



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**APLICACIÓN DE UN PROCESO ECOLÓGICO DE
TRATAMIENTO DE CUERO TIPO PIEL DE CULEBRA CON
CROMO FREE COMO UNA ALTERNATIVA DE MODA EN
ECUADOR**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: MARÍA BELÉN MESÍAS PORRAS

DIRECTOR: ING. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO, PHD.

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, **María Belén Mesías Porras**

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

Yo, MARÍA BELÉN MESÍAS PORRAS, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de noviembre de 2022




A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'María Belén Mesías P.', is centered on the page. The signature is stylized and somewhat cursive.

María Belén Mesías Porras

0550314124

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **APLICACIÓN DE UN PROCESO ECOLÓGICO DE TRATAMIENTO DE CUERO TIPO PIEL DE CULEBRA CON CROMO FREE COMO UNA ALTERNATIVA DE MODA EN ECUADOR**, realizado por la señorita: **MARÍA BELÉN MESÍAS PORRAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Mónica Lilián Andrade Ávalos, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-11-18
Ing. Cesar Arturo Puentes Guíjarro, PhD. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-18
Ing. Darío Fernando Guamán Lozada, MsC. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-18

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Marcelo y María por ser la fuerza que me impulsa día a día a seguir adelante y a no rendirme. Por siempre confiar, creer en mí y en mis sueños. Por enseñarme que todas mis metas propuestas puedo conseguir a base de mucho trabajo y sacrificio. A mis hermanas Romina y Marcela por siempre ser mis cómplices, consejeras y motivación cada día para alcanzar mis metas.

María Belén

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi Príncipe San Miguel por darme salud y vida para culminar esta etapa tan importante de mi vida, por ser esa luz que siempre me guía por donde caminar. A mi querida ESPOCH por brindarme la oportunidad de ser Ingeniera Química y aprender en sus aulas con los mejores maestros para formarme como una buena persona y profesional. Agradezco al director y miembro de tesis, los ingenieros Cesar Puente y Darío Guamán, por ayudarme con su experiencia, conocimiento y orientación en todo momento para así finalizar con éxito mi trabajo de titulación.

María Belén

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Limitaciones y delimitaciones.....	2
1.2. Problema general de investigación.....	2
1.3. Problemas específicos de investigación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.5. Justificación.....	3
1.5.1. <i>Justificación Teórica</i>	3
1.5.2. <i>Justificación Metodológica</i>	4
1.5.3. <i>Justificación Práctica</i>	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.6.1. <i>Hipótesis General</i>	5
1.6.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación.....	6
2.2. Referencias Teóricas.....	7
2.2.1. <i>Cuero de bovino</i>	7
2.2.2. <i>Proceso de curtición</i>	7
2.2.3. <i>Curtido con cromo</i>	7
2.2.4. <i>Curtido Cromo free (libre de cromo)</i>	7
2.2.5. <i>Biodegradable</i>	8
2.2.6. <i>Piquel</i>	8

2.2.7.	<i>Sales de Circonio</i>	8
2.2.8.	<i>Novaltán AG</i>	8
2.2.9.	<i>Dolatan F</i>	9
2.2.10.	<i>Pruebas físico-mecánicas</i>	9
2.2.11.	<i>Temperatura de contracción</i>	9
2.2.12.	<i>Elongación</i>	9
2.2.13.	<i>Resistencia a la tensión</i>	10
2.2.14.	<i>Lastimetría</i>	10
2.2.15.	<i>Pruebas de análisis sensorial</i>	10
2.2.16.	<i>Grabado</i>	10
2.2.17.	<i>Suavidad</i>	10
2.2.18.	<i>Soltura de flor</i>	11
2.2.19.	<i>Llenura</i>	11

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	12
3.1.	Enfoque de investigación	12
3.2.	Nivel de Investigación	12
3.3.	Diseño de investigación	13
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	13
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo (transversal, longitudinal)</i>	14
3.4.	Tipo de estudio (documental/de campo)	14
3.5.	Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	14
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	15
3.6.1.	<i>Tratamiento ecológico libre de cromo</i>	15
3.6.1.1.	<i>Almacenamiento de piel cruda</i>	15
3.6.1.2.	<i>Remojo</i>	15
3.6.1.3.	<i>Pelambre</i>	15
3.6.1.4.	<i>Desencalado</i>	15
3.6.1.5.	<i>Purga y piquelado</i>	16
3.6.1.6.	<i>Curtido</i>	16
3.6.1.7.	<i>Rebajado</i>	21
3.6.1.8.	<i>Neutralizado</i>	21
3.6.1.9.	<i>Recurtido</i>	21
3.6.1.10.	<i>Perchado y secado</i>	26
3.6.1.11.	<i>Ablandamiento</i>	26

3.6.1.12.	<i>Teñido</i>	26
3.6.1.13.	<i>Grabado</i>	26
3.6.1.14.	<i>Tamponado</i>	27
3.6.1.15.	<i>Lacado</i>	27
3.6.2.	<i>Métodos de pruebas</i>	28
3.6.2.1.	<i>Pruebas físico-mecánicas</i>	28
3.6.2.2.	<i>Pruebas sensoriales</i>	30
3.6.3.	<i>Análisis estadístico</i>	31
3.6.3.1.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	31
3.6.3.2.	<i>Tratamiento y diseño experimental</i>	32
3.6.4.	<i>Aplicación del diseño al azar de pruebas físico-mecánicas</i>	37
3.6.4.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	37
3.6.4.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	39
3.6.4.3.	<i>Lastometría</i>	42
3.6.5.	<i>Diseño experimental al azar de pruebas sensoriales</i>	44
3.6.5.1.	<i>Grabado</i>	44
3.6.5.2.	<i>Suavidad</i>	47
3.6.5.3.	<i>Soltura de flor</i>	49
3.6.5.4.	<i>Llenura</i>	49
3.7.	<i>Evaluación económica</i>	51
3.7.1.	<i>Costos de tratamiento común con cromo</i>	52
3.7.2.	<i>Costos de tratamiento con cromo free</i>	53

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
4.1.	Evaluación de las pruebas físico-mecánicas de las pieles bovinas	55
4.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	55
4.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	55
4.1.3.	<i>Lastometría</i>	56
4.2.	Evaluación de las pruebas sensoriales de las pieles bovinas curtidas	56
4.2.1.	<i>Grabación</i>	56
4.2.2.	<i>Suavidad</i>	57
4.2.3.	<i>Soltura de flor</i>	57
4.2.4.	<i>Llenura</i>	58
4.3.	Comprobación de hipótesis	59
4.3.1.	<i>Hipótesis general</i>	59

4.3.2.	<i>Hipótesis específica 1</i>	59
4.3.3.	<i>Hipótesis específica 2</i>	60
4.3.4.	<i>Hipótesis específica 3</i>	60
4.3.5.	<i>Hipótesis específica 4</i>	60
4.4.	Evaluación de los costos de los cueros bovinos terminados	61
 CONCLUSIONES		62
RECOMENDACIONES		63
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Proceso de curtido con 2% de circonio	17
Tabla 2-3: Proceso de curtido con 3,5% de circonio	19
Tabla 3-3: Proceso de curtido con 5% de circonio	20
Tabla 4-3: Proceso de recurtición	23
Tabla 5-3: Corrección de Recurtición	25
Tabla 6-3: Cantidades de productos para teñido	26
Tabla 7-3: Cantidades de producto para el grabado	27
Tabla 8-3: Cantidades de producto para el tamponado	27
Tabla 9-3: Cantidad de producto para el lacado	28
Tabla 10-3: Tabla de referencia norma IUP 6	28
Tabla 11-3: Esquema experimental	32
Tabla 12-3: Esquema de recolección de datos para pruebas físico mecánicas	32
Tabla 13-3: Esquema de sumatoria de resultados	33
Tabla 14-3: Esquema de Tabla Anova para el diseño bloques completos al azar	34
Tabla 15-3: Esquema de recolección de datos para pruebas sensoriales	35
Tabla 16-3: Esquema de sumatoria de resultados	36
Tabla 17-3: Esquema de Tabla Anova para el diseño completamente al azar	36
Tabla 18-3: Datos del parámetro resistencia a la tensión	37
Tabla 19-3: Sumatoria de resultados resistencia a la tensión	38
Tabla 20-3: Tabla anova del parámetro resistencia a la tensión	39
Tabla 21-3: Datos del parámetro porcentaje de elongación	39
Tabla 22-3: Sumatoria de resultados porcentaje de elongación	40
Tabla 23-3: Tabla anova del parámetro porcentaje de elongación	41
Tabla 24-3: Datos del parámetro lastometría	42
Tabla 25-3: Sumatoria de resultados lastometría	43
Tabla 26-3: Tabla anova de porcentaje de elongación	44
Tabla 27-3: Datos de valoración de prueba de grabado	44
Tabla 28-3: Sumatoria de resultados de grabación	45
Tabla 29-3: Tabla Anova de prueba de grabado	46
Tabla 30-3: Datos de valoración de suavidad	47
Tabla 31-3: Sumatoria de resultados de suavidad	47
Tabla 32-3: Tabla Anova de prueba de suavidad	48
Tabla 33-3: Datos de valoración de Soltura de Flor	49
Tabla 34-3: Datos de valoración de llenura	49
Tabla 35-3: Sumatoria de resultados de llenura	50

Tabla 36-3: Tabla anova del parámetro llenura	51
Tabla 37-3: Tabla de costos del tratamiento con cromo	52
Tabla 38-3: Tabla de costos de los tratamientos con circonio	53
Tabla 1-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro grabación	56
Tabla 2-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro suavidad	57
Tabla 3-4: Tabla de valoración con tratamiento blanco en el parámetro soldadura de	58
Tabla 4-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro llenura	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DE NOALTAN AG

ANEXO B: FICHA TÉCNICA DE DOLATAN F

ANEXO C: INFORME DE ANÁLISIS DE TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.

ANEXO D: INFORME DE PRUEBAS FÍSICO-MECÁNICAS

ANEXO E: INFORME DE PRUEBAS SENSORIALES

ANEXO E: CUERO CURTIDO CON CIRCONIO

ANEXO G: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es aplicar un tratamiento de curtido de cuero bovino libre de cromo para obtener un cuero tipo piel de culebra de buena calidad como una alternativa de moda en Ecuador. Se utilizó diferentes niveles de circonio (2, 3.5 y 5%) con productos biodegradables. Se realizó todos los procesos generales para el tratamiento común del cuero bovino, en cada etapa se controló las variables (temperatura, potencial de hidrógeno, tiempo, concentración). Una vez terminado el cuero se realizó pruebas físico-mecánicas y sensoriales, de esta manera se valoró la calidad del cuero. El número de unidades experimentales fueron 12, es decir 3 bandas por tratamiento y una unidad llamada blanco que fue tratada con el proceso tradicional con cromo para realizar las comparaciones respectivas. Los resultados de las pruebas indican que todos los tratamientos realizados con circonio favorecen al prensado del cuero terminado, ya que, se puede diferenciar que tiene más relieve y puede ser utilizado para desarrollar cualquier artículo, para escatimar costos el mejor tratamiento es circonio al 3,5% porque la calidad con esta concentración es igual de buena en comparación con los otros porcentajes, mientras que el cuero que se curtió con cromo no tiene buena textura, el prensado de la placa no es uniforme y no tiene relieve. El precio por dm² del cuero tratado comúnmente con terminado tipo piel de culebra es de \$0,41 y el precio por dm² del cuero terminado tratado con el 2% de circonio es \$0,44/ dm². El precio final del cuero tratado con el 3,5% de circonio es de 0,44/dm² y finalmente el costo del cuero tratado al 5% de circonio es \$0,45/dm². Es recomendable utilizar circonio como agente curtiente si el cliente desea un cuero con una buena grabación y nivel alto de relieve.

Palabras clave: <CIRCONIO>, <CURTIDO>, <CROMO FREE>, <CUERO BOVINO>, <MODA>, <ECUADOR>.



2458-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The objective of this research work consists of applying a chrome-free bovine leather tanning treatment to obtain a good quality snakeskin type leather as a fashionable alternative in Ecuador. Different levels of zirconium (2, 3.5 and 5%) were used with biodegradable products. All the general processes for the common treatment of bovine leather were carried out, and the variables (temperature, hydrogen potential, time, concentration) were controlled at each stage. Once the leather was finished, physical-mechanical and sensory tests were carried out to evaluate the quality of the leather. The number of experimental units was 12, i.e. 3 bands per treatment and one unit called white, which was treated with the traditional chrome process for the respective comparisons. The results of the tests indicate that all the treatments performed with zirconium favor the pressing of the finished leather, since, it can be differentiated in that it has more relief and can be used to develop any article, to save costs the best treatment is zirconium at 3.5% because the quality with this concentration is equally good compared to the other percentages, while the leather that was tanned with chrome does not have good texture, the pressing of the plate is not uniform and it does not have relief. The price per dm² of leather commonly treated with snakeskin finish is \$0.41 and the price per dm² of finished leather treated with 2% zirconium is \$0.44/dm². The final price of leather treated with 3.5% zirconium is \$0.44/dm² and finally the cost of leather treated with 5% zirconium is \$0.45/dm². It is recommended to use zirconium as a tanning agent if the customer wants a leather with a good engraving and high level of relief.

Keywords: <ZIRCONIUM>, <TANNING>, <CHROMIUM FREE>, <BOVINE LEATHER>, <FASHION>, <ECUADOR>.



