



TRABAJO FINAL DE MÁSTER



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiante: Sandra Virginia Zendejas Pavón

Titulació: Màster en Ingenieria del Cuero / Especialidad en Curtido de Pielés

Título del Trabajo final de Máster:

Evaluación de la influencia de las operaciones de acondicionado y acabado sobre la elongación estática del cuero libre de cromo para tapiz de volante.

Director/a por UdL: Anna Bacardit Dalmases

Director/a por CIATEC: José Martín Calvillo Mares

Co-Director/a por UdL: Felip Combalia Cendra

Presentación

Mes: Juny

Any: 2021

Resumen

Este proyecto tratará de comprender la variable de elongación en un cuero libre de cromo para tapiz volante. Para entenderlo se desarrollarán una serie de ensayos a lo largo del proceso de acondicionado y acabado del cuero, de las cuales se cree pueden impactar en la elasticidad de las fibras del cuero. Los datos e información obtenidos en este proyecto se emplearán de manera informativa y con la pretensión de adquirir conocimiento adicional acerca del comportamiento de esta variable en este tipo de producto.

Abstract

This project will try to understand the elongation variable in a chrome-free steering wheel leather. To understand it, a series of tests will be developed throughout the leather conditioning and finishing process, which are believed to have an impact on the elasticity of the leather fibers. The data and information obtained in this project will be used informatively and with the purpose of acquiring additional knowledge about the behavior of this variable in this type of product.

Índice

Introducción.....	10
Descripción de la Problemática	11
Antecedentes	13
Recurso Disponibles	15
Marco Teórico	17
1. Wet White	17
1.1 Generales de la proteína del cuero	17
1.2 Acerca del wet white	17
2. Recurtido, teñido y engrase (RTE) de un wet white.....	21
2.1 Objetivo del recurtido.	21
2.2 Químicos a utilizar durante el RTE	21
2.3 La elongación durante el RTE	21
3. Secado	22
3.1 Generales del secado	22
3.2 Variables que influyen durante el secado	22
4. Acondicionado de un cuero en costra.....	24
4.1 Generales del acondicionado.....	24
5. Terminación o Acabado.....	25
4.1 Generales del acabado.....	25
6. Propiedades físicas del cuero	26
7. Estiramiento del cuero	27
8. Generales del volante.....	28
Objetivo General.....	30
Objetivos Específicos	30
CAPÍTULO 1. Metodología	31
1.1 Metodología General	31
CAPÍTULO 2. Diseño de experimentos	34
2.1 Para tamboreo en costra.....	34
2.2 Para el proceso de acabado	34
2.2.1 Efecto del ablandado antes de grabar y final	34

a) Sin ablandado (control)	34
b) Ablandado solo antes de grabar	34
c) Ablandado solo al final del proceso de acabado	34
d) Ablandado solo antes de grabar y al final del proceso de acabado	34
2.2.2 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado	34
a) Pre-base y afinado	34
b) Aplicación de solución selladora por lado carne	35
c) Base	35
d) Antes de grabar	35
e) Después de reposo de aplicación de acabado final.....	35
2.2.3 Efecto de la operación de humectado final	35
a) Condición inicial	35
b) Humedad 1	35
c) Humedad 2	35
CAPÍTULO 3. Acerca del proyecto	36
CAPÍTULO 4. Resultados y conclusiones por ensayo	38
4.1 Efecto del tamboreo en costra.....	38
4.1.1 Resultados	38
4.1.2 Conclusiones	39
4.2 Efecto del ablandado antes de grabar y final	39
4.2.1 Resultados	39
4.2.2 Conclusiones	42
4.3 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Pre-Base y afinado	42
4.3.1 Resultados	42
4.3.2 Conclusiones	43
4.4 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Aplicación de solución selladora por lado carne	44
4.4.1 Resultados	44
4.4.2 Conclusiones	45
4.5 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Base	46

4.5.1 Resultados	46
4.5.2 Conclusiones	47
4.6 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Antes de grabar y después de reposo de aplicación de acabado final	48
4.6.1 Resultados	48
4.6.2 Conclusiones	49
4.7 Efecto de la operación de humectado final: Condición inicial, humedad 1, humedad 2	50
4.7.1 Resultados	50
4.7.2 Conclusiones	52
CAPÍTULO 5. Perspectiva	53
Bibliografía	56
Anexos	58

Anexos, tablas, imágenes y gráficos.

