimetría no reporto diferencias estadísticas siendo las mejores respuestas al curtir con 2% de glutaraldehído con medias iguales a 8 mm.
- En la evaluación de las pruebas sensoriales mediante el test estadístico de Kruskall Wallis reportaron diferencias significativas para las tres pruebas, siendo el mejor tratamiento cuando se adiciono el 3% de glutaraldehído que para la blandura y firmeza de flor reportaron medias iguales a 5 puntos y para la llenura las medias fueron iguales a 4.8 puntos.
- Los resultados a la relación beneficio-costos, reportaron medias iguales a 1.5 entre los distintos tratamientos aplicados, determinándose con eso que para una inversión de un dólar al aplicar glutaraldehído en el cuero permitirá un retorno de la inversión de cincuenta centavos, lo que le hace rentable ya que retornara el 50% de la inversión inicial.
- Para las pruebas físico-mecánicas del cuero el mejor tratamiento se obtuvo al aplicar el 2% de glutaraldehído en combinación con 15% de tara (T2) mientras que para las pruebas sensoriales el mejor tratamiento se obtuvo al aplicar el 3% de glutaraldehído (T3), siendo estos los mejores tratamientos en la presente investigación.

RECOMENDACIONES

- Controlar la calidad inicial de las pieles, así como también el pesaje de las sustancias químicas, el efecto mecánico en los cueros, el tiempo de rodaje y demás factores para aumentar la calidad final de los cueros, cumpliendo así con las normas de calidad preestablecidas.
- Lavar bien los bombos en los que se va a curtir antes de su uso, para evitar que al momento de muestras el cuero, se aprecien trazas de cromo remante que puede generar que el cuero no sea libre de cromo y afecte a la comercialización en mercados que establezcan como requisito fundamental la premisa antes mencionada.
- Realizar otras investigaciones, en donde se pruebe otras combinaciones de glutaraldehído y tara, ya sea variando los niveles de glutaraldehído o los niveles de tara con el fin de optimizar los recursos utilizados y comprobar la variación de la calidad final del cuero obtenida del proceso de curtición.
- Evitar el uso de cromo en todas las etapas de transformación de la piel, al realizar esto el precio del cuero puede elevarse y ser consumidos en mercados europeos que tienen mayor poder adquisitivo con lo que se mejorara la relación beneficio costo y se obtendrán mayores ganancias en la curtiembre “EL AL-CE”

BIBLIOGRAFÍA

- **Adzet.** *Curtición con extractos vegetales. Química Técnica de la curtición.* Barcelona-España : UPC, 2012, pp. 105-106.
- **Andrade, G.** *Prácticas II de tecnología del cuero.* Riobamba-Ecuador: Dspace Espoch, 2006, pp. 56-57.
- **Artigas, M.** *Manual de curtiembre. Avances en la curtición de la piel.* Barcelona-España: Latinoamericana, 1987, p. 18-19, 70.
- **Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE).** *Proceso de descarnado* [En línea]. Ambato-Ecuador, 2012. [Consulta: 15 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.ance.com.ec>.
- **ASTO HUARACA, Lisseth Mariela.** Comparación de diferentes tipos de curtientes para el curtido de pieles ovinas [En línea] (Trabajo de Titulación) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 45-50 [Consulta: 27 julio 2018]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7192/1/27T0355.pdf>
- **AUQUILLA AVALOS, Mercy Alexandra.** Curtición de pieles ovinas con tres niveles de glutaraldehídos en la obtención de cuero para marroquinería [En línea] (Trabajo de Titulación) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 32-34 [Consulta: 28 julio 2018]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2149/1/17T1134.pdf>
- **Bacarditt,** *Procesos de curtidos.* Cataluña : Ceti, 2004, pp. 225.
- **CACHOTE ARAUJO, Vilma Liliana.** Elaboración de cuero plena flor para calzado con la utilización de diferentes niveles de glutaraldehído en la precurtición [En línea] (Trabajo de Titulación) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2012. Pp. 71-73 [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2219/1/27T0192.pdf>
- **Camerum.** *Procesos de curtición de las pieles caprina.* [En línea] 2017. [Consulta: 14 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.es.silvateam.com/Productos>

- **Casa Química Bayer.** *Curtir, teñir, acabar.* Quinta. Múnich, Alemania : BAYER, 1997. págs. 11-56.
- **Centro de promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS),** *Proceso de desengrase, Proceso de Piquelado, Curtido* [En línea] 2013. [Consulta: 15 agosto 2018]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Juan_Cristobal_Birbuet/publication/291333001_Guia_Tecnica_de_Produccion_Mas_Limpia_para_Curtiembre/links/569fd21108ae2c638eb7c6e6/Guia-Tecnica-de-Produccion-Mas-Limpia-para-Curtiembre.pdf
- **Cordero, Bernardo.** *Tecnología de la Curtición.* Cuenca-Ecuador : Cámara Ecuatoria del libro, 2011. pp. 15-19, 30-31, 352, 411-413.
- **Cotance.** *Ciencia y Tecnología en la Industria del cuero.* Igualada-España: Curtidores Europeos, 2004. p. 208.
- **Enciso.** *Mercado de comercialización de la tara.* [En línea] 2011. [Consulta: 16 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.coursehero.com/file/6362719/Investigaci%C3%B3n-La-Tara/>
- **Font.** *Industria de la curtiembre. En analisis y ensayos en la industria del cuero.* Igualada-España: Ceti, 2005. pp. 32-35, 45-49, 57.
- **Frankel.** *Manual de tecnología del cuero.* Buenos Aires-Argentina: Albatros, 2009. pp. 169.
- **Gannser.** *Manual del curtido.* Barcelona-España: Trimul, 2006. pp.167.
- **Hidalgo, Luis.** *Escala de calificación de los cueros floter aplemabrados con diferentes niveles de inmunizante.* Riobamba - Ecuador : s.n., 2013.
- **Hidalgo, Luis.** *Tecnología del Cuero.* Riobamba : s.n., 1999.
- **Hidalgo, L.** “Comparación de la curtición con harina de *Caesalpinia Spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas”. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial* [En línea], 2016, (Perú) 19 (1), pp.100-108. [Consulta: 16 octubre 2018]. ISSN: 1560-9146. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/816/81650062012.pdf>
- **Hoinacki.** *Peles ecouros - origens defeitos e industrializacao.* Porto Alegre-Brasil: Senai/RS. 2009. pp.160
- **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).** *Normas de control de calidad del cuero.* Quito- Ecuador, [En línea], 2018. [Consulta: 1 noviembre 2018] Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/produccion-industria-manufacturera/>