MSc. Ana Gabriela Reinoso Espinosa

C. I. 1103696132

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se obtuvo un proceso ecológico de tratamiento de cuero bovino libre de cromo en el cual se utilizó circonio en lugar de cromo obteniendo así una piel de buenas características siendo útil como materia prima para realizar varios artículos como calzado, marroquinería, vestimenta, etc. Se aplicó la formulación de un proceso ecológico con productos biodegradables en pieles bovinas variando el porcentaje de circonio al 2, 3.5 y 5 % obteniendo como resultado que todos los porcentajes de circonio dan buenas características sensoriales y físico mecánicas al producto final. Se realizó pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales para verificar la factibilidad de uso del cuero terminado teniendo como resultado que esta piel tiene características muy parecidas a las pieles tratadas con cromo. El mejor tratamiento para obtener la textura fueron todas las bandas que fueron añadidas circonio en su tratamiento de curtido y recurtido ya que se pudo grabar la placa sin ningún problema, es importante mencionar que se obtiene más relieve en la textura las bandas que se aplicó 5% de circonio, a comparación de las bandas tratadas con cromo en el curtido y recurtido el grabado de la placa para obtener el cuero tipo piel de culebra no se obtuvo un buen resultado ya que no existió un buen relieve y presentó desuniformidad en las bandas. El costo de la producción de este cuero libre de cromo es elevado en comparación al tratamiento convencional ya que el dm² del cuero tratado con cromo con el terminado tipo piel de culebra es \$0,41 y el dm² de cromo con circonio y productos biodegradables es \$0,45. En este proyecto se aplicó el proceso común hasta el piquel, posteriormente se realizó el curtido y recurtido donde aplicamos el tratamiento libre de cromo con productos biodegradables, finalmente se realizó todos los procesos necesarios de acabados donde se obtuvo un cuero original y de buena calidad listo para ser materia prima para la elaboración de artículos de cuero por empresarios y artesanos ecuatorianos.

Esta investigación es de gran importancia ya que se pudo deducir que, si existe otra forma de tratar las pieles bovinas sin causar tanto impacto ambiental y así obtener un producto de calidad, innovador, sobre todo sostenible con el medio ambiente y elaborado en Ecuador.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de un proceso ecológico de tratamiento de cuero tipo piel de culebra con cromo free como una alternativa de moda en Ecuador es un proyecto de investigación que pretende centrarse en la innovación sostenible con el medio ambiente en nuestro país ya que muchas veces se exporta la materia prima y no se desarrolla los productos, de esta manera se desaprovecha la materia prima que generamos, todo este proceso de innovación se desarrollará con químicos biodegradables, mejorando la producción y siendo éste un proceso sostenible con el medio ambiente ya que si se trata el cuero de la manera común con cromo este elemento se puede convertir en cromo hexavalente causando varios daños en el medio ambiente poniendo en peligro a todos los seres vivos. Si bien no existe gran variedad de trabajos de investigación sobre el tratamiento de cuero sin cromo, en Ambato Jaramillo Constante (2021, p.50), recomienda sustituir el uso de cromo por curtiente vegetal también conocidos como taninos, en este trabajo de investigación el tanino fue extraído del guarango teniendo como resultado un producto de buena calidad, disminuyendo el impacto negativo al medio ambiente.

1.1. Limitaciones y delimitaciones

En el presente trabajo se aplicará un proceso ecológico de tratamiento de cuero libre de cromo con químicos biodegradables proveídos de la empresa ecuatoriana MASCKEM HAUS S.A. la cual importa productos biodegradables para la curtiduría de nacionalidad alemana. Se realizarán tres tratamientos con los niveles al 2%, 3.5% y 5% de concentración de circonio con tres repeticiones cada uno, teniendo como blanco un tratamiento con tres repeticiones tratados de la forma común con cromo y así poder realizar nuestros análisis y conclusiones.

1.2. Problema general de investigación

- ¿Aplicar un proceso con químicos biodegradables será un proceso ecológico de tratamiento de cuero tipo culebra como una alternativa de moda en Ecuador?

1.3. Problemas específicos de investigación

- ¿Cuál de todos los ensayos realizados nos mostrará las variaciones de porcentajes de los químicos biodegradables correctos para obtener el cuero tipo culebra?
- ¿Qué calidad de cuero se obtendrá con un proceso ecológico libre de cromo?

- ¿Qué tratamiento es mejor para obtener la textura deseada?
- ¿Cuáles serán los costos para obtener un tipo de cuero diferente

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Aplicar un proceso ecológico de tratamiento de cuero tipo piel de culebra con Cromo Free como una alternativa de moda en Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar la formulación de un proceso ecológico en pieles bovinas variando los porcentajes de Circonio para obtener cuero tipo culebra.
- Realizar pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales del cuero obtenido en laboratorios para verificar la factibilidad de uso.
- Determinar cuál es el mejor tratamiento mediante la práctica para obtener la textura deseada.
- Determinar costos de producción del cuero obtenido mediante los cálculos necesarios para establecer un precio al producto.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el tratamiento de cuero con procesos ecológicos como una alternativa para las industrias de la curtiembre donde actualmente se realiza este proceso con cromo, cuyos resultados de la investigación podrán ser la base de la implementación de estos químicos biodegradables en las industrias que estén buscando un proceso que no cause impacto negativo al medio ambiente con el objetivo de innovar con diferentes texturas y colores para impulsar la moda y productividad en el país.

1.5.2. Justificación Metodológica

La aplicación de circonio en lugar de cromo y los químicos biodegradables como Dolatan F y Novaltán AG se analizan mediante fichas técnicas de los productos facilitadas por la empresa MASCKEM HAUS S.A. en los cuales se realizará los respectivos análisis para variar los porcentajes en los procesos donde se adiciona estos químicos los cuales son curtido y recurtido para que finalmente se realice el acabado en seco para obtener la textura y colores deseados. Para determinar cuál de estos se varía y cuales se mantienen constantes debemos tener en cuenta las necesidades y expectativas que se presenten por parte del cliente es decir si se desea tener un cuero más exótico el circonio es el elemento que nos ayudará para una mejor grabación en las placas, el Dolatan F es muy recomendable aplicar en el proceso para reducir el tiempo de descomposición del cuero y finalmente nuestro último químico biodegradable es Novaltán AG siendo este un glutaraldehído donde si se coloca en menor proporción el cuero es más orgánico. Una vez que este proceso se realice con estos químicos biodegradables demostraremos su validez y confiabilidad para que sean utilizados a nivel industrial.

1.5.3. Justificación Práctica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de implementar métodos ecológicos en todas las industrias generalmente, en este proyecto se desea utilizar químicos que sean de fácil descomposición y que el producto final tenga las mismas o mejores características que curtir con cromo, así disminuyendo la contaminación e innovando en los colores y texturas de los cueros para luego ser procesados para fabricar varios artículos, aplicando procesos sostenibles con el medio ambiente sin causar contaminación en los ríos y en los sectores aledaños a las industrias. El innovar en nuestro país y arriesgarnos a crear cosas diferentes y originales es muy importante ya que tenemos varios recursos los cuales debemos aprovechar como materia prima para poder realizar cualquier tipo de producto generando así más fuentes de trabajo, ofreciendo opciones para nuestros empresarios y artesanos teniendo como resultado productos de excelente calidad, con precios accesibles, sostenibles con el medio ambiente y sobre todo elaborados en nuestro país Ecuador.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- Se obtuvo un proceso ecológico de tratamiento de cuero bovino libre de Cromo sustituyendo este elemento por circonio variando su concentración, teniendo como resultado un cuero tipo piel de culebra con la normativa de calidad vigente en las pieles bovinas como una alternativa de moda en Ecuador.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Se aplicó la formulación de un proceso ecológico en pieles bovinas variando los porcentajes de circonio (2, 3.5 y 5 %) y como resultado se obtuvo el cuero tipo piel de culebra.
- Se realizó pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales en laboratorios se obtuvo un cuero de buena calidad apto para la elaboración de varios productos.
- Mediante la práctica se determinó el mejor tratamiento para obtener la textura deseada
- Se determinó costos de producción del cuero mediante los cálculos siendo este muy accesible para todos los artesanos y empresarios que quieran diseñar artículos originales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Las pieles de animales desde la era prehistórica han estado sujetas a la vida diaria de los seres humanos por este motivo se consideran como un elemento indispensable, tanto para el hogar como para el ámbito industrial. A pesar de los avances tecnológicos e innovaciones, las pieles de animales continúan vigentes, requeridas para la elaboración de productos, por ejemplo, en el área del calzado (Jaramillo Constante, 2021, p.1).

La Industria de la Curtiduría produce una gran contaminación del agua, aire y suelo, que afecta al ecosistema, a sus trabajadores y a la población que habita en las comunidades cercanas a estas empresas; esta contaminación se genera, principalmente, dentro de su proceso de curtido al cromo, por emisiones al ambiente de los efluentes líquidos y residuos sólidos mediante el sistema de alcantarillado común sin un tratamiento previo, aun cuando existen normas ambientales que lo prohíben, originando graves problemas en la calidad del agua y una degradación constante del ambiente (García Salazar, 2008, p.66).

Se ha aplicado también curtido vegetal siendo este un proceso artesanal tradicional que las curtiembres se han encargado de pasar de generación en generación por más de 200 años, utilizando tanto recetas antiguas, como tecnologías de punta. En los productos de curtido vegetal, se puede apreciar el nivel de destreza que se ha aplicado para su producción. El curtido vegetal es amigable con el medio ambiente, lo que significa que es un producto que se puede reciclar. Debido al uso de taninos naturales, los productos de curtido vegetal son únicos y poseen vida propia. No son los mismos durante toda su vida útil, sino que cambian permanentemente para mejorarse. La transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo es un proceso que solo se da lentamente en tambores de madera, al tiempo que se respeta el medioambiente. Es un proceso increíble, basado en el uso de taninos naturales, tecnologías y máquinas modernas. En Ecuador las tenerías están cada vez más comprometidas con los aspectos éticos y sociales de sus negocios, y esto, mediante continuas inversiones, ha permitido asegurar mejoras sustanciales la eficiencia de procesos y en el control y prevención de la contaminación (Guaminga Taday, 2016, p.1).

La curtición inorgánica también se puede realizar con sol de sílice este elemento actúa profundamente en el colágeno para transformarlo en un cuero que puede ser utilizado para la elaboración de varios artículos, siendo el porcentaje más acertado 18% para cueros de calzado puesto que con este porcentaje se obtiene el fortalecimiento del entretejido fibrilar para que no se

rompa al aplicar las fuerzas para la fabricación del producto superando así las exigencias de calidad de los organismos reguladores (Narvaez, 2020, p.70).

2.2. Referencias Teóricas

2.2.1. *Cuero de bovino*

Una de las pieles más comunes, utilizados en la antigüedad y actualmente es el cuero de bovino o vacunos, clasificación que está conformada por vacas, en sus diferentes tipos, bisontes, bueyes, toros, búfalos y hasta los antílopes, la mayoría de artículos son elaborados por este tipo de cuero (Jeluiho, 2018, párr.1).

2.2.2. *Proceso de curtición*

En este proceso la descomposición de la piel se detiene ya que se añade varios agentes curtientes. La piel del animal después de esta etapa adquiere resistencia, elasticidad y suavidad, características que facilitan su posterior elaboración. De esta manera el cuero se convierte en un material flexible, que puede prestarse a diferentes aplicaciones: desde la realización de valijas, zapatos, cinturones, joyas, sofás, sillones de cuero, fundas para teléfonos celulares, ropa y abrigos, entre otros (Tannins, 2018, párr.6).

2.2.3. *Curtido con cromo*

El cromo actualmente es considerado como sustancia nociva. Es un metal pesado y como tal, se hace cada vez más difícil la eliminación de todos los residuos que lo contienen: virutas de rebajado, polvo de esmerilado, restos de retales y troquelados, así como también, los artículos de piel acabada en desuso (zapatos y bolsos viejos, tapicerías, etc.)

2.2.4. *Curtido Cromo free (libre de cromo)*

Las pieles libres de cromo son procesadas con otros elementos diferentes al cromo en su curtición como vegetales, otros compuestos inorgánicos, etc.

2.2.5. *Biodegradable*

Biodegradable es el producto o sustancia que puede descomponerse fácilmente en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales (Green technology, 2019, párr. 1).

2.2.6. *Piquel*

Se realiza para ajustar el nivel de pH de las pieles, este pH se lleva de 8,0 a niveles de 2,5 a 4,0, lo cual es muy necesario para facilitar la absorción de los curtientes posteriores. En esta etapa se pretende interrumpir la acción enzimática del rendido y actúa como complemento del desencalado, el píquel sirve como procedimiento para la conservación de la piel, para posteriormente realizar el curtido de la piel (Saldaña Valencia, 2009, p.25).

2.2.7. *Sales de Circonio*

Los cueros curtidos y recurtidos con sulfatos básicos de circonio pueden ser teñidos con colorantes iónicos en tonos especialmente limpios y brillantes, resistiendo bien el envejecimiento. Por sus características este tipo de cuero se parecerá más a un cuero curtido al vegetal que al cuero de curtición al cromo ya que tendrá una apariencia blanca más no azul (Barretto, 2017, p.27).

2.2.8. *Novaltán AG*

Según ZSCHIMMER & SCHWARZ (2021, pp.1-2), es un agente curtiente a base de aldehídos para la precurtición y la recurtición de todo tipo de cueros, es una preparación acuosa de aldehídos. Tiene buenas propiedades curtientes, brindando buena blandura, plenitud y uniformidad. Se obtiene un óptimo efecto aumentando el pH a $> 4,5$ y elevando la temperatura. El uso en un baño corto también es ventajoso para el agotamiento.

La aplicación de Novaltán AG en la precurtición tiene las siguientes características:

- Mejor distribución de la grasa natural
- Difusión más uniforme y enlace del agente curtiente subsiguiente
- Mejor blandura y plenitud
- Se reduce la tendencia a soltura de flor
- Se mejora el teñido, obteniéndose mayor uniformidad y brillantez
- Incremento de blandura y plenitud

2.2.9. Dolatan F

Según ZSCHIMMER & SCHWARZ (2016, pp. 1-2), es un recurtiente sintético para cueros curtidos al cromo y al vegetal, es un producto de condensación de fenol. Se utiliza para cueros blancos solos o en combinación con otros sintanes; los cueros obtenidos muestran:

- Buena blandura
- Buena plenitud
- Un grano fino
- Buena afileabilidad durante buen agotamiento del baño

2.2.10. Pruebas físico-mecánicas

Las pruebas físico-mecánicas se realizan para valorar los parámetros del material y así poder determinar cuáles serán sus futuras aplicaciones, obteniendo así las características y la certeza que cumplen con la finalidad con la que fueron diseñados, siendo cada una de estas pruebas las propiedades que obtiene el material a partir de un proceso relacionadas con su capacidad de resistir fuerzas o deformaciones.