TABLAS

Tabla 1. Clase y especificaciones del porcentaje de elongación	11
--	----

ANEXOS

Anexo A. Ensayo tamboreo en costra	58
Anexo B. Efecto del ablandado antes de grabar y final	59
Anexo C. Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: <i>Pre-base y afinado</i>	60
Anexo C1. Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: <i>Base</i>	61
Anexo D. Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: <i>Aplicación de solución selladora por lado carne</i>	62
Anexo D1. Efecto de la operación de humectado final: <i>Condición inicial, humedad 1 y humedad 2</i>	63
Anexo E. Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: <i>Antes de grabar y después de aplicación de acabado final</i>	64
Anexo F. Procedimiento de curtido para un wet white	65

IMÁGENES

Imagen A. Enlace peptídico del colágeno	17
Imagen B. Cadena Polipeptídica.....	18
Imagen C. Identificación de zonas en cuero	31
Imagen D. Identificación de toma de muestras	31
Imagen E. Identificación de toma de muestras control.....	32
Imagen F. Delimitación de toma de muestras	32
Imagen G. Forma de suaje y ubicación de muestras	32
Imagen H. Método de aplicación de ablandado	40
Imagen I. Ablandado intermedio y elongación.....	41
Imagen J. Ablandado intermedio y desviación estándar	41
Imagen K. Ablandado final y elongación	41
Imagen L. Tambor en seco	58
Imagen M. Toma de muestras para estudio de tamboreo	59
Imagen N. Maquina ablandadora.....	59
Imagen O. Toma de muestras para estudio de ablandado	60
Imagen P. Maquina de rodillo	60
Imagen Q. Toma de muestras para estudio de pre-base y afinado.....	61
Imagen R. Toma de muestras para estudio de aplicación de base	61
Imagen S. Maquina de pulverización automática	62
Imagen T. Toma de muestras para estudio de aplicación de solución selladora por lado carne.....	63
Imagen U. Toma de muestras para estudio de humectado final.....	64
Imagen V. Prensa para planchar y/o grabar en continuo	64
Imagen W. Toma de muestras para estudio de antes de grabar y después de aplicación de acabado final.....	65

GRÁFICOS

Gráfico 1. Tiempo tamboreo y elongación	38
Gráfico 2. Tiempo tamboreo y desviación estándar	38
Gráfico 3. Distribución de datos de elongación durante el tamboreo.....	39
Gráfico 4. Efecto de pre-base y afinado por zona	42
Gráfico 5. Efecto de pre-base y afinado por cuero	42

Gráfico 6. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de pre-base y afinado	43
Gráfico 7. Distribución de datos de elongación durante el proceso de pre-base y afinado ..	43
Gráfico 8. Efecto de solución selladora por zona	44
Gráfico 9. Efecto de solución selladora por cuero	44
Gráfico 10. Distribución de datos de elongación durante el proceso de solución selladora	45
Gráfico 11. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de solución selladora	45
Gráfico 12. Efecto de la base por zona	46
Gráfico 13. Efecto de la base por cuero	46
Gráfico 14. Efecto de la base por cuero en la elongación	46
Gráfico 15. Distribución de datos de elongación durante el proceso de base	47
Gráfico 16. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de base	47
Gráfico 17. Efecto del grabado por zona	48
Gráfico 18. Efecto del grabado por cuero	49
Gráfico 19. Efecto del grabado medio por cuero	49
Gráfico 20. Efecto del grabado fuerte por cuero	40
Gráfico 21. Comportamiento de la humedad y la elongación durante el proceso de humectado	50
Gráfico 22. Comportamiento elongación después del acondicionado	51
Gráfico 23. Comportamiento humedad después del acondicionado	51
Gráfico 24. Distribución de datos de elongación durante el proceso de humectado	52

Introducción

Entendiendo que la elongación es un tema complejo debido a que al cuero lo conforman un conjunto de filamentos que no son necesariamente uniformes, sino que, presentan comportamientos diferentes conforme son estimulados durante todo el proceso ya sea tanto física como químicamente y que estas mismas tienen un cierto límite de deformación justamente por ser una fibra natural.

El problema es identificado en una planta de corte, que es la evaluadora final de la elongación del cuero y es parte de sus especificaciones a cumplir para con el cliente.

Debido a la exigencia de estos clientes, varias especificaciones de calidad deben ser cumplidas y atendidas, entre las especificaciones más críticas están:

- Porcentaje de elongación
- Espesor
- Soltura de flor

El enfoque de este estudio será hacia la variable de porcentaje de elongación porque el porcentaje de rechazos por piezas cortadas para volante en las semanas 5 a la 10 del año en estudio fue del 17% en la línea libre de cromo, valores fuera del límite que es 8%. Lo que a su vez se tradujo en un bajo rendimiento del cuero producido.

Descripción de la Problemática.

El problema es identificado en una planta de corte, que es la evaluadora final de la elongación del cuero y es parte de sus especificaciones a cumplir para con el cliente.

Este proyecto se desarrollará en una planta de acabado de tapiz para volante, ya que es ahí donde se realiza el último proceso al cuero como tal, además de contar con los recursos humanos y técnicos para identificar la desviación.