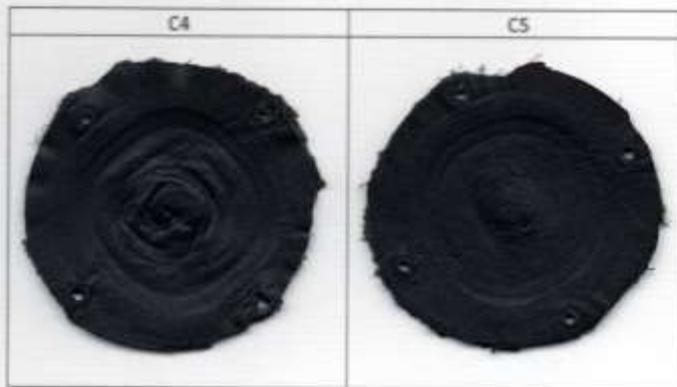
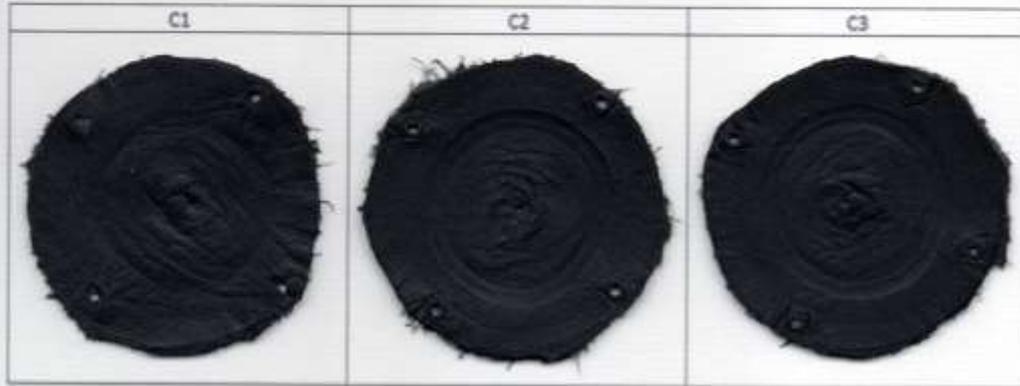
- **índigo QUÍMICA.** Biblioteca Medio Ambiente. *Curtición Wet White*. [En línea] 2015. [Consulta: 21 febrero 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/360512824/Curticion-Wet-White>.
- **InfoStat.** *InfoStat Software Estadístico*. [En línea] 2018. Córdoba-Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/>
- **Jones.** *Manual de curtición vegetal*. Segunda. Buenos Aires-Argentina: American ediciones, 2012. Pp. 125, 197.
- **Lacerca.** *Curtición de cueros y pieles*. Primera. Buenos Aires: Albatros, 2003. p. 114.
- **Logistic.** *Operaciones logísticas acerca de la tara*. [En línea], 2015. [Consulta: 21 junio 2018]. Disponible en: <http://www.perulinelogistics.com/Tara%20Export.htm>.
- **Melgar.** *Tecnología del cuero tomo I procesos de curtición control de calidad y maquinarias*. Hualhuas-Perú, 2005. pp. 15-18.
- **Morera, J.** *Química Técnica de Curtición*. Igualada: Escuela Superior de Adobería. Editorial Ceti, 2007. Pp. 39, 100.
- **Prat, Josep Maria Morera.** *Química Técnica De Curtición*. s.l. : Consorci Escola Tècnica D'Igualada, 2002. pp. 15-20.
- **Sarmiento.** *Estructura y características de la tara*. [En línea], 2015. [Consulta: 25 junio 2018.]. Disponible en: <http://www.monografías.com>.
- **Secretaria Nacional del Ambiente (MAE).** *Industria Curtiembre en el Ecuador*. Quito-Ecuador, 2018. [En línea] [Consulta: 1 noviembre 2018]. Disponible en: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/>
- **Schorlemmer.** *Resistencia al frote del acabado del cuero*. Asunción-Paraguay, 2002. pp. 67, 97, 125-140.
- **Soler.** *Procesos de curtido*. Barcelona: Ceti, 2015. p. 23.
- **Villagran, Eliana y Cuello, Sergio. (INTA).** *Curso de Curtido Ecológico y Artesanal de Cueros*. [En línea], 2012. [Consulta: 1 noviembre 2018]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-curtido_cueros.pdf.
- **Zarate.** *El proceso de la curtiembre y la palettería en el Perú*. Lima-Peú: Unalm, 2005. Pp. 8-10.

ANEXOS

Anexo A. Pruebas físico-mecánicas del cuero realizadas en el laboratorio de pruebas físicas de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

LDPF	
LABORATORIO DE PRUEBAS FÍSICAS	
DATOS CLIENTE	
CÓDIGO: 018-048	
NOMBRE: CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ	
C.I.:060436643-5	
DIRECCIÓN: Agustín Dávalos y Tuncahuan Guano Barrio La Inmaculada	
TELÉFONO:0979077755	
CORREO ELECTRÓNICO: fabricio1992sel@gmail.com	
RESPONSABLE DE ENTREGA: Ing. Julio Cesar Llerena Zambrano	
DATOS GENERALES	
REGISTRO: 018-048	
FECHA DE RECEPCIÓN: 23 de julio del 2018	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 02 de agosto del 2018	
# DE MUESTRAS: 5	
IDENTIFICACIÓN: 0%, 1%, 2% y 3% Glutaraldehído + Tara	
CONDICIONES AMBIENTALES: Especificas del laboratorio	
Panamericana Sur Km 1 ½ Teléfono: 593(03)2998350 EXT: 350 Dec., 152 Vice. Mail: Laboratorio.lrtce@gmail.com	
	

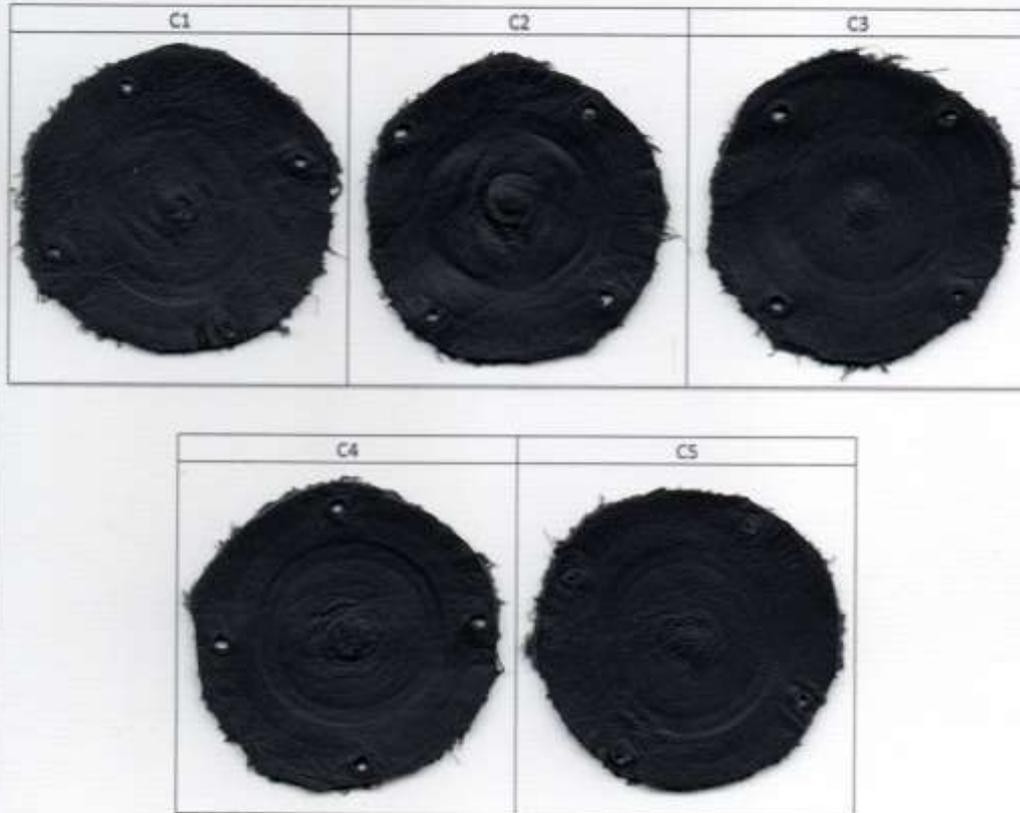
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	9.15	Mínimo 7mm
	C2		8.37	
	C3		8.43	
	C4		9.15	
	C5		8.56	