2.2.11. Temperatura de contracción

Se mide observando la temperatura a la cual una tira de cuero comienza a contraerse dentro del agua al calentarse esta durante tres minutos. El arreglo tridimensional del colágeno al ser sometido a temperaturas crecientes sufre varios cambios que tiene como causa una alteración en la apariencia física del mismo. La muestra sometida a cierta temperatura, primero empieza a alargarse haciéndose suave, si la temperatura va en aumento el segundo cambio que ocurre es que se encoje y la muestra se vuelve dura (Gomez, 2016, p.35).

2.2.12. Elongación

Es el alargamiento de una muestra sometida a tracción, en otras palabras más relacionadas con las pruebas físico mecánicas, es el porcentaje de elongación que presenta la capacidad del cuero para estirarse frente a la aplicación de un esfuerzo unidireccional (Zendejas Pavón, 2021, p.25).

2.2.13. Resistencia a la tensión

Esta prueba físico-mecánica determina la resistencia que tiene la muestra del cuero frente a la ruptura, donde se somete a un estiramiento lento y así obtenemos como resultado el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero.

2.2.14. Lastometría

Esta prueba determina la deformación que le llevó al cuero de la forma plana a la forma espacial, esto provoca una tensión muy fuerte en la capa de flor porque la superficie debía alargarse mucho más que el resto de la piel para ajustarse a la forma espacial, para realizar los análisis de esta característica se usa un equipo llamado lastómetro (Narvaez, 2020).

2.2.15. Pruebas de análisis sensorial

Las pruebas sensoriales nos permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto, esto se refiere a lo que podemos palpar con nuestros sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído con información sobre gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad según gustos o conocimientos (Ramírez Navas, 2012, p.86).

2.2.16. Grabado

El grabado es un tipo de decoración en artículos de piel, consiste en preparar planchas a altas temperaturas en las que se define la forma y textura que se desea obtener finalmente en el producto, esta plancha se aplica sobre la piel teniendo como resultado la impresión del diseño.

2.2.17. Suavidad

La suavidad es un parámetro muy importante para la distribución del cuero para que puedan elaborar productos cómodos que serán utilizados por el hombre como son prendas de vestir y calzado. Para determinar la suavidad es muy importante también la característica de la blandura del cuero se realiza este análisis tocando y palpando el cuero final. Otro factor que puede determinar la suavidad es la caída del cuero.

2.2.18. *Soltura de flor*

La soltura de flor es cuando la capa superior no está impregnada a la capa subyacente del corium principal y forma arrugas o pliegues cuando se dobla el cuero con la flor hacia dentro (Arenas, 2019, p.6).

2.2.19. *Llenura*

La llenura en el cuero se refiere al espesor de la piel y grado de llenado en la estructura fibrilar (Narvaez, 2020, p.43)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación será cuantitativo ya que este representa un conjunto de procesos secuenciales, es decir, cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir ningún paso. El orden para la aplicación de un proceso ecológico de tratamiento de cuero tipo piel de culebra con cromo free es riguroso por lo que este sería el enfoque de la investigación, aunque también se puede redefinir alguna fase para que la experimentación del proyecto se realice de la mejor manera, derivándose así objetivos y preguntas de investigación, se realiza varias revisiones de literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Estableciendo las hipótesis de las preguntas y determinando variables; finalmente se analizan las mediciones que se ha obtenido en todas las pruebas realizadas utilizando métodos estadísticos concluyendo la factibilidad del trabajo de titulación con una comparación con un tratamiento común con cromo.

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación será exploratorio ya que implica una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y se analizan datos cuantitativos. La modalidad que se utilizará es comparativa, en este proyecto ya que se obtendrá un blanco con un tratamiento de cuero común con cromo, el cual nos servirá para comparar las propiedades y características que se obtendrá con el proceso ecológico con circonio y la aplicación de químicos biodegradables. Los descubrimientos del proceso con los tres tratamientos aplicando los diferentes niveles de circonio con tres repeticiones cada uno, se comparan e integran en la interpretación y elaboración del reporte de estudio comparando con un tratamiento común con cromo.

Se decidió realizar este nivel de investigación porque es útil para explorar un fenómeno, pero también desea expandir los resultados y poner en marcha las etapas ya que son claras y diferenciadas la una de la otra.

La investigación se realizará en la curtiembre “Zúñiga” ubicada en la ciudad de Ambato, se aplica el proceso ecológico con químicos biodegradables y con diferentes porcentajes de circonio partiendo de la curtición con cromo free, es decir un proceso libre de cromo. Posteriormente se realizará la etapa recurrir donde se va dando las características al cuero, una vez terminado con esos dos procesos principales se realiza el acabado en seco donde obtenemos nuestro cuero tipo piel de culebra. Finalmente se realizará los análisis del producto obtenido en laboratorios donde

se analizan los resultados finales de las pruebas físico-mecánicas y sensoriales, las cuales nos indicaran la calidad del cuero que se ha producido. El proceso ecológico de tratamiento de cuero una vez comprobado podrá ser aplicado a nivel industrial por todas las empresas que deseen contrarrestar la contaminación.

3.3. Diseño de investigación

En este proyecto se aplicará el diseño de investigación experimental ya que observaremos las ventajas de utilizar químicos biodegradables en el proceso de tratamiento de cuero realizando varios ensayos con diferentes concentraciones de nuestra variable independiente que es el circonio, requiriendo también la manipulación intencional de la misma para analizar sus posibles resultados. Los experimentos también son conocidos como estudio de intervención, en este trabajo de titulación generaremos una situación a tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen, es decir cuál es el efecto positivo de emplear esos químicos biodegradables y el circonio en el tratamiento de cuero bovino en lugar de los reactivos comunes en estas industrias como es el cromo y otros químicos, esperando obtener un cuero que cumpla con todos los estándares de calidad y con un acabado inusual que sea de agrado para los consumidores.

Los diseños experimentales en este proyecto serán para las pruebas físico-mecánicas que son resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastometría se aplicará el diseño en bloques completamente al azar. En las pruebas sensoriales que son grabado, suavidad, soltura de flor y llenura se realizará un diseño completamente al azar.

3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

Al manipular la variable independiente que es el circonio, aplicaremos este elemento al tratamiento ecológico con los productos biodegradables según sus especificaciones de hojas técnicas para verificar su estímulo experimental durante las etapas de curtición y recurtición.

La manipulación de la variable independiente depende de la necesidad que tengamos al momento de realizar un producto específico. Los químicos que usaremos en nuestro trabajo de titulación son:

- Circonio: el circonio es nuestra variable independiente, es aplicado si nuestro objetivo es tener placas más exóticas, con una buena grabación, en nuestro proceso este químico será utilizado al 2%, 3,5% y 5%.
- Dolatan F: es un químico biodegradable aplicado para reducir el tiempo de descomposición del material para obtener un producto con todos los estándares de calidad, amigable con el

medio ambiente ya que no produce efectos tóxicos en su residuo, este químico lo utilizaremos al 5 % de concentración en todos los ensayos.

- Novaltán AG: es un glutaraldehído donde si utilizamos en menor proporción el producto el cuero es más orgánico, la aplicación de este químico se lo realizará al 5 % en todos los ensayos, es decir se mantendrá constante.

3.3.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo (transversal, longitudinal)

Aplica para diseño no experimental

3.4. Tipo de estudio (documental/de campo)

El tipo de estudio es de campo ya que se efectúa en una situación realista en cual se manipula una variable independiente siendo esta el circonio variando con el 2%, 3.5% y 5% en condiciones cuidadosamente controladas como el pH y temperatura del agua y del cuero. Se obtendrá datos de la realidad y se podrá realizar el análisis tal y como se presentan los resultados de cada tratamiento con las tres repeticiones. La parte práctica se llevará a cabo en la curtiembre Zúñiga ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Ambato, donde posteriormente se realizó el recurtido en la curtiembre ALCE en el cantón Guano y finalmente se realizó los terminados en la curtiembre Castro en la ciudad de Ambato. Las pruebas físico-mecánicas se realizaron en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias en el Laboratorio de Curtiembre y Fibras Agroindustriales. Las pruebas sensoriales fueron valoradas por un técnico especializado en terminados de cuero de la empresa MASCKEM HAUS S.A.

3.5. Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

- Población: 9 bandas de cuero.
- Planificación: Se realizarán 3 tratamientos de curtidos con 3 repeticiones cada tratamiento manteniendo Dolatan F al 5%, Novaltán AG al 5% y variando el Circonio de 2-3,5 y 5%.
- Selección: Las muestras que cumplan con todos los parámetros se incorporará a las etapas finales.
- Blanco: Un tratamiento con 3 repeticiones.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Tratamiento ecológico libre de cromo

El tratamiento de cuero con químicos biodegradables es un proceso ecológico en el cual es empleado todas las etapas comunes que desarrollan las industrias de curtiduría con la diferencia que en este proyecto usaremos químicos biodegradables y en lugar de cromo aplicaremos el circonio en diferentes concentraciones, las etapas son:

3.6.1.1. Almacenamiento de piel cruda

La piel cruda tiene contenido de humedad, en esta etapa se realiza primero un control de calidad de la materia prima donde se revisa si estas pieles no tienen defectos para proceder a la siguiente etapa y así cuando se termine todo el proceso se pueda obtener productos finales de buena calidad. En el almacenamiento se conserva la piel con sal para evitar su pronta descomposición.

3.6.1.2. Remojo

La etapa de remojo se considera una de las más importantes en la producción de cueros. Esta etapa tiene como objetivo lavar, eliminar las sales de su conservación, disminuir sustancias solubles, rehidratarlas y ablandarlas. Posteriormente se escurre el agua proporcionada para llevar al siguiente proceso, generalmente el remojo de las pieles lo realizan en el bombo donde se realizará las etapas posteriores.

3.6.1.3. Pelambre

Esta etapa del pelambre se tarda un día en realizarse, en este proceso se elimina la epidermis y el pelaje del animal, generalmente se realiza sumergiendo en soluciones de sulfuro de sodio y cal en constante movimiento en grandes bombos giratorios, se desdoblán las fibras del cuero es así como se prepara para la posterior curtición.

3.6.1.4. Desencalado

En la etapa del desencalado se lava la piel para eliminar la cal y sulfuro del cuero, empleando grandes volúmenes de agua, utilizando ácidos orgánicos como sulfúrico, clorhídrico, fórmico, bórico, sal de amonio, azúcares y melazas.

3.6.1.5. Purga y piquelado

Se emplea sistemas enzimáticos derivados del páncreas y muy frecuentemente en el mismo baño desencalado se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno. La finalidad del proceso del piquelado es acidular hasta un determinado pH antes de la curtición.

3.6.1.6. Curtido

Se realizará 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno para obtener datos, nuestra variable en esta etapa será el circonio a diferentes concentraciones estas son al 2% 3.5% y 5%. Es importante recalcar que este experimento se basa en los controles del pH y temperatura y no en la cantidad de productos adicionales.

- *Proceso 1*

Para la obtención del primer tratamiento con la variación del 2% de circonio, se inició con un peso de piel de 24,5 kg, con este dato inicial se obtiene las cantidades exactas que intervienen en cada tratamiento realizando de la siguiente manera:

Ecuación 1-3

$$Peso(kg) = \frac{(Peso\ total\ de\ la\ piel)(Porcentaje\ de\ producto)}{100}$$

Cantidad de Emsul amC

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(0,5)}{100} = 0,1225kg$$

Cantidad de Novaltan AG

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(5)}{100} = 1,225kg$$

Cantidad de Dolatan F

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(5)}{100} = 1,225kg$$

Cantidad de Circonio al 2%

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(2)}{100} = 0,49kg$$

Cantidad de Bisulfito

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(0,4)}{100} = 0,098kg$$

Cantidad de Dolatan MG

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(1)}{100} = 0,245kg$$

Cantidad de fungicida

$$Peso(kg) = \frac{(24,5kg)(0,2)}{100} = 0,049kg$$

Tabla 1-3: Proceso de curtido con 2% de circonio

Actividad	%	Peso (kg)	Productos	Temperatura (°C)	Tiempo	Observaciones
Curtido	30		Sobra de baño piquelado	Ambiente		
	0,5	0,1225	Emsul amC (Grasa sulfitada)	Ambiente	15 min	
	5	1,225	Novaltán AG (Glutaraldehído)	Ambiente	1h	
	5	1,225	Dolatan F (Fenólico)	Ambiente	3h	Colocar Dolatan F y Circonio al mismo tiempo
	2	0,49	Circonio	Ambiente	3h	
	0,4	0,098	Bisulfito	Ambiente	8h	Colocar el Bisulfito, agua fría, Dolatan Mg y fungicida al mismo tiempo
	100	24,5	Agua fría			
	1	0,245	Dolatan Mg (Basificante)			

	0,2	0,049	Fungicida			
--	-----	-------	-----------	--	--	--

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- *Proceso 2*

Para la obtención del segundo tratamiento con la variación del 3,5% de circonio, se inició con un peso de piel de 24 kg, con este dato inicial se obtiene las cantidades exactas que intervienen en cada tratamiento realizando de la siguiente manera aplicando la Ecuación 1-3:

Cantidad de Emsul amC

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(0,5)}{100} = 0,12kg$$

Cantidad de Novaltan AG

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(5)}{100} = 1,2kg$$

Cantidad de Dolatan F

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(5)}{100} = 1,2kg$$

Cantidad de Circonio al 3,5%

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(3,5)}{100} = 0,84kg$$

Cantidad de Bisulfito

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(0,4)}{100} = 0,096kg$$

Cantidad de Dolatan MG

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(1)}{100} = 0,24kg$$

Cantidad de fungicida

$$Peso(kg) = \frac{(24kg)(0,2)}{100} = 0,048kg$$

Tabla 2-3: Proceso de curtido con 3,5% de circonio

Actividad	%	Peso (kg)	Productos	Temperatura (°C)	Tiempo	Observaciones
Curtido	30		Sobra de baño piquelado	Ambiente		
	0,5	0,12	Emsul amC (Grasa sulfitada)	Ambiente	15 min	
	5	1,2	Novaltán AG (Glutaraldehído)	Ambiente	1h	
	5	1,2	Dolatan F (Fenólico)	Ambiente	3h	Colocar Dolatan F y Circonio al mismo tiempo
	3,5	0,84	Circonio	Ambiente	3h	
	0,4	0,096	Bisulfito	Ambiente	8h	Colocar el Bisulfito, agua fría, Dolatan Mg y fungicida al mismo tiempo
	100	24	Agua fría			
	1	0,24	Dolatan Mg (Basificante)			
	0,2	0,048	Fungicida			