Debido a la exigencia de los clientes varias especificaciones de calidad deben ser cumplidas y atendidas, entre las especificaciones más críticas están:

- Porcentaje de elongación
- Espesor
- Soltura de flor

Como parte del proceso se deben pasar el 100% de las piezas cortadas por una máquina que clasifica las piezas de cuero en una escala del 1 al 11. Esta clasificación tiene las especificaciones de porcentaje de elongación de cada cliente y se interpreta de la siguiente manera:

Clase	% de elongación	Veredicto
K1	4.50%	Aceptable - Dentro de especificación
K2	5.90%	Aceptable - Dentro de especificación
K3	7.50%	Aceptable - Dentro de especificación
K4	9.50%	Aceptable - Dentro de especificación
K5	13.00%	Aceptable - Dentro de especificación
K6	3.10%	Rechazo - Elongación negativa
K7	15.00%	Rechazo - Elongación positiva
K11	*	Prueba incorrecta

Tabla 1. Clase y especificaciones del porcentaje de elongación

El porcentaje de rechazos por elongación en piezas cortadas para volante en las semanas 5 a la 10 del año en estudio fue del 17% en la línea libre de cromo, valores fuera del límite que es 8%. Lo que a su vez se tradujo en un bajo rendimiento del cuero producido.

Un retrabajo está siendo la alternativa, ablandar las piezas, ocupando personal y tiempo y solo se recupera un 70% de las piezas rechazadas, además se corre el riesgo de generar soltura

de flor (siendo otro parámetro crítico), entre otros cambios como reducción de la profundidad del grano y pérdida de brillo.

Este estudio será una guía para entender como los procesos de pre acondicionado y acabado pudieran influir en la elongación del cuero libre de cromo.

Antecedentes.

El cuero para tapicería automotriz está siendo cada vez más importante en la industria de cuero, en los últimos años se ha incrementado su valor y los altos requerimientos en cuanto a especificaciones de calidad, los clientes tienen mucho en cuenta, que el producto no solo tiene que ser agradable a la vista y sentido, sino que debe ser duradero. "Según la empresa consultora Grand View Research, el sector de interior para automóvil se valoró en 28,320 millones de dólares en 2017, y se pronostica crecimiento a tasa anual de 6.5% desde 2018 hasta 2025." (*Tapicería auto. Revista informativa, N° 30* (Barcelona), pag. 3).

De acuerdo con un estudio realizado por la Revista Informativa No. 30 del Departamento de Curtidos de Cromogenia del valor global de interiores para automóvil, el 55.31% corresponde a cuero, mientras que el 44.69% restante está destinado a sustrato artificial. Esto valoró la demanda de cuero automotriz en 15,667.2 millones de USD en 2017, y se prevé alcance 24,652.7 millones de USD en 2025, lo que significa una tasa de crecimiento anual de 5.9%.

En la actualidad la palabra sustentabilidad en el área curtidora ha sido un tema muy tocado, no solo desde un punto de vista medioambiental, sino también desde una visión social y económica y es "el mercado del cuero para automoción está en constante evolución y crecimiento, buscando siempre elevados estándares". (*Tapicería auto. Revista informativa, N° 30* (Barcelona), pag. 3).

Viéndolo desde otra perspectiva y como nos lo menciona el Departamento de Curtidos de Cromogenia, el uso del cuero es, de por sí, un producto más sostenible al compararlo con materiales sintéticos o sustratos artificiales. Pues estos últimos provienen de materias primas no renovables y, por tanto, no sostenibles. A todo ello, se le suma su menor durabilidad en comparación con los artículos de piel. (1).

Para describir la complejidad de la elaboración y composición de un volante Henk Raetsen (patente 6,079,292 jun.27, 2000) nos explica: "Los volantes para automóviles que inicialmente estaban hechos de madera, y más tarde de plástico rígido moldeado, como Baquelita o Nylon, en los últimos años se han vuelto más sofisticados. En particular, el material base es a menudo un PVC, TPR, DR o poliuretano que exhiben suficiente rigidez y, sin embargo, tiene una buena suavidad al tacto. Junto con este desarrollo ha llegado el material polimérico como revestimiento exterior, por ejemplo, el poliuretano que es una película que puede formarse como parte del material del volante o como una cubierta separada. Si bien este material tiene apariencia de cuero, es notablemente diferente, especialmente después del envejecimiento, y no da el lujo de un cuero hecho a mano y tradicional, aunque el artículo sigue siendo atractivo".

La dificultad de proporcionar una forma de rueda envuelta con cuero es que este no es capaz de formarse en su lugar como una película o capa de plástica. Además, a diferencia del material polimérico, no se puede fundir ni calentar para sellarlo en su lugar, por lo tanto, se aplicará con algún método tradicional que generalmente significa costura. Debido a la compleja configuración de un volante, la costura debe hacerse sobre el artículo y generalmente a mano, por lo que no es susceptible de un proceso automatizado. El costo de la mano de obra involucrada es una clara desventaja, permitiendo su uso solo en artículo de lujo" (2).

Recurso Disponibles.

Para el estudio del desempeño del proceso de tamboreo en seco, se cuenta con un Tambor. El tamboreo en seco es parte del acabado, una de las fases más complejas del proceso del cuero. Su propósito es mejorar la suavidad del cuero, dándole un patrón de grano. Esto se hace agitando y estresando mecánicamente las pieles en un ambiente con temperatura y humedad controladas y posiblemente con la adición de productos químicos especiales. (3) Anexo A.