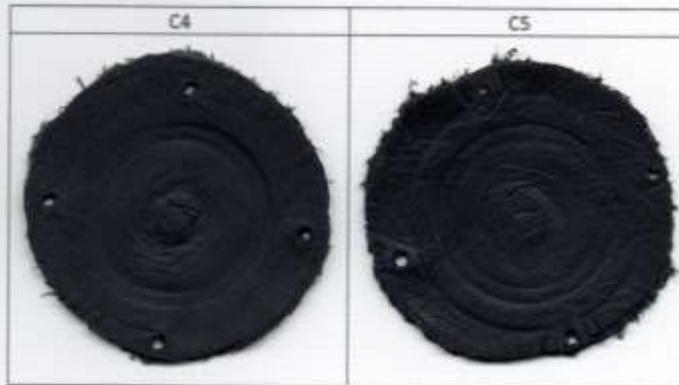
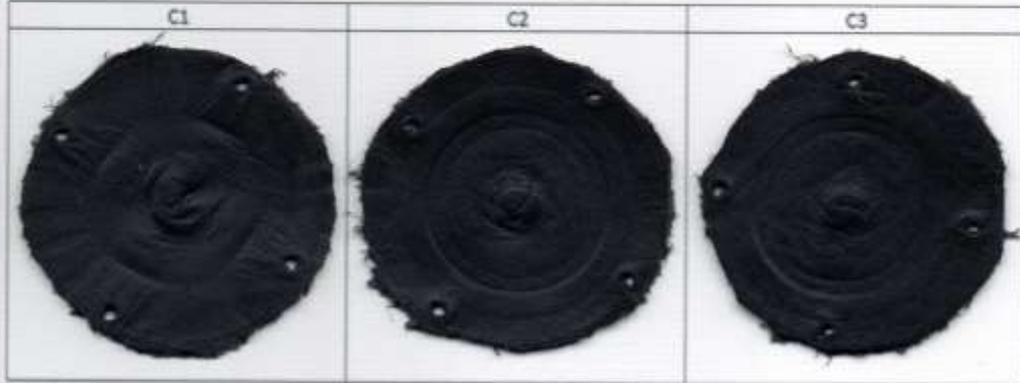
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 1 % DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	7.11	Mínimo 7mm
	C2		7.55	
	C3		8.44	
	C4		4.80	
	C5		8.44	



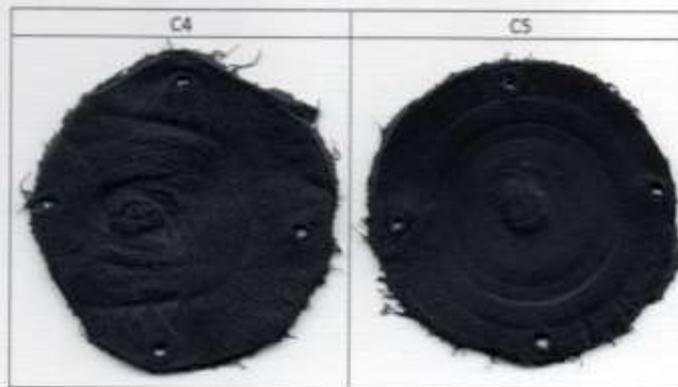
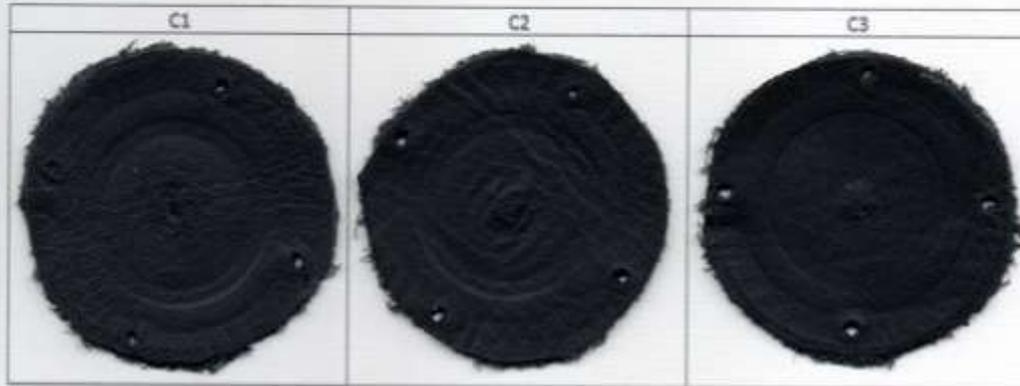
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 2 % DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	8.22	Mínimo 7mm
	C2		8.22	
	C3		8.22	
	C4		7.11	
	C5		8.22	



MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 3% DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Lastometría	C1	IUP9	7.11	Mínimo 7mm
	C2		8.22	
	C3		7.55	
	C4		4.80	
	C5		7.11	





OBSERVACIONES:

- Muestreo realizado de acuerdo con la norma IUP 9.
- El equipo utilizado para este ensayo de Lastometría fue el Lastómetro del Laboratorio de resistencias físicas de la FCP.
- Los resultados de las pruebas en el Laboratorio de Curtiembre son obtenidos de las muestras proporcionadas por nuestro cliente.

FECHA DE ENTREGA: 31 de julio del 2018.