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- *Proceso 3*

Para la obtención del tercer tratamiento con la variación del 5% de circonio, se inició con un peso de piel de 24,7 kg, con este dato inicial se obtiene las cantidades exactas que intervienen en cada tratamiento realizando de la siguiente manera aplicando la Ecuación 1-3:

Cantidad de Emsul amC

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(0,5)}{100} = 0,124kg$$

Cantidad de Novaltán AG

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(5)}{100} = 1,235kg$$

Cantidad de Dolatan F

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(5)}{100} = 1,235kg$$

Cantidad de Circonio al 5%

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(5)}{100} = 1,235kg$$

Cantidad de Bisulfito

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(0,4)}{100} = 0,099kg$$

Cantidad de Dolatan MG

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(1)}{100} = 0,247kg$$

Cantidad de fungicida

$$Peso(kg) = \frac{(24,7kg)(0,2)}{100} = 0,049kg$$

Tabla 3-3: Proceso de curtido con 5% de circonio

Actividad	%	Peso (kg)	Productos	Temperatura (°C)	Tiempo	Observaciones
Curtido	30		Sobra de baño piquelado	Ambiente		
	0,5	0,124	Emsul amC (Grasa sulfitada)	Ambiente	15 min	
	5	1,235	Novaltan AG (Glutaraldehído)	Ambiente	1h	
	5	1,235	Dolatan F (Fenólico)	Ambiente	3h	Colocar Dolatan F y Circonio al mismo tiempo
	5	1,235	Circonio			
	0,4	0,099	Bisulfito	Ambiente	8h	Colocar el Bisulfito, agua fría, Dolatan Mg
	100	24,7	Agua fría			

	1	0,247	Dolatan Mg (Basificante)			y fungicida al mismo tiempo
	0,2	0,049	Fungicida			

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Es importante mencionar que la cantidad de químicos que se debe insertar en cada tiempo del proceso se realiza según el peso de las pieles que se procesa en cada tratamiento, toda esta etapa de curtición se realiza en un bombo giratorio. Una vez terminado esta etapa de curtido el cuero se retira de la solución y se escurre.

3.6.1.7. *Rebajado*

Cuando se ha terminado la etapa de curtición, el cuero es llevado a esta etapa de rebajado donde se da formación y acondicionamiento al cuero según el artículo que se desee elaborar. En esta etapa se divide longitudinalmente al cuero húmedo o seco que es demasiado grueso. Se iguala el espesor del cuero final según la necesidad del cliente y se utiliza maquinaria de cilindrar con cuchillas cortadoras para reducir el espesor del cuero y llegar a obtener el producto deseado, el espesor varía según los artículos que se quiera obtener. En este proyecto este cuero se desea destinar para calzado femenino por lo cual es calibre de la piel es 1,3.

3.6.1.8. *Neutralizado*

En esta etapa de neutralizado las pieles se pesan y se compensa las diferencias de pH entre las pieles. Para proceder a la siguiente etapa el peso de la piel debe tener una consideración de humedad para que los cálculos sean exactos y evitar inconvenientes.

3.6.1.9. *Recurtido*

En el recurtido primeramente se lava la superficie de la piel bovina con agua sobre peso rebajado, se realiza este proceso para descurtir la flor y deshacer los nidos del curtiente formados en el curtido. En esta etapa se va dando forma al diseño y colores del producto final que se desee obtener. Se tiñe según la necesidad, sumergiendo en grandes barriles de tinte, en nuestro proyecto se aplicó una receta de recurtido para obtener piel blanca por lo tanto no se aplicó color en esta etapa. Una vez que termine su tiempo de rodaje en el bombo, enjuagamos para evitar que los químicos aplicados sigan reaccionando y perchamos.

A continuación, se detalla el proceso a realizar, teniendo en cuenta que el peso total de las pieles es de 19.55kg las cuales son blancas y su calibre es 1,3.

Para obtener las cantidades de los productos, se inició con un peso de piel de 19,55 kg, con este dato inicial se obtiene las cantidades exactas que intervienen en cada tratamiento aplicando la Ecuación 1-3:

Cantidad de Agua

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(100)}{100} = 19,55kg$$

Cantidad de Supralan on

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(0,4)}{100} = 0,078kg$$

Cantidad de Ácido Oxálico

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(0,5)}{100} = 0,098kg$$

Cantidad de Sincurhol79

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(2)}{100} = 0,391kg$$

Cantidad de Novaltan AG

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(1)}{100} = 0,196kg$$

Cantidad de Más super Zr

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(2)}{100} = 0,391kg$$

Cantidad de Dolatan F

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(3)}{100} = 0,587kg$$

Cantidad de Formiato de Sodio

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(1)}{100} = 0,196kg$$

Cantidad de Dolatan N

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(2)}{100} = 0,391kg$$

Cantidad de Bicarbonato de Sodio

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(0,6)}{100} = 0,117kg$$

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(0,4)}{100} = 0,078kg$$

Cantidad de Zetestan Gf

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(5)}{100} = 0,978kg$$

Cantidad de Tafigal Hk

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(5)}{100} = 0,978kg$$

Cantidad de Synthol GS 606

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(6)}{100} = 1,173kg$$

Cantidad de Ácido Fórmico

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(1)}{100} = 0,196kg$$

Tabla 4-3: Proceso de recurtición

Actividad	%	Peso (kg)	Productos	Temperatura (°C)	Tiempo	Observaciones
Recurtido	100	19,55	Agua	Ambiente	30 min	Ecurrir
	0,4	0,078	Supralan on			
	0,5	0,098	Ácido Oxálico			
	100	19,55	Agua	Ambiente	20 min	
	2	0,391	Sincurhol79			
	1	0,196	Novaltan AG			

	2	0,391	Más super Zr	Ambiente	15 min	
	3	0,587	Dolatan F	Ambiente	40 min	
	1	0,1955	Formiato de Sodio	Ambiente	60 min	Descansa toda la noche y luego se escurre
	100	19,55	Agua	Ambiente	60 min	Verificar que el pH del agua y de la piel sea 5. Escurrir y lavar dos veces
	1	0,196	Formiato de Sodio			
	2	0,391	Dolatan N			
	0,6	0.117	Bicarbonato de Sodio			
	0,4	0,078	Bicarbonato de Sodio	Ambiente	20min	Se aplicó más de este producto para regular el pH a 5
	100	19,55	Agua	Ambiente	40min	
	5	0,978	Zetestan Gf			
	5	0,978	Tafigal Hk	Ambiente	30 min	
	6	1,173	Synthol GS 606	Ambiente	40 min	
	1	0,1955	Ácido Fórmico	Ambiente	20 min	Escurrir, lavar y pechar

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Después de tres días se realizó una corrección en el recurtido ya que la piel no tenía buen aspecto, al tacto estaba dura y sin grasa para realizar los terminados, se consideró un porcentaje de humedad en el peso de las bandas por lo cual los cálculos se realizaron con un peso de 25kg, con este dato inicial se obtiene las cantidades exactas que intervienen en cada tratamiento aplicando la Ecuación 1-3:

Cantidad de Agua

$$Peso(kg) = \frac{(25kg)(100)}{100} = 25kg$$

Cantidad de Tensoactivo

$$Peso(kg) = \frac{(25kg)(0,5)}{100} = 0,125kg$$

Cantidad de Formiato de Sodio

$$Peso(kg) = \frac{(25kg)(2)}{100} = 0,5kg$$

Cantidad de Sincurhol79

$$Peso(kg) = \frac{(25kg)(10)}{100} = 2,5kg$$

Cantidad de Dolatan F

$$Peso(kg) = \frac{(25kg)(5)}{100} = 1,25kg$$

Cantidad de Ácido Fórmico

$$Peso(kg) = \frac{(19,55kg)(2)}{100} = 0,5kg$$

Tabla 5-3: Corrección de Recurtición

Actividad	%	Peso (kg)	Productos	Temperatura (°C)	Tiempo	Observaciones
Recurtido	100	25	Agua	Ambiente	30 min	Ecurrir
	0,5	0,125	Tensoactivo			
	100	25	Agua	Ambiente	40 min	Ecurrir y lavar
	2	0,5	Formiato de sodio			
	100	25	Agua	60	50 min	Ver agotamiento de grasa
	10	2,5	Sincurhol 79			
	5	1,25	Dolatan F	Ambiente	30 min	
	2	0,5	Ácido Fórmico	Ambiente	20 min	Perchar y dejar reposar por lo menos 8 horas

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

3.6.1.10. *Perchado y secado*

Se perchó las pieles y se dejó actuar los productos por al menos 8 horas una vez transcurrido este tiempo se procedió a colgar las pieles para que se sequen al aire, después de dos días las pieles están listas para el siguiente proceso.

3.6.1.11. *Ablandamiento*

El proceso de ablandamiento consta en estirar las pieles y someterles a temperaturas bajas como un proceso de planchado obteniendo bandas lisas y sin arrugas, para proceder a realizar los terminados.

3.6.1.12. *Teñido*

Para aplicar el fondo negro de las bandas se utilizó la siguiente receta aplicando esta mezcla a soplete tres manos del producto en cruces ida y vuelta para que el color del cuero sea paralelo.

Tabla 6-3: Cantidades de productos para teñido

Producto	Cantidad
Base Ch	400gr
Fin tex black s	100gr
Agua	400gr
1080	100gr

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Después de aplicar el fondo en el cuero se deja secar por una noche para el día siguiente seguir con el proceso.

3.6.1.13. *Grabado*

Una vez que el cuero está seco se realizó el grabado y se obtuvo una textura tipo piel de culebra, las bandas fueron prensadas con una plancha a una presión de 200 bar, por un tiempo de 8 segundos y una temperatura de 90 °C en cada una de las bandas dándonos como resultado una

textura diferente. Posteriormente se aplicó la siguiente receta para obtener los colores deseados este proceso se denomina efecto oro.

Tabla 7-3: Cantidades de producto para el grabado

Producto	Cantidad
CH	500 g
Gold	100 g
45	20 g
Agua	380 g

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Esta composición se aplicó a soplete dándole cinco manos en cada una de las bandas para obtener el color deseado siendo este el dorado.

3.6.1.14. Tamponado

El proceso de tamponado se realizó manualmente ya que el efecto que se deseaba obtener era entre colores dorados con manchas negras simulando la piel de culebra, se obtuvo un buen resultado aplicando la siguiente receta, este proceso se realizó con media nailon y guaipe donde se procedió a colorear con movimientos circulares en el relieve más alto de cada una de las bandas.

Tabla 8-3: Cantidades de producto para el tamponado

Producto	Cantidad
08sh	800 g
Fintex black s	200 g

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

3.6.1.15. Lacado

Una vez secos los productos del teñido se procede a dar laca al agua donde se aplica la siguiente receta, esto se realiza para darle brillo al producto final. Es importante aplicar reticulante para que la laca se adhiera a la pintura y este no se desgaste fácilmente, de igual manera se deja secar por unas 3 horas aproximada y finalmente se prensa con una plancha lisa para realzar el brillo.

Tabla 9-3: Cantidad de producto para el lacado

Producto	Cantidad
08sh	500 g
Af647	50 g
Af640	10 g
Kx 380	5 g
Agua	300 g

Fuente: MASCKEM HAUS S.A., 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

3.6.2. *Métodos de pruebas*

3.6.2.1. *Pruebas físico-mecánicas*

Las pruebas físico-mecánicas se realizaron en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias en el Laboratorio de Curtiembre y Fibras Agroindustriales, aplicando en las Normas IUP, cada uno de los ensayos se detalla a continuación:

- *Resistencia a la tensión*

Para obtener los resultados de resistencia a la tensión se realiza el corte de la probeta de cuero, de acuerdo con las normas internacionales del cuero en condiciones como temperatura ambiente, el proceso para determinar este parámetro es el siguiente:

Para determinar la resistencia a la tensión se debe tomar extremos opuestos y sujetar de la respectiva probeta y separar, con esta acción la probeta se extiende en una dirección paralela a la carga que se aplica, posteriormente esta probeta se coloca dentro de las mordazas tensoras, en esta etapa se debe evitar que no se deslice de la probeta de lo contrario se puede obtener un dato erróneo del análisis. La máquina utilizada nos ayuda a alargar la probeta de cuero a una velocidad continua y constante, registra las fuerzas aplicadas y alargamientos, alcanza la fuerza para producir la deformación o rotura de la muestra.

En el desarrollo de este ensayo tuvimos como referencia las norma IUP 6.

Tabla 10-3: Tabla de referencia norma IUP 6

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
-----------------------	---------------	-------------------------	----------------

Resistencia a la tensión	IUP 6	Mínimo 1471 N/cm ² Óptimo 1962 N/cm ²	T= Lectura máquina Espesor de cuero x ancho (mm)
--------------------------	-------	--	---

Fuente: Laboratorio de curtiembre y fibras agroindustriales, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Para calcular la resistencia a la tensión se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 2-3

$$Rt = \frac{c}{A * E}$$

Dónde

Rt= Resistencia a la tensión

C= Carga de la ruptura (Este dato se obtiene en el display de la máquina)

A= Ancho de la probeta

E= Espesor de la probeta

Procedimiento para el desarrollo del análisis:

Obtenemos las medidas del espesor (probeta) con un calibrador en tres posiciones, posteriormente se promedió la medida de este factor. El dato obtenido es útil para ser sustituido en la fórmula, es importante recalcar que este factor (espesor) fue diferente en cada tratamiento según los porcentajes de circonio aplicados. A continuación, se midió el ancho (probeta) con la herramienta pie de rey para obtener datos reales, se obtuvo la medición de la longitud inicial del cuero y se colocó la probeta entre las mordazas tensoras. Después se procede a encender el equipo y calibrarlo, una vez que ya tenemos el equipo listo se elevó el display presionando los botones negros, luego se gira la perilla de color rojo-negro hasta encerrar. Finalmente se presiona el botón verde para el funcionamiento del tensiómetro de estiramiento.