Para el estudio de la influencia del ablandado en diferentes partes del proceso se cuenta con una Máquina de ablandar (6). Después del secado, es necesario proporcionar al cuero flexibilidad y cierta esponjosidad ya que las fibras se encuentran compactadas y hay que separarlas por acción mecánica (7). El ablandado consiste en golpear y estirar la piel rítmica y constantemente, para que esta, quede con una suavidad uniforme. La piel ablandada se hace más dócil y fácil de trabajar, porque sus fibras se han despegado entre ellas. (5) Anexo B.

Para el estudio de la influencia de la aplicación de pre-base y base se cuenta con una máquina de rodillo (8). Estas máquinas constan de un cilindro metálico que tiene grabada en profundidad una determinada trama y lleva adosada una cubeta de su misma longitud que se cierra por los extremos y provista en su parte inferior de una rasqueta o cuchilla, cuyo filo roza con el cilindro. El espacio situado entre la cuchilla y el cilindro sirve para colocar la preparación del acabado, siendo la rasqueta la que limita la carga transportada y la cantidad transferida dependerá de la profundidad y frecuencia de la trama (9). Sirve para aplicar grandes cantidades de solución de acabado sin pérdida de producto (7). Anexo C y C1.

Para el estudio de la influencia de la aplicación de la película selladora por el lado carne y aplicación final del acabado (esta capa es la que controla el brillo y tacto y es fundamentalmente responsable de las solideces del acabado) se cuenta con una máquina de pulverización automática. La solución de acabados se pulveriza mediante pistolas aerográficas, sin aire o mixtas que pueden tener movimiento alternativo, rotativo o lineal. (7) Anexo D y D1.

Para el estudio de la operación de grabado, se cuenta con una prensa para planchar y/o grabar en continuo (4). El grabado consiste en darle a la superficie del cuero diferentes diseños en relieve, hay dos factores importantes en el grabado que son la temperatura y la presión (5). Anexo E.

Además de esta maquinaria que será clave en el desarrollo del proyecto, se cuenta con toda la maquinaria necesaria para los procesos anteriores y posteriores y equipo de laboratorio, las dificultades o limitaciones que se pueden presentar en el desarrollo de este proyecto, será

la disponibilidad de tiempo para la experimentación, la maquinaria para ejecutar el diseño de experimentos ya que la planta está trabajando al 100% de su capacidad y la aprobación de los cambios en el proceso por parte del corporativo mundial.

MARCO TEÓRICO

1. Wet White

1.1 Generales de la proteína del cuero.

Debemos iniciar comentando que el cuero no es un material uniforme desde una perspectiva estructural, sus propiedades físicas dependen del tipo de animal, raza, ubicación geográfica, si es un animal de criadero o de granja, tipo de alimentación, etcétera. Todos estos factores exhiben variaciones en diferentes partes sobre el área del cuero. "El cuero es un material anisotrópico¹, sus haces de fibra están orientados en diferentes direcciones dependiendo de la ubicación en la piel y el animal del que se originó. Esto afecta algunas propiedades físicas, como la resistencia a la tracción y elongación, y explica parte de la variabilidad observada en las propiedades del cuero acabado" (Bornova, 2014, p. 157).

Como nos describe Morera, las fibras del cuero están compuestas de colágeno que es una proteína de α -aminoácidos unidos entre sí por enlaces amídicos llamados péptidos (Morera, 2003, p. 47):

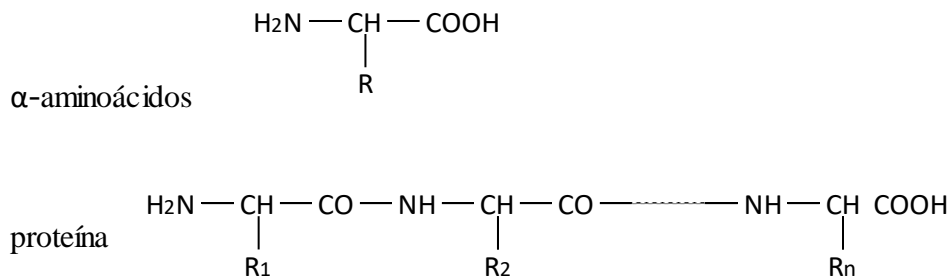


Imagen A. Enlace peptídico del colágeno.

Él mismo nos comenta que "el colágeno está formado por unos 20 aminoácidos diferentes, dependiendo del tipo de animal y de su juventud, con cadenas laterales no polares, polares, ácidas y básicas. El elevado contenido de Hidroxiprolina diferencia al colágeno de las otras proteínas de la piel" (Morera, 2003, p. 48 y 49).

También nos menciona que "dentro del esqueleto peptídico hay interacciones que obligan a la proteína a plegarse de determinada manera. En el caso del colágeno se adquiere el plegamiento de α -hélice debido a que se establecen interacciones de puente de hidrógeno entre los "O" de los grupos C=O y los H de un grupo -NH- separados por tres unidades

¹ Anisotropía: Característica de algunas sustancias de variar alguna de sus propiedades según la dirección en que se midan.

estructurales. Los grupos R se dirigen hacia afuera y la hélice gira a la derecha" (Morera, 2003, p. 49).