ENTREGO CONFORME

ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO

AUTORIZA

DR. LUIS HIDALGO ALMEIDA

RECIBI CONFORME

CRISTHIAN SELA



DATOS CLIENTE

CÓDIGO: 018-048

NOMBRE: CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ

C.I.:060436643-5

DIRECCIÓN: Agustín Dávalos y Tuncahuan Guano Barrio La Inmaculada

TELÉFONO:0979077755

CORREO ELECTRÓNICO: fabricio1992sel@gmail.com

RESPONSABLE DE ENTREGA: Ing. Julio Cesar Llerena Zambrano

DATOS GENERALES

REGISTRO: 018-048

FECHA DE RECEPCIÓN: 23 de julio del 2018

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 02 de agosto del 2018

DE MUESTRAS: 5

IDENTIFICACIÓN: 0%, 1%, 2% y 3% Glutaraldehído + Tara

CONDICIONES AMBIENTALES: Específicas del laboratorio



DATOS CLIENTE

CÓDIGO: 018-048

NOMBRE: CRISTHIAN FABRICIO SELA MENDEZ

C.I.:060436643-5

DIRECCIÓN: Agustín Dávalos y Tuncahuan Guano Barrio La Inmaculada

TELÉFONO:0979077755

CORREO ELECTRÓNICO: fabricio1992sel@gmail.com

RESPONSABLE DE ENTREGA: Ing. Julio Cesar Llerena Zambrano

DATOS GENERALES

REGISTRO: 018-048

FECHA DE RECEPCIÓN: 23 de julio del 2018

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 02 de agosto del 2018

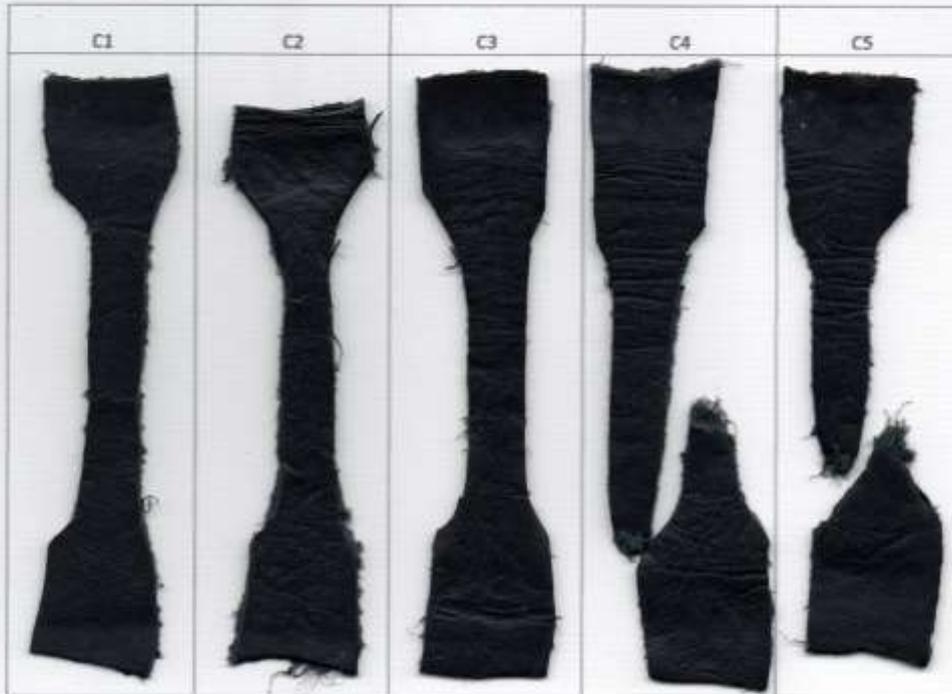
DE MUESTRAS: 5

IDENTIFICACIÓN: 0%, 1%, 2% y 3% Glutaraldehído + Tara

CONDICIONES AMBIENTALES: Específicas del laboratorio



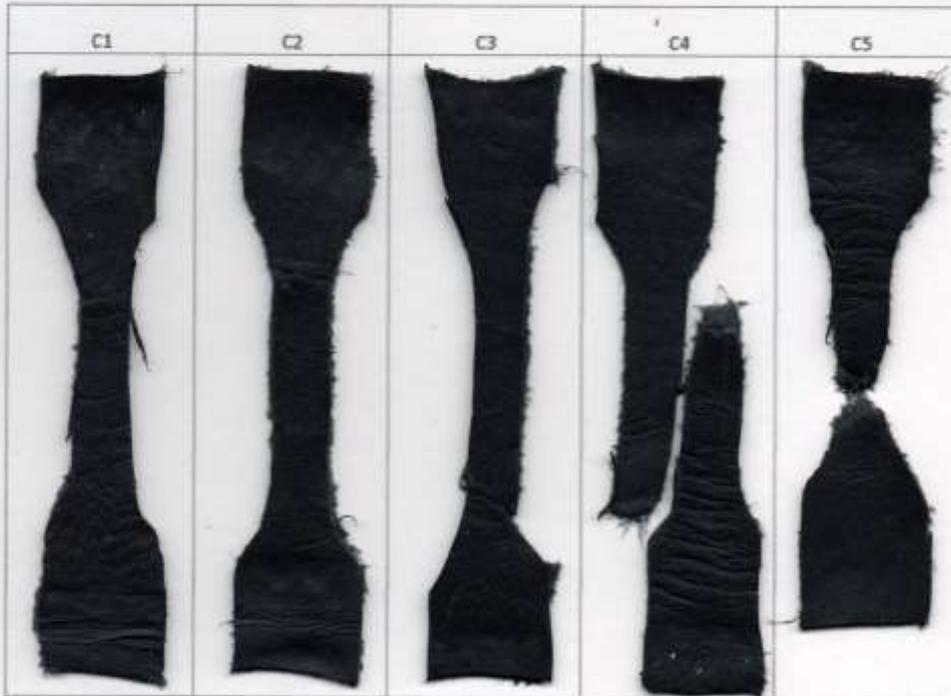
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	3586.67	800 a 1500
	C2		2027.5	
	C3		3295	
	C4		1555	
	C5		3468	
Elongación (%)	C1	IUP6	80.00	40 a 80
	C2		75.00	
	C3		77.50	
	C4		77.50	
	C5		80.00	



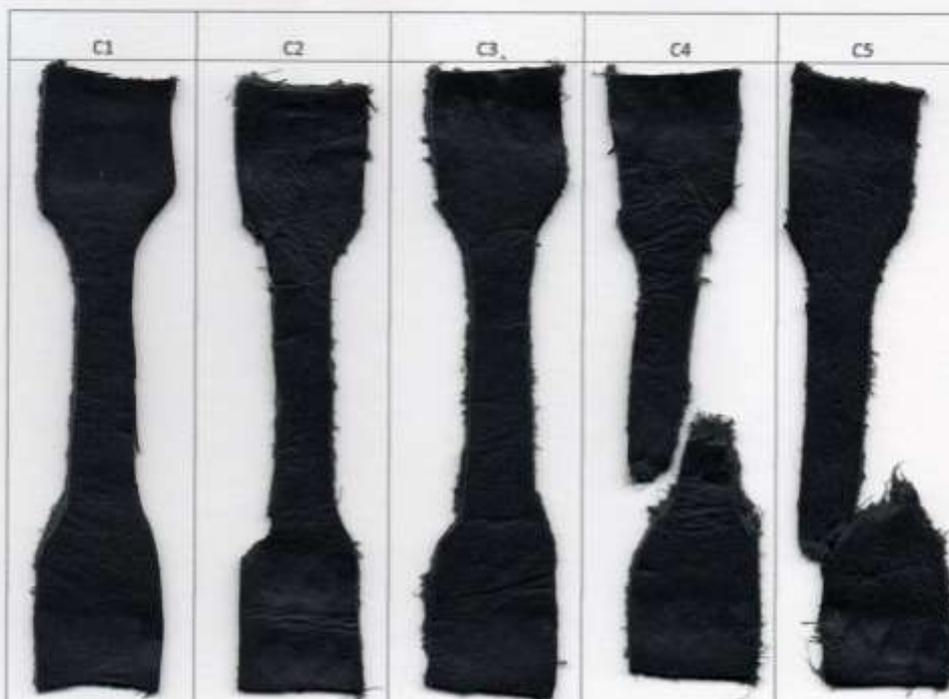
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 1 % DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	1731.33	800 a 1500
	C2		2240.67	
	C3		2116.67	
	C4		3168.67	
	C5		2274	
Elongación (%)	C1	IUP6	57.5	40 a 80
	C2		60.00	
	C3		77.50	
	C4		70.00	
	C5		75.00	