- *Porcentaje de elongación*

La prueba física denominada porcentaje de elongación a la rotura se realiza para evaluar la capacidad del cuero terminado para resistir las tensiones multidireccionales a las que están sometidos. Esta prueba es necesaria, sus normas de calidad generalmente especifican el cumplimiento de valores mínimos de porcentaje de elongación.

Este ensayo a diferencia del de tracción es que la fuerza es aplicada a la probeta por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes, siendo estas tracciones en todas las direcciones.

La metodología aplicada para este ensayo es cortar una ranura en la probeta, los extremos curvados de dos piezas en forma de “L” se introducen en la ranura de la probeta, estas piezas

estarán fijadas por su lado opuesto en las mordazas de un dinamómetro como el que se utiliza en el de tracción, posteriormente se actúa el instrumento en forma de “L” introducidas en las probetas se separan a una velocidad constante en dirección perpendicular al lado más grande de la ranura casando la rotura del cuero, finalmente recolectamos los datos de la fuerza inicial y final calculando así el porcentaje de elongación.

Para calcular el porcentaje de elongación se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3-3

$$\% \text{ de elongación} = \frac{D}{MP}$$

Donde:

D= Deformación de el medidor

MP= Medida inicial de la probeta

- *Lastometría*

El ensayo de lastometría determina la deformación que presenta el cuero de la forma original a una espacial provocando así una fuerte tensión en la capa flor, normalmente la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. En el caso de que la capa flor no sea lo suficientemente elástica para ajustarse a la nueva forma se agrieta ocasionando arrugas en el cuero. Para determinar este parámetro se utilizó el método IUP 9 basado en el equipo lastómetro. Este método verifica la resistencia de la capa flor, puede ser utilizado para cualquier clase de cuero ligero especialmente para los que están destinados para empeine de calzado.

Para determinar este parámetro se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 4-3

$$\text{Lastometría} = 15,848x^5 - 229,24x^4 + 1313,4x^3 - 3724,8x^2 + 5229,5x - 2901,5$$

x= valor obtenido del equipo (BAR)

3.6.2.2. *Pruebas sensoriales*

La valoración se realizará a través de los sentidos, calificados por un técnico con conocimientos en terminados de cuero. Los parámetros grabados, suavidad, soltura de flor y llenura serán calificadas del 5 a 1 siendo estas: 5 excelente, 3 y 4 muy buena, 1 y 2 buena y menos de 1 baja.

- *Grabado*

La caracterización del grabado se realizó mediante el sentido del tacto donde el técnico especializado en acabados sentía la textura de cada una de las pieles apreciando sus relieves en cada tratamiento y repetición, evaluando en 5 puntos de cada banda.

- *Suavidad*

Para la calificación de la suavidad el cuero fue sometido a varios dobleces comprobando así su flexibilidad frente a la acción de su propio peso y fuerzas externas, siendo este parámetro relacionado que cuando la suavidad es buena esta acción es más rápida, se determinada con el sentido del tacto y la vista, ya que se observa también la deformación y el tiempo en que regresa a su estado inicial.

- *Soltura de flor*

Este análisis se realiza a través del sentido del tacto y la vista, primeramente, se palpa para determinar la sensación que provoca el cuero terminado, se realiza dobleces en cinco partes de la banda donde verificamos que no exista desprendimiento de la capa flor es decir la cantidad de arrugas debe ser muy bajo para poder obtener un cuero liso y duradero.

- *Llenura*

La valoración de llenura se realizó a través del tacto donde el analista experimentado palpa el cuero terminado determinando así el espesor y el grado de porcentaje de llenado en la estructura fibrilar del cuero donde el valor 5 es muy lleno y 1 nada lleno.

3.6.3. *Análisis estadístico*

3.6.3.1. *Técnicas de recolección de datos*

Una vez aplicado el tratamiento ecológico con cromo free en las unidades experimentales se recolectaron los datos, técnicas, errores, características de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones marcando un código en cada una de ellas para evitar confusiones y obtener datos correctos, siendo estos útiles para los análisis e interpretaciones respectivas.

3.6.3.2. Tratamiento y diseño experimental

Para obtener los resultados de la investigación experimental se realiza por un conjunto de etapas que está compuesta por actividades y técnicas que realizan para recabar información y datos manejando de manera deliberada la variable experimental y luego se analiza sus resultados.

Se empieza recolectando datos de las pruebas que se desee analizar, se define una hipótesis que claramente debe estar sujeta a ser comprobada mediante un método estadístico adaptando a la naturaleza de nuestra investigación para así determinar si se acepta o se rechaza dicha hipótesis.

Tabla 11-3: Esquema experimental

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U.E.	Piel/ Trat.
2 % de Circonio	A	3	1	3
3,5 % de Circonio	B	3	1	3
5% de Circonio	C	3	1	3
TOTAL				9

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- *Diseño en bloques completamente al azar para las pruebas físico-mecánicas*

Se decidió aplicar un diseño de bloques completo al azar ya que los resultados obtenidos se realizaron en un laboratorio y se desea comparar los tratamientos realizados con circonio y el tratamiento realizado con cromo llamado factor de bloque (Tratamiento Blanco). En este diseño se consideran tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamientos, el factor de bloque y el error aleatorio.

- Recolectamos los datos obtenidos de cada uno de los parámetros por tratamiento y repeticiones incluido el blanco (tratamiento con cromo).

Tabla 12-3: Esquema de recolección de datos para pruebas físico-mecánicas

	R 1	R2	R3
A			
B			
C			
Blanco			

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- Se determina cada uno de los tratamientos incluido el blanco donde el tratamiento A es al 2% de Zr, el tratamiento B es al 3,5% de Zr, el tratamiento C es al 5% de Zr. Y el tratamiento Blanco es un tratamiento de cuero común donde se aplica 7% de Cromo (Cr)
- Se define el número de repeticiones: 1,2,3.
- Procedemos a plantear las hipótesis:

$$\mathbf{H_0: UA=UB=UC=UB}$$

$$\mathbf{H_1: U_i \neq U_j}$$

- Graficamos la tabla de sumatoria de resultados

Tabla 13-3: Esquema de sumatoria de resultados

	R1	R2	R3	TOTAL
A				
B				
C				
Blanco				
TOTAL				

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- Aplicamos la fórmula de sumatoria de los cuadrados totales

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

Ecuación 5-3

- Aplicamos la fórmula de sumatoria de los cuadrados de los tratamientos

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

Ecuación 6-3

- Aplicamos la fórmula para la sumatoria de los cuadrados de los bloques

$$SC_{bloque} = \sum \frac{Y_{.j}^2}{k} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

Ecuación 7-3

- Realizamos la sumatoria de los cuadrados del Error

Ecuación 8-3

$$SCE = SCT - SCTrat - SCb$$

- En Excel realizados tabla Anova

Tabla 14-3: Esquema de Tabla Anova para el diseño bloques completos al azar

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat					
Bloque					
Error					
Total					

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Donde:

Fv= Fuente de variabilidad

SC= Sumatoria de cuadrados

GL= Gados de libertad

CM= Cuadrado medio

Fo= Estadístico calculado

Fα= Estadístico de tabla

Se procede a realizar un criterio de decisión:

- No significativo
- Si existe una diferencia significativa se procede a utilizar métodos de comparación. Cuando se rechaza la hipótesis de igualdad de los cuatro tratamientos nos preguntamos cuales de ellos son diferentes entre sí. Para resolver esta pregunta se utiliza las pruebas de comparaciones de rango múltiple, por ejemplo, la diferencia mínima significativa (LSD) para tratamientos, i y l en un DBCA está dada por:

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, (k-1)(b-1)} \sqrt{\frac{2CM}{b}}$$

Donde b es el número de bloques, (k-1) (b-1) son los grados de libertad del CM.

Y así podemos comparar la diferencia mínima significativa con los datos que se obtendrá tomando así una decisión significativa o no significativa

- Al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto.
- Al ser mayor el estadístico calculado con respecto al de tabla se acepta la hipótesis de trabajo, es decir que existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la prueba, por tanto, no todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto.
- *Diseño completamente al azar para las pruebas sensoriales*
- Se obtiene los datos de cada tratamiento y repetición, se organiza en una tabla cada tratamiento con su respectivo valor de cada repetición.

Tabla 15-3: Esquema de recolección de datos para pruebas sensoriales

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Repetición 1			
Repetición 2			
Repetición 3			

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- Se define varios parámetros que serán analizados como número de tratamientos, porcentajes de concentración de la variable independiente, siendo estos los siguientes: tratamiento A al 2% de circonio, tratamiento B al 3,5% de circonio y tratamiento C al 5% de circonio.
- Se define el número de repeticiones: 1,2,3.
- Se procede a proponer la hipótesis nula y la alternativa para ser comprobadas

$$H_0: U_A=U_B=U_C$$

$$H_i: U_i \neq U_j$$

- Realizamos una tabla de sumatoria de resultados para cada propiedad

Tabla 16-3: Esquema de sumatoria de resultados

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	TOTAL
Repetición 1				
Repetición 2				
Repetición 3				
TOTAL				

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- Aplicamos la fórmula de sumatoria de los cuadrados totales

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N} \quad \text{Ecuación 5-3}$$

- Aplicamos la fórmula para determinar la sumatoria de los cuadrados de los tratamientos

$$S_{Ctrat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N} \quad \text{Ecuación 6-3}$$

- Aplicamos la fórmula de sumatoria de los cuadrados del Error

Ecuación 9-3

$$SCE = SCT - S_{Ctrat}$$

- En Excel realizamos la tabla Anova por cada propiedad

Tabla 17-3: Esquema de Tabla Anova para el diseño completamente al azar

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat					
Error					
Total					

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Donde:

SC= Sumatoria de cuadrados

GL= Grados de Libertad

CM= Cuadrado medio

Fo= Estadístico calculado

F α = Estadístico de tabla

- Al ser menor el estadístico de prueba con respecto al calculado se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la prueba, por tanto, todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto.
- Al ser mayor el estadístico de prueba con respecto al calculado se acepta la hipótesis de trabajo, es decir existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la prueba, por tanto, todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto.

3.6.4. Aplicación del diseño al azar de pruebas físico-mecánicas

3.6.4.1. Resistencia a la tensión

Tabla 18-3: Datos del parámetro resistencia a la tensión

	R 1	R2	R3
A	3654,73	4204,68	4404,79
B	4785,66	4333,50	3301,69
C	2186,65	4495,37	4545,52
Blanco	3259,67	4251,74	3909,85

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para Tensión:

- Tratamientos:

Tratamiento A

Tratamiento B

Tratamiento C

Tratamiento Blanco

- Número de repeticiones: 1,2,3.

- Hipótesis:

H₀: UA=UB=UC=UB (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de tensión en el cuero)

H₁: U_i≠ U_j (Al menos uno de los tratamientos produce efectos significativos de tensión del cuero)

Tabla 19-3: Sumatoria de resultados resistencia a la tensión

Métodos	R1	R2	R3	TOTAL
1	3654,73	4204,68	4404,79	12264,2
2	4785,66	4333,50	3301,69	12420,85
3	2186,65	4495,37	4545,52	11227,54
Blanco	3259,67	4251,74	3909,85	11421,26
TOTAL	13886,71	17285,29	16161,85	47333,85

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- **Sumatoria de los cuadrados totales**

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SCT = (3654,73^2 + 4204,68^2 + 4404,79^2 + \dots + 4251,74^2 + 3909,85^2) - \frac{47333,85^2}{12}$$

$$SCT = 5954911,6$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{12264,2^2 + 17285,29^2 + 16161,85^2 + 11421,26^2}{3} - \frac{3909,85^2}{12}$$

$$SC_{trat} = 355870,62$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los bloques**

Ecuación 7-3

$$SC_{bloque} = \sum \frac{Y_{.j}^2}{k} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_{\text{bloque}} = \frac{13886,71^2 + 17285,29^2 + 16161,85^2}{4} - \frac{3909,85^2}{12} = 1499060,46$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

Ecuación 8-3

$$SCE = SCT - SCT_{\text{trat}} - SC_b$$

$$SCE = 5954911,6 - 355870,62 - 1499060,46$$

$$SCE = 4099980,53$$

Tabla Anova

Tabla 20-3: Tabla Anova del parámetro resistencia a la tensión

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat	355870,62	3	118623,54	0,17	4,76
Bloque	1499060,46	2	749530,23	1,10	5,14
Error	4099980,53	6	683330,09		
Total	5954911,6	11	541355,60		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Criterio de decisión:

- No significativo
- Como no existe diferencia significativa no utilizamos los métodos de comparación.

Resultado: Al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba de tensión del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto.

3.6.4.2. *Porcentaje de elongación*

Tabla 21-3: Datos del parámetro porcentaje de elongación

	R 1	R2	R3
A	79,75	57,50	56,5
B	47,25	83,50	46,25

C	38,25	58,25	49,25
Blanco	69,50	63,75	45,00

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para Elongación:

- **Tratamientos:**

Tratamiento A

Tratamiento B

Tratamiento C

Tratamiento Blanco

- **Número de repeticiones:** 1,2,3.