Y además nos explica que "cuando se enrollan entre sí tres cadenas de una longitud aproximada de 1000 aminoácidos (cadenas polipeptídicas), se forma una molécula de colágeno o protofibrilla, de una longitud aproximada de 3000 Å y un diámetro aproximado de 14 Å. Este enrollamiento se establece por uniones químicas de tipo éster y enlaces de puente de hidrógeno de cadenas vecinas" (Morera, 2003, p. 50).

Y es también Morera el que nos da una visión gráfica de una cadena polipeptídica, describiéndonoslo de la siguiente manera (Morera, 2003, p. 50):

- La unión de protofibrillas forman un *filamento*.
- La unión de varios filamentos forma una *fibrilla*.
- La unión de varias fibrillas forma una *fibra*.
- La unión de varias fibras forma un *haz de fibras*.

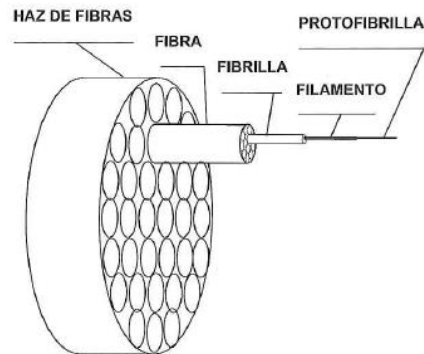


Imagen B. Cadena Polipeptídica.

1.2 Acerca del wet white

Después de esta breve descripción de la composición de una fibra de colágeno pasaremos ahora a describir el proceso de curtido de una piel en forma muy general tomando un enfoque hacia el curtido libre de cromo.

La Revista Informativa No. 30 del Departamento de Curtidos de Cromogenia "distinguen dos tipos comerciales dentro del proceso de curtición de pieles delgadas los cuales son: wet blue y wet white. Las pieles curtidas al wet white o metal free, frente a las pieles curtidas en wet blue, muestran mayor biodegradabilidad debido a la no utilización de cromo u otro tipo de metales. En consecuencia, son considerados sustratos más sostenibles" (*Tapicería auto. Revista informativa, N° 30* (Barcelona), pag. 3) (1).

Para describir los materiales utilizados más comúnmente para curtir el colágeno como parte del proceso de conversión de pieles en cuero tomaremos lo señalado por J. W. Harlan y S. H. Fairheller que nos comentan que se "dividen en tres grupos principales: curtientes minerales, curtientes de aldehído y curtientes vegetales. Los agentes de curtición mineral más importantes son los complejos de cromo III del sulfato básicos hidratados. Estos compuestos forman complejos de coordinación polinucleares extendidos que contienen puentes de hidrogeno y sulfato en los que los grupos carboxilo ionizados en el colágeno entran fácilmente y logran la reticulación. En el ajuste del pH y el secado parcial, se forman complejos altamente estables con predominio de puentes hidroxilo y grupos amida de proteínas que ingresan al complejo. Los curtientes de aldehído proceden a través de reacciones de condensación de aldehído con grupos amino de colágeno para dar alfa-hidroxiaminas que pueden condensarse con otros grupos de amina de colágeno para efectuar la curtición. Los agentes curtientes de tipo vegetal ya sean extractos de plantas naturales o sintetizados, son compuestos polihidroxilados complejos de alto peso molecular que no dependen de la reticulación como tales para ser efectivos. Su efectividad parece depender de otras propiedades" (J. W. Harlan, S. H. Fairheller, 1977, p.425) (12).

En un artículo de la casa comercial SilvaTeam acerca de innovación en cuero sin cromo nos menciona que "el motor detrás del impulso hacia el curtido libre de cromo es la industria automotriz, usuaria principal de este tipo de cuero. En el año 2000, entró en vigor una disposición de la Unión Europea que requiere que, para enero de 2015, el 95% de los vehículos abandonados pueda ser reutilizado parcial o totalmente (Directiva de la Unión Europea sobre Vehículos Fuera de Uso No 2000/53/EC)." Además, comenta que "los cueros que no contienen metales pesados se pueden biodegradar más fácilmente que aquellos que contienen cromo y sus residuos pueden ser incinerados, a diferencia de los cueros al cromo que en su combustión que en condiciones particulares pueden producir cromo hexavalente" (SilvaTeam. (s.f.) Innovación en cuero sin cromo <https://www.silvateam.com/es/>) (13).

Y es por esto por lo que un cuero libre de cromo se está convirtiendo en una materia prima cada vez más solicitada sobre todo si se desea realizar exportación de productos de cuero hacia otras partes del mundo. "A pesar de que el cuero libre de cromo solo representa aproximadamente el 5% de la producción automotriz total, los productores principales de cuero automotriz están cerca del 30% libre de cromo" (SilvaTeam. (s.f.) Innovación en cuero sin cromo <https://www.silvateam.com/es/>) (13).