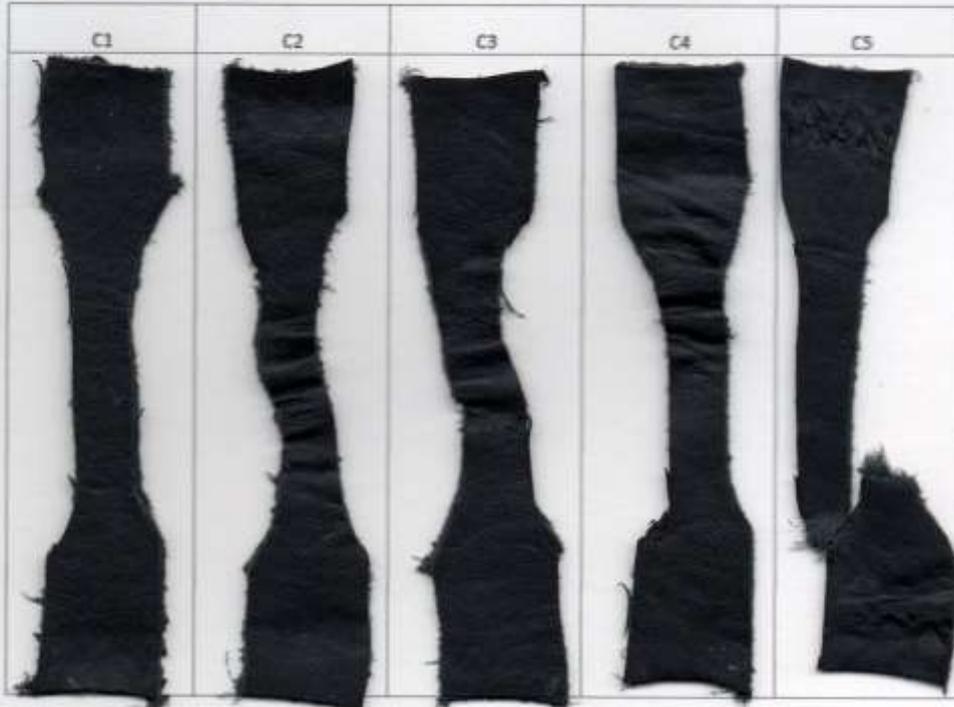
MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 2 % DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	896.92	800 a 1500
	C2		866.92	
	C3		1461.67	
	C4		1212.50	
	C5		1306.67	
Elongación (%)	C1	IUP6	37.50	40 a 80
	C2		57.50	
	C3		70.00	
	C4		60.00	
	C5		57.5	



MUESTRAS DE CUEROS CURTIDOS CON 3 % DE GLUTARALDEHÍDO Y 15% DE TARA



PRUEBA	UNIDAD	METODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	C1	IUP6	1860.00	800 a 1500
	C2		1581.33	
	C3		1444.00	
	C4		1822.67	
	C5		1592.50	
Elongación (%)	C1	IUP6	75.00	40 a 80
	C2		72.50	
	C3		72.50	
	C4		75.00	
	C5		70.00	





OBSERVACIONES:

- Muestreo realizado de acuerdo con la norma IUP 6.
- El equipo utilizado para este ensayo de Resistencia a la Tensión del Cuero es un dinamómetro.
- Los resultados de las pruebas en el Laboratorio de Curtiembre son obtenidos de las muestras proporcionadas por nuestro cliente.

FECHA DE ENTREGA: 31 de julio del 2018.

ENTREGO CONFORME

ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO

AUTORIZA

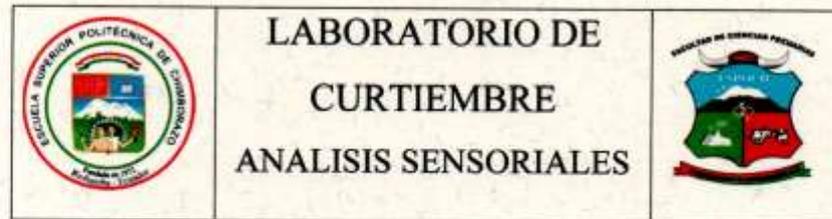
DR. LUIS HIDALGO ALMEIDA

RECIBI CONFORME

CRISTHIAN SELA



Anexo B. Pruebas sensoriales del cuero realizadas en el laboratorio de pruebas físicas de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.



FECHA: 10/07/2018
COLOR: Negro

PROCEDENCIA: Cristhian Sela
AREA DE RASTREO: Producto Terminado

TEMA: DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE CURTICIÓN VEGETAL UTILIZANDO *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA) EN COMBINACIÓN CON GLUTARALDEHÍDO EN LA EMPRESA DE CURTIEMBRE EL AL-CE

N°	Detalle	Lienura	firmeza de flor	Blandura
1	T ₀	5	3	3
2	T ₀	4	3	3
3	T ₀	5	2	3
4	T ₀	4	3	4
5	T ₀	5	2	3
6	T ₁	4	4	4
7	T ₁	5	3	4
8	T ₁	4	3	3
9	T ₁	4	4	4
10	T ₁	4	3	4
11	T ₂	5	4	4
12	T ₂	5	4	4
13	T ₂	4	4	5
14	T ₂	4	4	4
15	T ₂	5	5	5
16	T ₃	5	5	5
17	T ₃	4	5	5
18	T ₃	5	5	5
19	T ₃	5	5	5
20	T ₃	5	5	5

OBSERVACIONES: Dando una calificación correspondiente a 5 excelente; 4 muy buena; 3 buena; 2 regular y 1 baja

Ing. Luis Hidalgo

RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD

Anexo C. Pruebas de calidad del agua residual obtenida del proceso de curtido realizadas en el laboratorio SAQMIC.



Contáctanos: 0998580374 - 032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 15 de junio del 2018

Análisis solicitado por: Sr. Cristhian Sela

Tipo de muestras: Aguas residuales de curtiembres

Localidad: Riobamba

Análisis Químico

Determinaciones Tratamientos	Demanda Química de Oxígeno mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Cromo VI mg/L
T ₁	50 700.0	22 700.0	0.04
T ₂	52 700.0	25 500.0	0.03
T ₃	52 200.0	21 800.0	0.04
T ₄	57 500.0	20 600.0	0.05

Observaciones:

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

Anexo D. Especificaciones de Caesalpinia Spinosa (Tara) utilizada en la investigación.