- **Hipótesis:**

Ho: UA=UB=UC=UB (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de elongación en el cuero)

Hi: $U_i \neq U_j$ (Al menos uno de los tratamientos produce efectos significativos de elongación del cuero)

Tabla 22-3: Sumatoria de resultados porcentaje de elongación

Métodos	R1	R2	R3	TOTAL
1	79,75	57,50	56,5	193,75
2	47,25	83,50	46,25	177,00
3	38,25	58,25	49,25	145,75
Blanco	69,50	63,75	45,00	178,25
TOTAL	234,75	263,00	197,00	649,75

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- **Sumatoria de los cuadrados totales**

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SCT = (79,75^2 + 57,50^2 + 56,50^2 + \dots + 63,75^2 + 45,00^2) - \frac{694,75^2}{12}$$

$$SCT = 2180,30729$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_i.^2}{b} - \frac{Y..^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{193,75^2 + 177,00^2 + 145,75^2 + 178,25^2}{3} - \frac{694,75^2}{12}$$

$$SC_{trat} = 404,9322$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los bloques**

Ecuación 7-3

$$SC_{bloque} = \sum \frac{Y.j^2}{k} - \frac{Y..^2}{N}$$

$$SC_{bloque} = \frac{234,75^2 + 263,00^2 + 197,00^2}{4} - \frac{694,75^2}{12}$$

$$SC_{bloque} = 548,2604$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

Ecuación 8-3

$$SCE = SCT - SC_{trat} - SC_b$$

$$SCE = 2180,30729 - 404,9322 - 548,2604$$

$$SCE = 1227,11458$$

- **Tabla Anova**

Tabla 23-3: Tabla Anova del parámetro porcentaje de elongación

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat	404,932292	3	134,98	0,66	4,76
Bloque	548,260417	2	274,13	1,34	5,14
Error	1227,11458	6	204,52		
Total	2180,30729	11	198,21		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Criterio de decisión:

- No significativo
- Como no existe diferencia significativa no utilizamos los métodos de comparación

Resultado: Al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba de elongación del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto.

3.6.4.3. *Lastometría*

Tabla 24-3: Datos del parámetro lastometría

	R 1	R2	R3
A	10,24	10,17	10,08
B	10,89	10,08	10,07
C	10,1	10,23	10,16
Blanco	10,07	10,08	10,08

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para lastometría:

- **Tratamientos:**

Tratamiento A

Tratamiento B

Tratamiento C

Tratamiento Blanco

- **Número de repeticiones:** 1,2,3.

- **Hipótesis:**

Ho: $U_A=U_B=U_C=U_B$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de lastometría en el cuero)

Hi: $U_i \neq U_j$ (Al menos uno de los tratamientos produce efectos significativos de lastometría del cuero)

Tabla 25-3: Sumatoria de resultados lastometría

Métodos	R1	R2	R3	TOTAL
1	10,24	10,17	10,08	30,49
2	10,89	10,08	10,07	31,04
3	10,1	10,23	10,16	30,49
Blanco	10,07	10,08	10,08	30,23
TOTAL	41,3	40,56	40,3	122,25

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- **Sumatoria de los cuadrados totales**

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y..^2}{N}$$

$$SCT = (10,24^2 + 10,17^2 + 10,08^2 + \dots + 10,08^2 + 10,08^2) - \frac{122,25^2}{12}$$

$$SCT = 0,5806$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y..^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{30,49^2 + 31,04^2 + 30,49^2 + 30,23^2}{3} - \frac{122,25^2}{12}$$

$$SC_{trat} = 0,1163$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los bloques**

Ecuación 7-2

$$SC_{bloque} = \sum \frac{Y..j^2}{k} - \frac{Y..^2}{N}$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

$$SC_{bloque} = \frac{41,3^2 + 40,56^2 + 40,39^2}{4} - \frac{122,25^2}{12} = 0,1170$$

Ecuación 8-2

$$SCE = SCT - SCTrat - SCb$$

$$SCE = 0,5806 - 0,1163 - 0,1170$$

$$SCE = 0,34721667$$

- **Tabla Anova**

Tabla 26-3: Tabla Anova de porcentaje de elongación

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fa
Trat	0,11635833	3	0,04	0,67	4,76
Bloque	0,11705	2	0,06	1,01	5,14
Error	0,34721667	6	0,06		
Total	0,580625	11	0,05		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Criterio de decisión:

- No significativo
- Como no existe diferencia significativa no utilizamos los métodos de comparación

Resultado: Al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba de lastometría del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto.

3.6.5. Diseño experimental al azar de pruebas sensoriales

3.6.5.1. Grabado

Tabla 27-3: Datos de valoración de prueba de grabado

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Repetición 1	4	4	4,5
Repetición 2	3	3,5	5

Repetición 3	5	4	5
---------------------	---	---	---

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para blandura:

- **Tratamientos:**

Tratamiento A al 2% de circonio

Tratamiento B al 3,5% de circonio

Tratamiento C al 5% de circonio

- **Número de repeticiones:** 1,2,3.

- **Hipótesis:**

H₀: UA=UB=UC (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de grabado en el cuero)

H₁: U_i≠ U_j (Al menos uno de los tratamientos produce efectos significativos de grabado del cuero)

Tabla 28-3: Sumatoria de resultados de grabación

Repeticiones	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	TOTAL
1	4	4	4,5	12,5
2	3	3,5	5	11,5
3	5	4	5	14
TOTAL	12	11,5	14,5	38

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- **Sumatoria de los cuadrados totales**

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SCT = (4^2 + 4^2 + 4,5^2 + \dots + 4^2 + 5^2) - \frac{38^2}{9}$$

$$SCT = 4,06$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_i.^2}{b} - \frac{Y..^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{12^2 + 11,5^2 + 14,5^2}{3} - \frac{38^2}{9}$$

$$SC_{trat} = 1,72$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

Ecuación 9-3

$$SCE = SCT - SC_{trat}$$

$$SCE = 4,06 - 1,72$$

$$SCE = 2,33$$

- **Tabla Anova**

Tabla 29-3: Tabla Anova de prueba de grabado

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat	1,72	2	0,86	2,21	5,14
Error	2,33	6	0,39		
Total	4,06	8	0,51		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Fα= 5.14

Resultado: Al ser menor el estadístico de prueba con respecto al calculado se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba sensorial de grabado, por tanto, todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto.

3.6.5.2. Suavidad

Tabla 30-3: Datos de valoración de suavidad

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Repetición 1	3	3	4
Repetición 2	4	3	3,5
Repetición 3	3	4	3

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para suavidad:

- Tratamientos:

Tratamiento A al 2% de circonio

Tratamiento B al 3,5% de circonio

Tratamiento C al 5% de circonio

- Número de repeticiones: 1,2,3.

- Hipótesis:

H₀: UA=UB=UC (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de suavidad en el cuero)

H₁: $U_i \neq U_j$ (Al menos uno de los tratamientos produce efectos significativos en la suavidad del cuero)

Tabla 31-3: Sumatoria de resultados de suavidad

Repeticiones	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	TOTAL
1	3	3	4	10
2	4	3	3,5	10,5
3	3	4	3	10
TOTAL	10	10	10,5	30,5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

- **Sumatoria de los cuadrados totales**

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SCT = (3^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + 4^2 + 3^2) - \frac{30,5^2}{9}$$

$$SCT = 1,89$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{10^2 + 10^2 + 10,5^2}{3} - \frac{30,5^2}{9}$$

$$SC_{trat} = 0,06$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

Ecuación 9-3

$$SCE = SCT - SC_{trat}$$

$$SCE = 1,89 - 0,06$$

$$SCE = 1,33$$

- **Tabla Anova**

Tabla 32-3: Tabla Anova de prueba de suavidad

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fα
Trat	0,06	2	0,03	0,09	5,14
Error	1,83	6	0,31		
Total	1,89	8	0,24		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Fα= 5.14

Resultado: Al ser menor el estadístico de prueba con respecto al calculado se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir el no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba sensorial de suavidad, por tanto, todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto.

3.6.5.3. Soltura de flor

Tabla 33-3: Datos de valoración de Soltura de Flor

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Repetición 1	5	5	5
Repetición 2	5	5	5
Repetición 3	5	5	5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para soltura de flor:

- **Tratamientos:**

Tratamiento A al 2% de circonio

Tratamiento B al 3,5% de circonio

Tratamiento C al 5% de circonio

- **Número de repeticiones:** 1,2,3.

- **Hipótesis:**

Ho: $U_A=U_B=U_C$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de soltura de flor)

Hi: $U_i \neq U_j$ (A l menos uno de los tratamientos produce efectos significativos en la soltura de flor)

Debido a los valores repetitivos obtenidos en la realización de las pruebas y al ser todos los mismos se considera que no existe una diferencia en los distintos tratamientos con los diferentes porcentajes de circonio que afectaba la propiedad de soltura de flor.

3.6.5.4. Llenura

Tabla 34-3: Datos de valoración de llenura

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C
Repetición 1	3	3,5	4

Repetición 2	3	3,5	4,5
Repetición 3	3	3,5	3,5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Desarrollo:

Parámetros de las pruebas para llenura:

- **Tratamientos:**

Tratamiento A al 2% de circonio

Tratamiento B al 3,5% de circonio

Tratamiento C al 5% de circonio

- **Número de repeticiones:** 1,2,3.

- **Hipótesis:**

H₀: UA=UB=UC (Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la propiedad de llenura en el cuero)

H₁: U_i ≠ U_j (A 1 menos uno de los tratamientos produce efectos significativos en la llenura del cuero)

Tabla 35-3: Sumatoria de resultados de llenura

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	TOTAL
Repetición 1	3	3,5	4	10,5
Repetición 2	3	3,5	4,5	11
Repetición 3	3	3,5	3,5	10
TOTAL	9	10,5	12	31,5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Sumatoria de los cuadrados totales

Ecuación 5-3

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SCT = (3^2 + 3,5^2 + 4^2 + \dots + 3,5^2 + 3,5^2) - \frac{31,5^2}{9}$$

$$SCT = 2,00$$

- **Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos**

Ecuación 6-3

$$SC_{trat} = \sum \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_{trat} = \frac{9^2 + 10,5^2 + 12^2}{3} - \frac{31,5^2}{9}$$

$$SC_{trat} = 1,50$$

- **Sumatoria de los cuadrados del Error**

Ecuación 9-3

$$SCE = SCT - SC_{trat}$$

$$SCE = 2,00 - 1,50$$

$$SCE = 0,50$$

- **Tabla Anova**

Tabla 36-3: Tabla Anova del parámetro llenura

Fv	SC	GL	CM	Fo	Fa
Trat	1,50	2	0,75	9,00	5,14
Error	0,50	6	0,08		
Total	2,00	8	0,25		

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

Resultado: Al ser mayor el estadístico de prueba con respecto al calculado se acepta la hipótesis de trabajo, es decir el existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba sensorial de llenura, por tanto, todos distintos los porcentajes de circonio aplicado al cuero no producen el mismo efecto.

3.7. Evaluación económica

Para realizar la evaluación económica y poder diferenciar un tratamiento de otro se realiza un estudio de todos los productos que se utilizó en dichos procesos.

3.7.1. *Costos de tratamiento común con cromo*

Tabla 37-3: Tabla de costos del tratamiento con cromo

PRODUCTO	%	PRODUCTO QUÍMICO	USD/Kg	BLANCO
MATERIA PRIMA		Piel cruda	5	15,00
INSUMOS		Prensa (acabado)	2	6,00
		Energía Eléctrica	0,12	5,40
	7200	Agua potable	0,00065	1,17
PELAMBRE	1	Tensoactivo	3	0,75
	4,1	Cal - Ca(OH) ₂	0,24	0,25
	2,5	Sulfuro de sodio	1,45	0,91
CURTIDO	2	Sulfato de amonio	0,6	0,29
	0,5	Bisulfito de sodio - (Na ₂ S ₂ O ₅)	1,3	0,16
	0,5	Rindente	3,8	0,47
	7	Sal común - NaCl	0,08	0,14
	0,5	Formiato de sodio (HCOONa)	1,4	0,17
	0,2	Ácido fórmico dilución 1/10	2,3	0,11
	7	Sulfato de Cromo	1,60	0,85
NEUTRALIZACIÓN	2,2	Ácido fórmico dilución 1/10	2,3	1,24
	0,2	Tenso activo	3	0,15
	1	Formiato de sodio (HCOONa)	1,4	0,34
	4	Aldehído	6,9	6,76
	0,2	Bicarbonato de amonio – dilución 1/10	2,2	0,11
	2	Dispersante de grasa	3,6	1,76
	2	Rellenante de faldas	3,8	1,86
	5	Grasa PROVOL BA	4,1	5,02
	2	Anilina negra de Atravesado	8,6	4,21
	5	Sulphirol HF	3,9	4,78
	5	Synthol YY 707	4	4,90
	3	Sulfato de Cromo	1,6	0,46

ACABADOS (gr)	100	Base Ch	10	1,00
	75	Fin tex black s	7	0,53
	25	1080	20	0,50
	125	CH	8	1,00
	25	Gold	35	0,88
	5	45	20	0,10
	325	08sh	15	4,88
	12,5	Af 647	10	0,13
	2,5	Af 640	10	0,03
	1,25	Kx380	30	0,04
COSTO / TRAT				121,82
COSTO / CUERO				40,61
COSTO / dm2				0,41

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

3.7.2. Costos de tratamiento con cromo free

Tabla 38-3: Tabla de costos de los tratamientos con circonio

PROCESO	%	PRODUCTO QUÍMICO	USD/kg	T1	T2	T3
MATERIA PRIMA		Piel cruda	0,2	15,00	15,00	15,00
INSUMOS		Prensa (Acabado)	2	6,00	6,00	6,00
		Energía Eléctrica	0,12	4,40	4,40	4,40
	7200	Agua potable	0,00065	1,17	1,12	1,17
PELAMBRE	1	Tenso activo	3	0,75	0,72	0,75
	4,1	Cal – Ca(OH) ₂	0,24	0,25	0,24	0,25
	2,5	Sulfuro de sodio - Na ₂ S	1,45	0,91	0,87	0,91
CURTIDO	0,5	Emsul AMC	5	0,61	0,60	0,62
	5	Novaltan AG	6	7,35	7,20	7,38
	5	Dolatan F	3,8	4,66	4,56	4,67
	0,4	Bisulfito	2	0,20	0,19	0,20
	1	Dolatan MG	6,25	1,53	1,50	1,54

	0,2	Fungicida	3,75	0,18	0,18	0,18
	2-3,5-5	Mas Super Zr	4,00	1,96	3,36	4,92
RECURTIDO	0,4	Supralan ON	2,3	0,23	0,22	0,23
	0,5	Ácido Oxálico	3	0,37	0,36	0,37
	12	Sincurhol 79	5	14,70	14,40	14,76
	1	Novaltán AG	6	1,47	1,44	1,48
	2	Mas Super Zr	4	1,96	1,92	1,97
	8	Dolatan F	5	9,80	9,60	9,84
	4	Formiato de Sodio	4,1	4,02	3,94	4,03
	2	Dolatan N	8,6	4,21	4,13	4,23
	1	Bicarbonato de Sodio	2	0,49	0,48	0,49
	5	Zetestan GF	4	4,90	4,80	4,92
	5	Tafigal HK	8,9	10,90	10,68	10,95
	3	Ácido Fórmico	2	1,47	1,44	1,48
	6	Synthol GS606	4	5,88	5,76	5,90
ACABADO (gr)	300	Base Ch	10	3,00	3,00	3,00
	225	Fin tex black s	7	1,58	1,58	1,58
	75	1080	20	1,50	1,50	1,50
	375	CH	8	3,00	3,00	3,00
	75	Gold	35	2,63	2,63	2,63
	15	45	20	0,30	0,30	0,30
	975	08sh	15	14,63	14,63	14,63
	37,5	Af 647	10	0,38	0,38	0,38
	7,5	Af 640	10	0,08	0,08	0,08
	3,75	Kx380	30	0,11	0,11	0,11
COSTO / TRAT				132,55	132,29	135,81
COSTO / CUERO				44,18	44,10	45,27
COSTO / dm2				0,44	0,44	0,45

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación de las pruebas físico-mecánicas de las pieles bovinas

Las pruebas físico mecánicas realizadas se desarrolló en las muestras del cuero terminado con sus acabados donde se obtuvo los siguientes resultados.