Para definir el término wet white utilizaremos la descripción hecha por Química Internacional para el Curtido que en su artículo acerca de Wet White nos comenta que " el término wet white es usado para describir pieles que van completamente libres de metales pesados y sales de aluminio, pero el término es usado más libremente para describir pieles que están libres de cromo pero que pueden contener sales de aluminio, circonio o titanio. Esta última situación es también conocida como FOC² término que ha sido adaptado por los consumidores de pieles para tapicería de automóviles. (Biblioteca Medio Ambiente, p. 2) (14).

² FOC: Free on Chrome = Libre de Cromo.

En el anexo F se nos describen los pasos para llevar a cabo el proceso de curtido con glutaraldehído, conocer cuáles son sus propiedades y las precauciones que debemos tener durante el proceso, lo importante y relevante en este ensayo, es que un cuero al wet white presenta una menor elasticidad que un cuero curtido con sales de cromo ya que una de las características que proporciona esta sal al cuero es esta cualidad. Por lo que de inicio se tendrá un cuero con menor elasticidad.

2. Recurtido, teñido y engrase (RTE) de un wet white

2.1 Objetivo del recurtido.

El objetivo de la recurtición es darle a cada tipo de cuero ciertas características especiales, de acuerdo con el artículo al que será destinado dependiendo de lo solicitado por el cliente. En este proceso se agregan una serie de productos químicos que le confieren al cuero determinadas características de suavidad, llenura, resistencia, repelencia al agua, compacidad, etcétera.

2.2 Químicos a utilizar durante el RTE.

Igual que en la recurtición, teñido y engrase para un wet blue, en el recurtido al wet white se utilizan productos químicos como humectantes, jabones, sales de sodio, amoníaco, ácido fórmico, ácido oxálico, colorantes, auxiliares de penetración, agentes desacidulantes y tamponantes y aceites minerales, animales, vegetales y sintéticos; que cumplen funciones de acondicionamiento, ajuste o fijación, pero la recurtición propiamente dicha se da por la adición de agentes recurtientes que actúan sobre la estructura del cuero y le confieren propiedades definidas.

2.3 La elongación durante el RTE.

Aunque se sabe que la elongación puede ser atendida desde el proceso de recurtido, teñido y engrase, donde los productos químicos pueden proporcionar una ventaja y mejorar esta característica, también se sabe que un proceso de RTE de un wet white la adición de resinas, polímeros y sintanes tiene que ser en un porcentaje mayor al que se usa comúnmente en un cuero curtido al wet blue, esto es por la apariencia chata, vacía, débil y/o por tener un quiebre pobre como nos comenta M. Taylor. (2011. p. 35) (17). Lo que hace que la elongación sea un factor de segundo plano en este proceso al cual debemos lograr que el cuero tenga la llenura y firmeza de flor adecuada para su destino final. Es por eso la importancia de que en los procesos subsecuentes se trate de proteger o al menos mantener inalterable el porcentaje de elongación.

3. Secado

3.1 Generales del secado

En esta etapa se llevan a cabo una serie de operaciones de carácter físico-mecánico, que tienen como finalidad retirar el excedente de agua que se encuentra atrapada entre las fibras del cuero mediante evaporación. Estas operaciones son normalmente un escurrido a presión, un secado al vacío y un secado en túnel de aire caliente o al aire ambiente, aunque puede haber otros métodos.

El secado para un cuero wet white puede ser alrededor de los 60°C sin apenas presentar encogimiento. Con estas operaciones podremos eliminar el excedente de agua hasta llegar a un contenido de agua deseado que puede ser entre 12 a 15% según Bacardit A. y Ollé Ll. (2002. p. 127).

3.2 Variables que influyen durante el secado.

Existen ciertas variables fisicoquímicas que influyen en el secado algunas de ellas son las que nos describen Bacardit A. y Ollé Ll:

➤ La higroscopicidad del cuero.

El cuero es higroscópico y su porcentaje de humedad varía en función de la humedad relativa del aire en contacto con el cuero. Este equilibrio puede variar según el tipo de fabricación al cual ha sido sometido el cuero (curtido al cromo, vegetal, diferentes tipos de engrasantes: aniónicos e hidrofugantes). (2002. p. 128):

➤ La velocidad de secado:

Se realiza en fases:

- Primera fase: se evapora el agua libre de las dos capas exteriores (flor y carne). Esta fase es rápida y constante. (2002. p. 128)
- Segunda fase: se evapora el agua interfibrilar. Para esto se tiene que realizar un trabajo suplementario al tener que desplazar el agua hasta la superficie, por lo tanto, esta fase no es tan rápida como la primera. (2002. p. 129):
- Tercera fase: se evapora el agua enlazada químicamente con la fibra del cuero (agua de cristalización). La velocidad de esta fase es aún más lenta. (2002. p. 129)

Además, nos explican que "básicamente, el secado (excepto el secado al vacío), se realiza mediante el contacto con una masa de aire, en determinadas condiciones de temperatura y humedad, que absorbe o asimila por evaporación el agua contenida en el cuero". (Bacardit A. y Ollé Ll. (2002. p. 129).