TARA EN POLVO

ESPECIFICACIONES

Descripción :

El producto Tara en Polvo, es un polvo muy fino, de color crema, producido a partir de las vainas del árbol de Tara (Caesalpinia Spinosa). Mezclado con agua, la Tara en Polvo produce una solución turbia, de color beige claro.

Composición:

(Método A.L.C.A.)	Taninos	47 – 53%
	No Taninos	15 – 23 %
	Insolubles	18 – 26 %
	Agua	Max. 12 %

Tamaño de Partícula :

A través de:	250 Micrones, US 60 mesh	min. 99.8%
	150 Micrones, US 100 mesh	min. 99%
	100 Micrones, US 150 mesh	min. 98%
	77 Micrones, US 200 mesh	min. 90%
	44 Micrones, US 325 mesh	min. 80%

Anexo E. Ficha de seguridad del glutaraldehído utilizado en la investigación



TENSOTAN 45-G
 Fichas de datos de seguridad
 conforme a Reglamento (CE) no. 453/2010
 Fecha de emisión: 15-03-2013
 Fecha de revisión: 18-03-2013

Versión: 4.3

1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Tipo de producto químico : Aldehído
 Razón comercial : TENSOTAN 45-G
 Caracterización química : Glutaraldehído en solución acuosa

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Categoría del uso principal : Producto auxiliar para la industria del cuero

1.2.1. Usos pertinentes identificados

No hay datos relevantes disponibles

1.2.2. Usos no recomendados

No hay datos relevantes disponibles

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

DYES LORCA CHEMICALS SA
 c/Sta Paula 4 3ªE
 30800 LORCA (Murcia) ESPAÑA
 T +34 610 28 73 61

1.4. Teléfono de emergencia

Número de urgencia : +34 610 28 73 61. Este número sólo está disponible durante las horas de oficina.

País	Organismo consultivo oficial	Dirección	Número de urgencia
SPAIN	Servicio de Información Toxicológica Instituto Nacional de Toxicología, Departamento de Madrid	Calle Luis Cabrera 9 E-28002 Madrid	+34 91 562 04 20
Worldwide	http://www.who.int/ipcs/poisons/centre/directory/en		

2. Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

- 2.1.1. Clasificación según reglamento (UE) No. 1272/2008 [UE-GHS/CLP]
- 2.1.2. Clasificación según las líneas directrices 67/548/CEE o 1999/45/UE
- 2.1.3. Efectos adversos físico-químicos, para la salud humana y para el medio ambiente

No hay datos relevantes disponibles

2.2. Elementos de la etiqueta

2.2.1. Marcación según reglamento (UE) No. 1272/2008 [CLP]

2.2.2. Etiquetado según las líneas directrices 67/548/CEE o 1999/45/UE

Símbolo de Pelgro :

- Frases R : R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.
 R34 Provoca quemaduras.
 R 42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
 R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- Frases S : S26 En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
 S36/37/39 Usen indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos / la cara.
 S45 En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta)
 S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones especificadas la ficha de datos de seguridad.

2.2.2. Etiquetado según las líneas directrices 67-548/UEE o 1989-43/UE

2.3. Otros peligros

No hay datos relevantes disponibles

3. Composición / información sobre los componentes

Descripción : Gutaraldehído en fase acuosa.

3.1. Sustancias

Componente	n°CE	n°CAS	Concentración	Clasificación	Frases Riesgo
Gutaraldehído	203-856-5	111-30-8	50%	T,C,N	R23/25 R34 R42/43 R50

3.2. Mezclas

Texto de la R-, ver bajo párrafo 16.

4. Primeros auxilios

4.1. Descripción de los primeros auxilios

Medidas de primeros auxilios general	: En caso de contacto con prendas de vestir, sacárselas y lavarlas antes de volver a usarlas. En caso de persistencia de algún síntoma o molestia acudir al médico.
Medidas de primeros auxilios en caso de inhalación	: Acudir inmediatamente a un médico.
Medidas de primeros auxilios en caso de contacto con la piel	: Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón.
Medidas de primeros auxilios en caso de contacto con los ojos	: En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acudir al médico.
Medidas de primeros auxilios en caso de ingestión	: Acudir inmediatamente al médico.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No hay datos relevantes disponibles

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No hay datos relevantes disponibles

5. Medidas de lucha contra incendios

5.1. Medios de extinción

Consejos Generales y/o varios:	: Quitar los contenedores del área del incendio, si es posible sin riesgos. Recoger el agua de extinción para su posterior eliminación. No tirar agua dentro del contenedor. Permanecer lejos de los contenedores. No esparcir el producto. Proceder a la extinción del inicio desde cierta distancia del contenedor, haciendo uso de mangueras o sistemas antincendios automáticos, direccionados a los contenedores.
Medios de extinción apropiados	: Agua pulverizada, CO ₂ , espuma y polvo seco.

5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No hay datos relevantes disponibles



TENSOTAN 45-G

Fichas de datos de seguridad

conforme a Reglamento (CE) no. 453/2010

5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Equipos de protección que debe llevar el personal de lucha contra incendios : Mascar artigas con autorespiración, equipación completa compuesta por visera y protección del cuello, chaqueta y pantalones ignífugos.
Otra información : Agua usada para la extinción debe ser eliminada conforme a las disposiciones legislativas locales.

6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

6.1.1. Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia alejarse de la zona afectada, para dejar trabajar a los servicios de emergencia.

6.1.2. Para el personal de emergencia
Emplear en los trabajos de recogida el equipo necesario para la protección del personal.

6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

No permitir que el producto pase a los cursos de agua o a las alcantarillas.

6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

Procesos de limpieza : Aplicar absorbentes de líquidos (arena, tierras de diatomeas...), los restos lavarlos con agua.

6.4. Referencia a otras secciones

Véase también la sección 8 y 13.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1. Precauciones para una manipulación segura

Precauciones para una manipulación segura : Observar las medidas normales de precaución para la manipulación de productos químicos.

7.2. Condiciones de almacenamiento segura, incluidas posibles incompatibilidades

materiales incompatibles : Ninguna en particular. Véase el siguiente punto nº 10.
Almacenamiento : Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases en un lugar seco y bien ventilado. Una vez los envases sean abiertos deben volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente.

7.3. Usos específicos finales

Uso específico para la industria del cuero.

8. Controles de exposición / protección individual

8.1. Parámetros de control

Medidas de orden técnico : Proveer de una ventilación adecuada y/o de un buen sistema de ventilación.

8.2. Controles de la exposición

Equipo de protección personal : n.a.
Protección de las manos : Usar guantes de goma.
Protección ocular : Usar gafas protectoras.
Protección de la piel y del cuerpo : n.a.
Protección de las vías respiratorias : No es necesaria una protección respiratoria especial.

9. Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto	: Líquido amarillento.
Forma/estado	: Líquido (20 °C)
Color	: amarillento.
Olor	: picante.
pH	: 3,0 - 4,0 (al 10%)
Punto de fusión	: No hay datos disponibles
Punto de ebullición	: No hay datos disponibles
Punto de inflamación	: > 100°C
Límites de explosión (g/m³)	: no aplicable
Presión de vapor	: no aplicable
Densidad relativa	: No hay datos disponibles
Solubilidad en agua	: Miscible (20 °C)
Temperatura de autoignición	: No hay datos disponibles
Temperatura de descomposición	: No hay datos disponibles
Viscosidad	: no aplicable

9.2. Información adicional

No hay datos relevantes disponibles

10. Estabilidad y reactividad

10.1. Reactividad

Reacción exotérmica con álcalis fuertes.

10.2. Estabilidad química

El producto es estable a las condiciones normales de manejo y almacenamiento.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

Reacción exotérmica con álcalis fuertes.

10.4. Condiciones que deben evitarse

Fuentes de ignición y Temperaturas superiores a 40°C.

10.5. Materiales incompatibles

Oxidantes fuertes y álcalis.

10.6. Productos de descomposición peligrosos

No hay datos relevantes disponibles

11. Información toxicológica

11.1. Información sobre los efectos toxicológicos

La clasificación del producto se ha realizado aplicando el método de cálculo convencional del Real Decreto 255/2003

12. Información ecológica

12.1. Toxicidad

El producto no debe ser vertido en el desagüe ni llegar a los sistemas de canalización.

12.2. Persistencia y degradabilidad

No hay datos relevantes disponibles

12.3. Potencial de bioacumulación

No hay datos relevantes disponibles

12.4. Movilidad en el suelo

No hay datos relevantes disponibles

12.5. Resultados de la valoración PBT y mPbB

No hay datos relevantes disponibles

12.6. Otros efectos adversos

No hay datos relevantes disponibles

13. Consideraciones relativas a la eliminación

13.1. Métodos para el tratamiento de residuos

Disposiciones locales (residuo) : Utilizar respetando las disposiciones de las autoridades.
 Recomendación eliminación aguas residuales : No tirar a la alcantarilla.
 Recomendaciones de evacuación : Considere la posibilidad de reciclaje.

13.2. Consideraciones sobre la eliminación

Producto: Quemar o depositar en vertederos autorizados, de acuerdo con los reglamentos locales vigentes.
 Envases: Deben ser eliminados según la legislación vigente. Los envases vacíos secos deben ser tratados como su contenido.

14. Información relativa al transporte

UN 3265 Líquido Corrosivo, Ácido Orgánico, N.E.P. (contiene glutaral)
 ADR/RID Clase: II Cod: 3 Grupo Embalaje: III Etiqueta: II
 IATA Clase: II Grupo Embalaje: III Etiqueta: II
 IMDG Clase: II Em-S: F-A, S-B Grupo Embalaje: III Etiqueta: II
 Marca de 'materia peligrosa' para el medio ambiente.

15. Información reglamentaria

Pictograma:
T,N
Frases de Riesgo:
 R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión
 R34 Provoca quemaduras
 R42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel
 R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos
Frases de Consejo:
 S26 En caso de contacto con los ojos, lánvese inmediata y abundantemente con agua y acídese al médico
 S36/37/39 Usen indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos / la cara
 S45 En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta)
 S61 Eviteee su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad
Contiene:
 GLUTARAL

16. Otra información

Indicación de modificaciones Consideraciones relativas a la eliminación, Primeros auxilios, Medidas de lucha contra incendios, Medidas en caso de vertido accidental, Manipulación y almacenamiento, Controles de exposición/protección individual

Texto de la R:

R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión.
R34	Provoca quemaduras.
R42/43	Sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos.

Esta información se basa en nuestro conocimiento actual y se presta para describir el producto para los propósitos de la salud, de la seguridad y de los requisitos ambientales actuales. No debe ser interpretado como garantía alguna característica específica del producto.
 La información en esta hoja de datos de seguridad corresponden al nivel de nuestro conocimiento al día de impresión. Las informaciones deben de ser punto de apoyo para un manejo seguro de productos mencionados en esta hoja de seguridad para el almacenamiento, elaboración, transporte y eliminación. Las indicaciones no se pueden transferir a otros productos. Mientras el producto sea recibido o elaborado con otros materiales, las indicaciones de esta hoja de seguridad no se pueden transferir al agente nuevo.

Anexo F. Formulas utilizadas en la investigación

EL ALCE

CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO

CURTICIÓN TRATAMIENTO 15% TARA

23-34/MAYO 2018

1

FECHA

página

40Kg

5

Calzado

3.0 L – 3.2 F

PESO

UNIDADES

TIPO DE CUERO

ESPESOR

PROCESO	%	CANTIDAD Kg	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar el cuero	-	40				
Desencalado						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	30		Agua			Ø
	1.5		CORIMERPIN 9063 (Poliester)		120 minutos	
	0.15		MERPIZYM 9187		30 minutos	8.5
	0.1		MERPIN 8010 N		30 minutos	
Ecurrir y Lavar			3 veces			
Piquelado						
	40		Agua			
	6		Sal		20 minutos	6-7
	2.2		Ácido fórmico	40	180 minutos	3.2
	1		Sinthol cp-996			
Curtición						
	0	0	Glutaraldehído (Tensotan 45G)			
			NOCHE EN REPOSO		Ø	
	0.5		Metobisulfito		30 minutos	
	15		TARA 5 x C/H 5 x C/H 5 x C/H			
	0.15		Secuestrante de hierro			
			REPOSOS LA NOCHE			3.2
Ecurrir y Lavar			Percho			

CURTICIÓN TRATAMIENTO 15% TARA + 1% GLUTARALDEHÍDO

25-26/MAYO 2018

1

FECHA

página

40Kg

5

Calzado

3.0 L – 3.2 F

PESO

UNIDADES

TIPO DE CUERO

ESPESOR

PROCESO	%	CANTIDAD Kg	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar el cuero	-	40				
Desencalado						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	30		Agua			Ø
	1.5		CORIMERPIN 9063 (Poliester)		120 minutos	
	0.15		MERPIZYM 9187		30 minutos	8.5
	0.1		MERPIN 8010 N		30 minutos	
Ecurrir y Lavar			3 veces			
Piquelado						
	40		Agua			
	6		Sal		20 minutos	6-7
	2.2		Ácido fórmico	40	180 minutos	3.2
	1		Sinthol cp-996			
Curtición						
	1		Glutaraldehído (Tensotan 45G)			
			NOCHE EN REPOSO		Ø	
	0.5		Metobisulfito		30 minutos	
	15		TARA 5 x C/H 5 x C/H 5 x C/H			
	0.15		Secuestrante de hierro			
			REPOSOS LA NOCHE			3.2
Ecurrir y Lavar			Percho			