4.1.1. Resistencia a la tensión

El parámetro resistencia a la tensión fue calculado en unidades de N/cm², al aplicar el diseño de bloques completo al azar se determinó que al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba de resistencia a la tensión del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto. Pero si se realiza un análisis numérico de los promedios de cada tratamiento en base a esta propiedad se puede determinar que el tratamiento con más resistencia a la tensión es el tratamiento B donde se aplicó 3,5% de circonio teniendo una resistencia a la tensión de 4140, 28 N/cm² y el tratamiento C con el 5% de circonio tiene el menor valor de resistencia a la tensión de 3742,51 N/cm².

4.1.2. Porcentaje de elongación

En el parámetro de porcentaje de elongación (%) al aplicar el diseño en bloques completo al azar se determinó que al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la prueba de elongación del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto. Realizando un análisis del promedio del porcentaje de elongación obtenemos que en el tratamiento 1 con el 2% de circonio se obtuvo un mayor porcentaje de elongación siendo 64,58%, mientras que el de menor porcentaje de elongación es el tratamiento 3 que presenta el 5% de circonio con un porcentaje de 48,58%.

4.1.3. Lastometría

El parámetro lastometría fue medido en unidades de mm, se aplicó el diseño en bloques completo al azar donde al ser menor el estadístico calculado con respecto al de tabla se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba de lastometría del cuero, por tanto, todos los tratamientos aplicados al cuero producen el mismo efecto. Cabe recalcar que realizando un análisis numérico de acuerdo con el promedio el tratamiento 2 que se aplicó el 3,5% de circonio tiene mayor lastometría de 10,35 mm y el que presenta menor lastometría es el tratamiento blanco realizado con cromo con 10,08mm.

4.2. Evaluación de las pruebas sensoriales de las pieles bovinas curtidas

4.2.1. Grabación

Mediante el diseño completamente al azar (DCA) se determinó que al ser menor el estadístico de prueba con respecto al calculado se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba sensorial de grabado, por tanto todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto, en todas las bandas se obtuvo un grabado de excelente calidad mientras que en las bandas que se realizó el tratamiento común no se obtuvo una grabación adecuada por cuanto el relieve de estas es muy bajo y en la falda no se obtuvo nada de grabación, es importante también mencionar que el grabado es desuniforme en las bandas con cromo.

Tabla 1-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro grabación

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Blanco
Repetición 1	4	4	4,5	2
Repetición 2	3	3,5	5	3
Repetición 3	5	4	5	2

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

4.2.2. *Suavidad*

En la prueba sensorial suavidad se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) donde se obtuvo como resultado que al ser menor el estadístico de prueba con respecto al calculado se rechaza la hipótesis de trabajo, es decir que no existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la prueba sensorial de suavidad con los diferentes niveles de circonio, por tanto, todos los porcentajes de circonio aplicado al cuero producen el mismo efecto. Mientras que en comparación con el proceso común aplicando cromo se obtiene un cuero más duro con menos suavidad en comparación con los tratamientos de circonio.

Tabla 2-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro suavidad

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Blanco
Repetición 1	3	3	4	3
Repetición 2	4	3	3,5	2,5
Repetición 3	3	4	3	2,5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

4.2.3. *Soltura de flor*

Debido a los valores repetitivos obtenidos en la realización de las pruebas y al ser todos los mismos se considera que no existe una diferencia en los distintos tratamientos con los diferentes porcentajes de circonio que afectaba la propiedad de soltura de flor, es decir con el 2, 3.5 y 5% obtenemos una capa flor muy buena la cual puede ser utilizada para elaborar varios artículos sin tener la consecuencia de arrugas o dobleces en el artículo. Esta propiedad en comparación con las bandas tratadas con cromo es muy similar por lo que no existe tampoco soltura de flor en el cuero terminado.

Tabla 3-4: Tabla de valoración con tratamiento blanco en el parámetro soltura de flor

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Blanco
Repetición 1	5	5	5	5
Repetición 2	5	5	5	5
Repetición 3	5	5	5	5

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

4.2.4. *Llenura*

Mediante el DCA se obtuvo los resultados que al ser mayor el estadístico de prueba con respecto al calculado se acepta la hipótesis de trabajo, es decir que existe al menos un tratamiento que produzca efectos significativos en la en la prueba sensorial de llenura, por tanto, todos distintos los porcentajes de circonio aplicado al cuero no producen el mismo efecto. Siendo el tratamiento con mejores resultados en cuanto al parámetro llenura es el C donde se aplicó 5 % de circonio favoreciendo así a estas características. Mientras que en comparación con el resultado de un cuero sometido a un tratamiento común no se obtuvo resultados positivos ya que la valoración en llenura es muy baja con un promedio de 2 que viene a ser buena.

Tabla 4-4: Tabla con valoración de T Blanco en el parámetro llenura

	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Blanco
Repetición 1	3	3,5	4	2
Repetición 2	3	3,5	4,5	2
Repetición 3	3	3,5	3,5	2

Fuente: Mesías, María, 2022.

Realizado por: Mesías, María, 2022.

4.3. Comprobación de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

H1: Se obtuvo un proceso ecológico de tratamiento de cuero bovino libre de Cromo sustituyendo este elemento por circonio variando su concentración, teniendo como resultado un cuero tipo piel de culebra que si cumple con la normativa de calidad vigente en las pieles bovinas como una alternativa de moda en Ecuador.

Ho: Se obtuvo un proceso ecológico de tratamiento de cuero bovino libre de Cromo sustituyendo este elemento por circonio variando su concentración, teniendo como resultado un cuero tipo piel de culebra que no cumple con la normativa de calidad vigente en las pieles bovinas como una alternativa de moda en Ecuador.

Para la comprobación de nuestra hipótesis general nos basamos en los resultados arrojados en los análisis estadísticos de las pruebas físico mecánicas y sensoriales donde se acepta la hipótesis alternativa ya que se obtuvo buenos resultados en el cuero final aplicando un tratamiento con productos biodegradables, su curtición y recurtido libre de cromo, variando los porcentajes de circonio al 2, 3.5 y 5 % siendo todas las concentraciones de este elemento químico aptas para obtener una buena textura tipo piel de culebra y así ser utilizadas como materia prima en las industrias textiles, de calzado y marroquinería elaborando artículos originales y sostenibles con el medio ambiente.

4.3.2. Hipótesis específica 1

H1: Se aplicó la formulación de un proceso ecológico en pieles bovinas variando los porcentajes de circonio (2, 3.5 y 5 %) y como resultado se obtuvo el cuero tipo piel de culebra.

Ho: Se aplicó la formulación de un proceso ecológico en pieles bovinas variando los porcentajes de circonio (2, 3.5 y 5 %) y como resultado no se obtuvo el cuero tipo piel de culebra.

Se acepta la hipótesis alternativa ya que en todas las bandas con los diferentes niveles de circonio (2, 3.5 y 5 %) aplicados en el tratamiento se obtuvo muy buenos resultados en cuanto a las pruebas sensoriales como grabación donde en todos los tratamientos se logró realizar los acabados con éxito pero teniendo en cuenta que a mayor porcentaje de circonio el estampado es mejor pero sin desacreditar a los porcentajes menores porque también se obtuvieron buenos resultados, en el parámetro suavidad se determinó que es muy buena con un promedio de valoración de 3.8, la capa flor tuvo una excelente calidad en todos los tratamientos, obteniendo un promedio de 5 siendo este resultado excelente, en el parámetro llenura se obtuvieron de igual manera buenos resultados recalando que el mejor porcentaje es del 5%, de esta manera se obtuvo un cuero tipo culebra cumpliendo todos los estándares de calidad.

4.3.3. Hipótesis específica 2

H1: Se realizó pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales en laboratorios se obtuvo un cuero de buena calidad apto para la elaboración de varios productos.

Ho: Se realizó pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales en laboratorios no se obtuvo un cuero de buena calidad apto para la elaboración de varios productos.

Se acepta la hipótesis alternativa ya que las pruebas físico-mecánicas y sensoriales realizadas dieron buenos resultados obteniendo así una piel con todas las características para ser aplicada en la manufactura en Ecuador.

4.3.4. Hipótesis específica 3

H1: Mediante la práctica se determinó el mejor tratamiento para obtener la textura deseada.

Ho: Mediante la práctica no se determinó el mejor tratamiento para obtener la textura deseada.

Se acepta la hipótesis alternativa ya que en las pruebas sensoriales realizadas por el técnico especializado en terminados de cuero el mejor porcentaje de concentración del circonio es 5% ya que con éste se pudo observar fácilmente que el cuero obtuvo una mejor textura con mayor nivel de relieve y de esta manera se facilitó el acabado de tamponado, sin desmeritar los otros porcentajes que también se obtuvo un buen estampado.

4.3.5. Hipótesis específica 4

H1: Se determinó costos de producción del cuero mediante los cálculos siendo este muy accesible para todos los artesanos y empresarios que quieran diseñar artículos originales.

Ho: Se determinó costos de producción del cuero mediante los cálculos siendo este no muy accesible para todos los artesanos y empresarios que quieran diseñar artículos originales.

Se rechaza la hipótesis alternativa ya que en costos el tratamiento libre de cromo es más costoso por la aplicación también de los productos biodegradables siendo el precio del cuero tratado con cromo \$0,41/dm² y el cuero tratado con circonio \$0,45, este costo está valorado ya con el terminado por lo que este es más costoso por los colores que se aplicó.

4.4. Evaluación de los costos de los cueros bovinos terminados

En el presente trabajo de titulación se calculó los costos de producción de cada una de las bandas terminadas con el tratamiento con circonio y el tratamiento con cromo, los costos varían de acuerdo con el peso de los cueros ya que mientras más alto sea el peso de los cueros más producto se debe utilizar. El precio por dm² del cuero tratado comúnmente con cromo, pero con terminado tipo piel de culebra es de \$0,41 y el precio por dm² del cuero terminado tratado con el 2% de circonio es \$0,44/ dm². El precio final del cuero tratado con el 3,5% de circonio es de 0,44/dm² y finalmente el costo del cuero tratado al 5% de circonio es \$0,45/dm².

CONCLUSIONES

- Se aplicó un proceso ecológico de tratamiento de cuero tipo culebra con Cromo Free como una alternativa de moda en Ecuador siendo este cuero apto para diseñar calzado y artículos de cuero en general.
- Se aplicó la formulación de un proceso ecológico en pieles bovinas variando los porcentajes de Circonio para obtener cuero tipo culebra siendo óptimo el tratamiento con Circonio al 3,5% ya que con este porcentaje de concentración se obtienen buenas propiedades físico-mecánicas y un buen grabado, pero si se desea obtener mayor relieve en la estampa el mejor nivel de circonio es 5%.
- Se realizó pruebas de calidad físico mecánicas y sensoriales del cuero obtenido en laboratorios para verificar la factibilidad de uso, siendo estas pruebas sensoriales muy buenas donde no se encontró una diferencia significativa excepto en la característica llenura donde el tratamiento C el mejor en este parámetro un nivel del 5% de circonio.
- Se determinó cuál es el mejor tratamiento mediante la práctica para obtener la textura deseada siendo este al 5% ya que mientras más concentración de circonio se aplique mejores serán los resultados en el momento de estampar la textura deseada obteniendo así mayores relieves que distinguen a los tipos de grabado.
- Se determinó costos de producción del cuero obtenido mediante los cálculos necesarios para establecer un precio al producto, obteniendo como resultado que el cuero terminado con la apariencia de piel de culebra el valor de dm² para una piel tratada con cromo es de \$0,41 mientras que una piel tratada con circonio tiene un costo final de \$0,44 a \$0,45. Teniendo así una diferencia de \$0,04.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar nuevos procedimientos para el tratamiento de cuero ya que el cromo es muy perjudicial para el medio ambiente.
- Si se desea obtener un mejor grabado en cualquier tipo de textura se recomienda prensar con una funda entre la plancha y el cuero ya que por la temperatura suele pegarse la piel a la plancha y se dificulta al momento de querer sacar del prensador.
- Al momento de realizar la recurtición tomar en cuenta un porcentaje de humedad para realizar los cálculos ya que si pesamos la piel después del rebajado ésta esta seca y las cantidades para el siguiente procedimiento no serán las adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARENAS SALAZAR, José.** Optimización de una fórmula de engrase para la fabricación de cuero para calzado industrial [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Lleida, Lérida, España. 2019. pp. 1-53. [Consulta: 27 septiembre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10459.1/66741>
- BARRETTO, S.** Tecnología del cuero [en línea]. Argentina: San Isidro, 2017. [Consulta: 20 septiembre 2022]. ISBN 978-987-42-7794-7. Disponible en: <http://bit.ly/3u6nKae>
- GARCÍA SALAZAR, E.** “Economía ecológica frente a economía industrial: El caso de la industria de la curtiduría en México”. Argumentos [en línea], 2008, (México) 21(56), pp. 55-71. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 0187-5795. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/argu/v21n56/v21n56a4.pdf>
- GÓMEZ OCHANTE, Sandra.** Características tecnológicas del cuero napa de ovino adulto, mediante los métodos de curtido Wet-blue y Wet-white [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2016. pp. 1-144. [Consulta: 07 julio 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2666>
- GREEN TECHNOLOGY.** Biodegradable. [blog]. 2019 [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <https://ecoinventos.com/biodegradables/#:~:text=Biodegradable es el producto o,hongos%2C bajo condiciones ambientales naturales>
- GUAMINGA TADAY, Lorena Isabel.** Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 1-112. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5792>
- JARAMILLO CONSTANTE, Erik Daniel.** Obtención de pieles curtidas con taninos en la ciudad de Ambato [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador. 2021. pp. 1-77. [Consulta: 24 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/3193>
- JELUIHO.** ¿Qué es cuero de Bovino?. [blog]. 2018 [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: <https://dcuero.online/clasificacion-del-cuero-segun-su-procedencia/cuero-de-bovino/>