En este proyecto tanto el proceso de curtido, RTE y los procesos mecánicos subsecuentes no será modificado ni estudiado, solo se está referenciado para entender mejor el comportamiento de la materia prima (cuero libre de cromo) con el que se ensayará en los procesos de acondicionado y acabado.

4. Acondicionado de un cuero en costra

4.1 Generales del acondicionado.

Acondicionar un cuero es prepararlo para la etapa final del proceso, se fundamenta en operaciones de ablandado, estirado, planchado, aplanado, recorte, lijado o desflorado y el tamboreo. Todas estas operaciones nos ayudan a tener un cuero más flexible.

En esta etapa de acondicionamiento los efectos mecánicos aplicados también tienen que ver con el tipo de cuero que se desea obtener al final, en el caso de un cuero para tapiz de volante es esencial la elongación y soltura de flor que pudieran verse afectadas con algunos de estos procesos.

5. Terminación o Acabado.

5.1 Generales del acabado.

Para dar la descripción de lo que es el acabado, Oscar Duque nos lo define como: "Acabar un cuero es colocar en su superficie unas capas de productos especiales que le confieren características de tacto, textura, lisura, color, es decir, capas que le dan la apariencia final al cuero". El mismo nos dice que "en el proceso de acabado es quizás donde mayor variedad de productos químicos se utilizan, como alcoholes, solventes de todo tipo, auxiliares, resinas acrílicas, resinas de poliuretano, resinas de butadieno, pigmentos de tipo orgánico, mineral y sintético, complejo - metálicos, siliconas, lacas al solvente, lacas al agua, reticulantes, proteínas, caseínas, ceras y aceites, entre otros" y que para lograr esta apariencia "se realiza mediante tratamiento con soluciones de colorantes, mezclas de pigmentos, ligantes, lacas y a operaciones mecánicas como el planchado, el grabado, al ablandado y el tamboreo, por dar algunos ejemplos" (Duque. 2007. p. 26.) (19).

6. Propiedades físicas del cuero.

Las propiedades físicas del cuero determinarán las características de resistencia de este, es decir parámetros de calidad que deben cumplirse de acuerdo con la disposición final del cuero. La transformación de una piel a cuero implica una serie de cambios y alteraciones físicas, químicas y mecánicas que pueden afectar estas propiedades físicas (23).

Para definir el objetivo de los ensayos físicos Font Joaquim nos dice que "sirven para evaluar la capacidad del cuero terminado para resistir con éxito los esfuerzos y acciones a que estará sometida tanto en su transformación de un objeto de uso como en su empleo por parte del consumidor". Y además nos comenta que "los ensayos físicos se ocupan de propiedades que dependen de la estructura completa del corte del cuero. Los resultados de la medición de los parámetros físicos dependen mucho de factores como la localización y las dimensiones de las probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales y de los procedimientos empleados" (Font Joaquim. 2002. p.31) (20).

"La temperatura y la humedad relativa del aire en equilibrio con la piel influyen en la mayor parte de sus propiedades físicas. Magnitudes como la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento, varían significativamente en función de las condiciones ambientales, especialmente con la humedad " (Font Joaquim. 2002. p.33) (20).

7. Estiramiento del cuero.

Como ya hemos recalcado el cuero es un material con una estructura fibrosa irregular, que presenta diferencias en su compacidad y en la ordenación y orientación de sus haces de fibra. "Existen unas direcciones preferenciales (líneas de tensión), a lo largo de las cuales se hallan mayor cantidad de haces de fibra extendidas longitudinalmente que transversalmente" (Font Joaquim.2002. p. 20.) (20).

El cuero tiene propiedades de estiramiento, y LLadó nos comenta que estas varían su rango de elongación según el sentido al que se le esté aplicando la fuerza. El mayor porcentaje de estiramiento se da en el sentido horizontal, es decir a lo ancho de la piel, alcanzando hasta un 15%, y en el sentido vertical puede llegar hasta un 5% de estiramiento a lo largo del cuero. Una piel que no estire en absoluto haría imposible el movimiento. La mayor cantidad de estiramiento es donde está la mayor cantidad de movimiento del animal, esto es cerca de las patas, en la barriga y en el cuello. Además de que el tipo de animal, la edad, el tipo de curtido y el tipo de acabado aplicado a la superficie de la piel afecta al grado de estiramiento de esta. (LLadó. 2013. p.13) (21).

El cuero es muy fuerte y tiene una alta resistencia, pero sus propiedades de alargamiento como lo hemos estudiado no tienen un comportamiento uniforme. Como sugiere Mitton, "las fibras del cuero se comportan como hebras individuales que permiten al cuero se alargue en una sola dirección. Por tanto, se puede suponer que cuanto menos el número de fibras orientadas inicialmente en una dirección definida, más se puede distorsionar o estirar el cuero cuando se tira en esa dirección y la magnitud del estiramiento es inversamente proporcional al número de fibras orientado en cualquier dirección" (2010. p. 16) (25).