CURTICIÓN TRATAMIENTO 15% TARA + 2% GLUTARALDEHÍDO

28-29/MAYO 2018

FECHA

40Kg

5

1

página

Calzado

3.0 L – 3.2 F

PESO UNIDADES TIPO DE CUERO ESPESOR

PROCESO	%	CANTIDAD Kg	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar el cuero	-	40				
Desencalado						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	100		Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	30		Agua			Ø
	1.5		CORIMERPIN 9063 (Poliester)		120 minutos	
	0.15		MERPIZYM 9187		30 minutos	8.5
	0.1		MERPIN 8010 N		30 minutos	
Ecurrir y Lavar			3 veces			
Piquelado						
	40		Agua			
	6		Sal		20 minutos	6-7
	2.2		Ácido fórmico	40	180 minutos	3.2
	1		Sinthol cp-996			
Curtición						
	2		Glutaraldehído (Tensotan 45G)			
			NOCHE EN REPOSO		Ø	
	0.5		Metobisulfito		30 minutos	
	15		TARA 5 x C/H 5 x C/H 5 x C/H			
	0.15		Secuestrante de hierro			
			REPOSOS LA NOCHE			3.2
Ecurrir y Lavar			Percho			

CURTICIÓN TRATAMIENTO 15% TARA + 3% GLUTARALDEHÍDO

30-31/MAYO 2018

1

FECHA

página

40Kg

5

Calzado

3.0 L – 3.2 F

PESO

UNIDADES

TIPO DE CUERO

ESPESOR

PROCESO	%	CANTIDAD Kg	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar el cuero	-	40				
Desencalado						
Lavado	100	40	Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	100	40	Agua	30	10 minutos	
Ecurrir						
Lavado	30	12	Agua			Ø
	1.5	0.6	CORIMERPIN 9063 (Poliester)		120 minutos	
	0.15	0.06	MERPIZYM 9187		30 minutos	8.5
	0.1	0.04	MERPIN 8010 N		30 minutos	
Ecurrir y Lavar			3 veces			
Piquelado						
	40	16	Agua			
	6	2.4	Sal		20 minutos	6-7
	2.2	0.68	Ácido fórmico	40	180 minutos	3.2
	1	0.4	Sinthol cp-996			
Curtición						
	3	1.2	Glutaraldehído (Tensotan 45G)			
			NOCHE EN REPOSO		Ø	
	0.5	0.2	Metobisulfito		30 minutos	
	15	6	TARA 5 x C/H 5 x C/H 5 x C/H			
	0.15	0.06	Secuestrante de hierro			
			REPOSOS LA NOCHE			3.2
Ecurrir y Lavar			Percho			

RECURTICIÓN TEÑIDO Y ENGRASE

25-26/MAYO 2018

1

FECHA página
 100 Kg 20 Calzado 3.0 L – 3.2 F

PESO UNIDADES TIPO DE CUERO ESPESOR

PROCESO	%	CANTIDAD Kg	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesado	-	100				
	200	200	Agua de cisterna			
	0.2	0.2	Ácido fórmico			
	0.2	0.2	Tenso activo			
Reposo la noche						
Recurtición						
Lavado	200	200	Agua	ambiente	10 minutos	
	2	2	glutaraldehído		30 minutos	
	2	2	Rellenante de faldas		30 minutos	
	3	3	Tara		60 minutos	
Escurrir						
Neutralización						
	200	200	Agua	ambiente		
	1	1	Formeato de sodio		30 minutos	
	1	1	Bicarbonato de amonio		60 minutos	5.3
Escurrir						
Tinturado						
lavado	100	100	Agua	40		
	2	2	Rellenante de faldas		30 minutos	
	2	2	Anilina negra de penetración		30 minutos	
Aumentar	100	100	agua	40		
	2	2	dispersante		30 minutos	
Engrase						
	6	6	Sinthol yy-707	40	90 minutos	
	6	6	Sulpirol hf-337			
	1	1	Anilina de atravesado negro		30 minutos	
	1	1	Mimosa		60 minutos	

	1	1	castaño			
	1	1	Sintan nn-555			
	1	1	Ácido fórmico		30 minutos	
	1	1	Ácido fórmico		30 minutos	
Reposo						

Anexo G. Evidencia de la realización de la investigación

Compra de pieles vacunas



Descarnado



Dividido



Pesado de las pieles



Lavado de las pieles



Lavado y desencalado



Medición del pH antes de la curtición



Adición de curtientes al bombo



Reposo de las pieles en los curtientes



Prueba de curtido con verde de bromo cresol



Piel curtida con tara y glutaraldehído



Perchado



Secado para el raspado



Raspado



Piel igualada o raspada



Lavado de las pieles antes del recurtido



Adición de curtientes para el recurtido



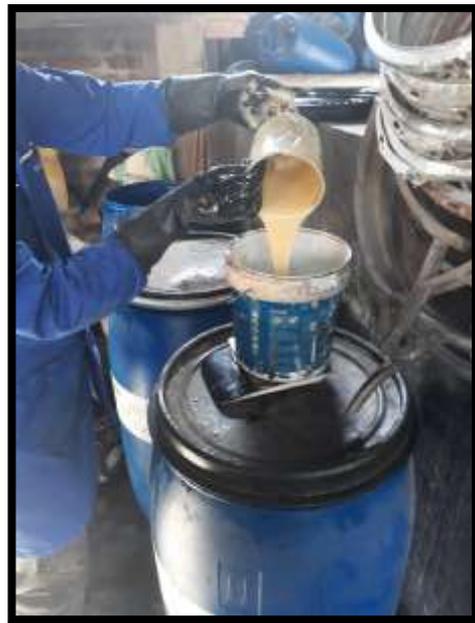
Reposo en los curtientes del Recurtido



Adición de anilina a las pieles



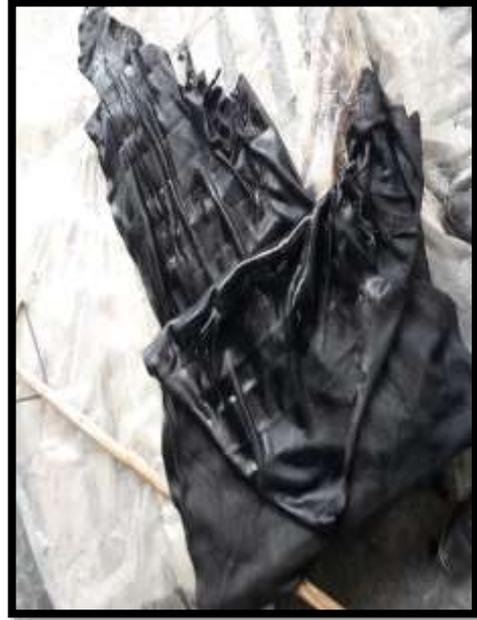
Engrase



Extracción de las pieles tinturadas del bombo



Piel tinturada



Secado del cuero



Abatanado del cuero



Extracción del cuero de la abatanadora



Estacado del cuero



Cuero estacado



Acabado del cuero



Cuero antes del prensado



Adición de laca al cuero



Prensado del cuero



Cuero terminado



Probetas de cuero para análisis físico -
mecánicos



Prueba de resistencia a la tensión y % de
elongación al cuero terminado



Prueba de Lastometría al cuero