NARVÁEZ GUAMÁN, Anita Valeria. Curtición inorgánica de pieles bovinas utilizando diferentes niveles de sol de sílice para cuero de calzado [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. pp. 1-110. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14103>

RAMÍREZ, J. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor [en línea]. Colombia: Revista ReCiTeIA, 2012. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=4_TNm-72U7MC

SALDAÑA VALENCIA, Armando. Remojo de pieles mediante vacío [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, CIATEC, México. 2009. pp. 1-151. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <http://ciatec.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1019/109>

TANNINS. El tanino y el proceso de curtición. [blog]. 2018 [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.tannins.org/es/el-proceso-del-curtido-del-cuero/>

ZENDEJAS PAVÓN, Sandra Virginia. Evaluación de la influencia de las operaciones de acondicionado y acabado sobre la elongación estática del cuero libre de cromo para tapiz volante [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Lleida, Lérida, España. 2022. pp. 1-69. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10459.1/83733>

ZSCHIMMER & SCHWARZ. DOLATAN F. Synthetic white tanning agent for all kinds of fur skins. [blog]. 2016 [Consulta: 22 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dl.icdst.org/pdfs/files2/5ab6be4ad107380496fab768090de68d.pdf>

ZSCHIMMER & SCHWARZ. NOVALTAN AG. [blog]. 2021 [Consulta: 22 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.zschimmer-schwarz.es/app/uploads/2021/12/Catalogo-corporativo-Zschimmer-Schwarz-ES.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DE NOVALTAN AG.



LEATHER
AUXILIARIES

NOVALTAN AG

Agente curtiente a base de aldehídos para la precurtición y la recurtición de todo tipo de cueros

Composición química

Preparación acuosa de aldehídos

Aspecto:	líquido incoloro a amarillo claro
Materia activa:	aprox. 45 %
pH:	aprox. 6
Estabilidad:	estable a casi todos los productos químicos, agentes engrasantes, curtientes y colorantes usados en curtiembres soluble en agua en cualquier proporción
Solubilidad:	
Estabilidad de depósito:	hasta 9 meses si se almacena correctamente Bajo condiciones desfavorables de almacenamiento NOVALTAN AG tiende a formar polímeros en forma de gel o residuos sólidos. ¡¡Por lo tanto, el producto debe almacenarse en un lugar fresco, de lo contrario la vida útil de NOVALTAN AG se reduce!!

Propiedades

NOVALTAN AG tiene muy buenas propiedades curtientes, brindando buena blandura, plenitud y uniformidad. Se obtiene un óptimo efecto aumentando el pH a > 4,5 y elevando la temperatura. El uso en un baño corto también es ventajoso para el agotamiento.

La aplicación del NOVALTAN AG en la precurtición tiene las siguientes características:

- mejor distribución de la grasa natural
- difusión más uniforme y enlace del agente curtiente subsiguiente
- mejor blandura y plenitud

La utilización en la recurtición muestra las ventajas adicionales siguientes:

- Se reduce la tendencia a la soltura de flor.
- Se mejora el teñido, obteniéndose mayor uniformidad y brillantez.
- incremento de blandura y plenitud

Los cueros curtidos únicamente con NOVALTAN AG tienen un color ligeramente

Los datos arriba indicados han sido obtenidos a través de la experiencia práctica y de los ensayos realizados en los laboratorios, no obstante son a título indicativo y sin ningún compromiso. Tener en cuenta eventuales derechos de patentes de terceros.

NOVALTAN AG

amarillento.

Cuando se utiliza sólo la temperatura de contracción es aproximadamente 75°C.

Las ventajas del uso único del NOVALTAN AG son:

- buena estabilidad frente a los álcalis
- alta resistencia al sudor
- buena resistencia al lavado.

Aplicación

Precurtición, curtición, recurtición
y producción de wet-white

2,0 - 5,0 % NOVALTAN AG

Nota

NOVALTAN AG es irritante. Medidas de seguridad industrial deben ser tomadas de acuerdo a las especificaciones de la hoja de seguridad.

Los datos arriba indicados han sido obtenidos a través de la experiencia práctica y de los ensayos realizados en los laboratorios, no obstante son a título indicativo y sin ningún compromiso. Tener en cuenta eventuales derechos de patentes de terceros.



DOLATAN F

Recurtiente sintético para cueros curtidos al cromo y al vegetal

Composición química

Producto de condensación de fenol

Aspecto:	polvo amarillento
Materia activa:	aprox. 95 %
pH (10%):	aprox. 4
Compatibilidad:	compatible con casi todos los productos químicos empleados en la fabricación de cueros
Solubilidad:	soluble en agua
Contenido de ácido (como ácido acético):	máximo 5 %
Formaldehído libre:	100 PPM
Estabilidad de depósito:	hasta 12 meses si se almacena correctamente

Propiedades

DOLATAN F, curtiembre sintético para cueros blancos que se utiliza solo o en combinación con otros sintanes; los cueros obtenidos muestran:

- buena blandura
- buena plenitud
- un grano fino
- buena afilabilidad durante buen agotamiento del baño

Aplicación

Todas las indicaciones se refieren al peso rebajado.

En la recurtición

- Para cueros blancos: 3,0 - 8,0 % DOLATAN F
- Para cueros vegetales: 5,0 - 8,0 % DOLATAN F

Para empeine bovino

- Utilizado solo: 4,0 - 6,0 % DOLATAN F

Los datos arriba indicados han sido obtenidos a través de la experiencia práctica y de los ensayos realizados en los laboratorios, no obstante son a título indicativo y sin ningún compromiso. Tener en cuenta eventuales derechos de patentes de terceros.

DOLATAN F

- Utilizado en combinación: + 3,0 % NOALTAN MAP
2,0 - 4,0 % DOLATAN F

Producción de cueros blancos para marroquinería así como skivers, en combinación con otros sintanes: 5,0 - 10,0 % DOLATAN F

Los datos arriba indicados han sido obtenidos a través de la experiencia práctica y de los ensayos realizados en los laboratorios, no obstante son a título indicativo y sin ningún compromiso. Tener en cuenta eventuales derechos de patentes de terceros.

ANEXO C: INFORME DE ANÁLISIS DE TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.



HIDALGO
CURTIDURÍA

GUILLERMO FABIÁN HIDALGO POVEDA
Calle César Augusto Salazar S/N y Francisco Becerra
180110 IZAMBA
AMBATO
ECUADOR
RUC: 1801405968001

Informe de análisis de laboratorio

INFORME 311

Fecha de recepción: 31 de mayo de 2022 **Fecha de ejecución de ensayo:** 1 de junio de 2022
Información del cliente
Empresa: N/A **C.I./RUC:** 0550314124
Representante: María Belén Mesías **Teléfono/celular:** 0999955084
Dirección: Bolívar y Rocafuerte **E-mail:** maria.mesias@epoch.edu.ec
Ciudad: Salcedo
Descripción de las muestras
Producto: Wet white **Peso:** N/A
Marca comercial: N/A **Tipo de envase:** Envoltura plástica
Lote: N/A **No. de muestras:** 9
Fecha de elaboración: N/A **Fecha de caducidad:** N/A
Conservación: Ambiente: X **Refrigeración:** Congelación:
Almacenado en laboratorio: 1 día **Muestreo por el cliente:** N/A

RESULTADOS

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	ENSAYO SOLICITADO	MÉTODO	RESULTADO	UNIDADES
Muestra IA	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	70,9	°C
Muestra IB	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	72,8	°C
Muestra IC	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	76,7	°C
Muestra IIA	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	72,3	°C
Muestra IIB	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	73,0	°C
Muestra IIC	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	74,5	°C
Muestra IIIA	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	77,3	°C
Muestra IIIB	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	81,3	°C
Muestra IIIC	Temperatura de contracción	IUP 16, NTE INEN-ISO 3380	76,2	°C

Autorización de emisión de resultados vía electrónica: SI X NO
Fecha de emisión de informe: 3 de junio de 2022

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. Curtiduría Hidalgo se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

Curtiduría Hidalgo no es responsable por el uso incorrecto de este informe. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente.



ANEXO D: INFORME DE PRUEBAS FÍSICO-MECÁNICAS.

HOJA TÉCNICA: MUESTRAS DE CUERO TERMINADO
(Resistencia a la tensión, Elongación Y Lastometría)

PRUEBA	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO	NIVEL SUGERIDO
Resistencia a la tensión (N/Cm ²)	A1	IUP 6	3654,73	800 a 1500
	A2		4204,68	
	A3		4404,79	
	B1		4785,66	
	B2		4333,50	
	B3		3301,69	
	C1		2186,65	
	C2		4495,37	
	C3		4545,52	
	BLANCO 1		3259,67	
	BLANCO 2		4251,74	
	BLANCO 3		3909,85	
Elongación (%)	A1	IUP 6	79,75	40 a 80
	A2		57,50	
	A3		56,50	
	B1		47,25	
	B2		83,50	
	B3		46,25	
	C1		38,25	
	C2		58,25	
	C3		49,25	
	BLANCO 1		69,50	
	BLANCO 2		63,75	
	BLANCO 3		45,00	
Lastometría	A1	IUP 6	10,24	9 a 10
	A2		10,17	
	A3		10,08	
	B1		10,89	
	B2		10,08	
	B3		10,07	
	C1		10,10	
	C2		10,23	
	C3		10,16	
	BLANCO 1		10,07	
	BLANCO 2		10,08	
	BLANCO 3		10,08	

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: 04 de Agosto del 2022.

ENTREGO CONFORME



ING. JULIO CESAR LLERENA ZAMBRANO



RECIBI CONFORME
MARÍA BELÉN MESÍAS PORRAS



ANEXO E: INFORME DE PRUEBAS SENSORIALES

PRUEBAS SENSORIALES

La valoración se realizará a través de los sentidos, calificados por un técnico con conocimientos en terminados de cuero. Los parámetros blandura, suavidad, soltura de flor y llenura serán calificadas del 5 a 1 siendo estas: 5 excelente, 3 y 4 muy buena, 1 y 2 buena y menos de 1 baja.

ESTAMPA

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Blanco	2	3	2
Tratamiento A	4	3	5
Tratamiento B	4	3,5	4
Tratamiento C	4,5	5	5

SUAVIDAD

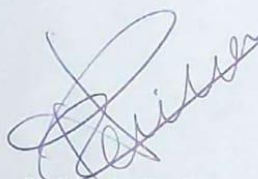
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Blanco	3	2,5	2,5
Tratamiento A	3	4	3
Tratamiento B	3	3	4
Tratamiento C	4	3,5	3

SOLTURA DE FLOR

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Blanco	5	5	5
Tratamiento A	5	5	5
Tratamiento B	5	5	5
Tratamiento C	5	5	5

LLENURA

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Blanco	2	2	2
Tratamiento A	3	3	3
Tratamiento B	3,5	3,5	3,5
Tratamiento C	3	4,5	3,5



Sr. Vinicios Da Costa

Leather Tecnician

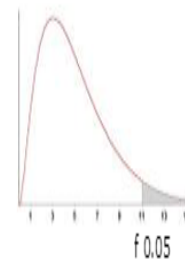
ANEXO F: CUERO CURTIDO CON CIRCONIO



ANEXO G: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN

Cátedra: Probabilidad y Estadística
 Facultad Regional Mendoza
 UTN

Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)



área a la derecha del valor crítico = 0,05

g.d.l.	Grados de libertad del Numerador														g.d.l.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,280	4,416	4,022	3,791	3,641	3,534	3,454	3,393	3,344	3,304	3,270	3,242	3,218	3,197	3,179	8
9	5,020	4,146	3,750	3,517	3,365	3,257	3,176	3,115	3,066	3,026	2,992	2,964	2,940	2,919	2,901	9
10	4,800	3,916	3,519	3,284	3,131	3,023	2,942	2,881	2,832	2,792	2,758	2,730	2,706	2,685	2,667	10
11	4,610	3,716	3,319	3,082	2,928	2,820	2,739	2,678	2,629	2,589	2,555	2,527	2,503	2,482	2,464	11
12	4,450	3,546	3,149	2,911	2,757	2,649	2,568	2,507	2,458	2,418	2,384	2,356	2,332	2,311	2,293	12
13	4,310	3,396	2,999	2,760	2,606	2,498	2,417	2,356	2,307	2,267	2,233	2,205	2,181	2,160	2,142	13
14	4,180	3,256	2,859	2,619	2,465	2,357	2,276	2,215	2,166	2,126	2,092	2,064	2,040	2,019	2,001	14
15	4,060	3,126	2,729	2,488	2,334	2,226	2,145	2,084	2,035	1,995	1,961	1,933	1,909	1,888	1,870	15



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: María Belén Mesias Porras

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Ingeniería Química

Título a optar: Ingeniera Química

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



2458-DBRA-UTP-2022