La definición de elongación según la Real Academia Española es el alargamiento de una pieza sometida a tracción (24), en palabras más relacionadas al cuero, el porcentaje de elongación representa la capacidad que el cuero registra para estirarse frente a la aplicación de un esfuerzo unidireccional (22).

En este estudio esta palabra juega un papel muy importante ya que pretendemos entender como es afectada esta variable durante varios procesos del acondicionado y acabado del cuero.

8. Generales del volante.

Una vez entendidas las características que tiene un cuero FOC y que el artículo al que se destinará será para tapicería automotriz de volante, es importante destacar por qué la elongación juega un papel importante en el armado de este. Ahora sabemos que el cuero no tiene una elongación uniforme dependemos de la formación de sus haces fibrosos, raza, origen, forma de proceso de curtido, recurtido, teñido y engrase, procesos de mecánicos como el secado, acondicionado y finalmente el acabado pueden contribuir al bajo o alto desempeño de esta variable.

También nos enfrentamos a problemas que pueden ocurrir durante el revestimiento del volante con cuero, tales como, arrugas, piezas que se estiran y deforman al colocarlas al rededor del volante.

En el volante la elongación es muy relevante, con parámetros bien establecidos de porcentaje de elongación en un cuero se realiza la construcción de patrones de trabajo o dibujos de ingeniería para con estos armar el volante sin tener problemas de que el cuero estira de más y se generen pliegues o arrugas al momento de cocer o que la elongación sea tan baja que no se logre rodear el volante sin tener que deformar el cuero por el estiramiento excesivo e inclusive problemas de fisuras del cuero en las costuras.

En este mercado cada vez más demandante y exigente lleno de facilidades tecnológicas, la tapicería para volante debido a la complejidad de la materia prima usada no se ha logrado estandarizar con procesos mecánicos haciendo así más complejo el desarrollo de un cuero que cumpla con las características que este demanda.

Muchos problemas se pueden abordar si se entiende como es que los procesos de acondicionado y acabado del cuero afectan esta variable. Con la identificación de la afectación durante los procesos se puede diseñar un proceso robusto que destaque la elongación y la mantenga uniforme, lo ideal sería que un cuero en la dirección que fuese cortado la elongación tenga un comportamiento similar, evitando así tener que seleccionar que parte y dirección del cuero se tiene que cortar para armar el volante. Entonces la gran oportunidad de estudiar los factores que influyen o impactan la elongación se hace más relevante y significativo, tener este conocimiento ayudaría a reducir el porcentaje de rechazos y tener una utilidad mayor en cada cuero cortado.

Los procesos anteriores al acondicionado y acabado juegan un papel muy importante, como se revisó en la teoría el proceso de acabado en húmedo tiene un papel relevante en la contribución a los valores de elongación. En el proceso de secado se entiende que el cuero es muy voluble a las condiciones ambientales y que este es un factor en el cual no tenemos diligencia porque no será posible ir contra naturaleza, aquí se vuelve importante regresar o dar un poco de humedad al cuero para contrarrestar la resequedad que se pudiera obtener

debido a los procesos de acabado, que tienden a tener temperaturas altas, sobre todo en la parte del grabado y secado de las capas de acabado.

Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo de tamboreo, ablandado antes de grabar y ablandado al final del proceso de acabado sobre la elongación; así como evaluar el impacto del proceso de acabado sobre esta misma variable.

Objetivos Específicos

Evaluar el impacto en la elongación estática del:

- Tiempo de tamboreo.
- Ablandado antes de gabar y al final del proceso de acabado.
- Aplicaciones de acabado.
- Operación de humectado al final del proceso de acabado.

CAPÍTULO 1. Metodología

1.1 Metodología general

1. La elongación será evaluada mediante el método DIN EN ISO 3376.
2. Para realizar la medición del porcentaje de elongación se utilizará un dinamómetro.
3. Para eliminar variación, las pruebas se correrán siempre en un mismo cuero, misma zona.
4. Se evaluará el desempeño de los cueros en tres zonas culata (A), centro (B) y cabeza (C), a menos que el diseño de experimentos indique otra cosa.

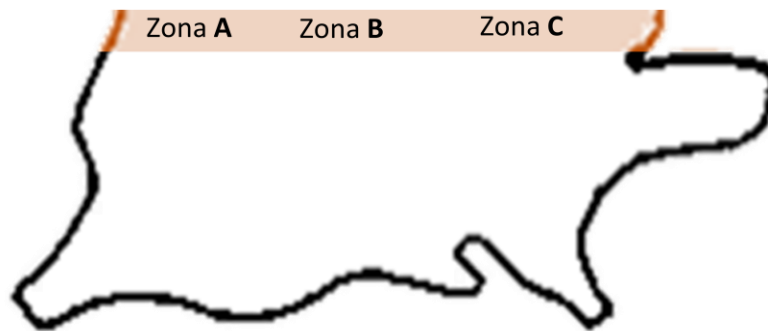


Imagen C. Identificación de zonas en cuero.

5. Las probetas a diferentes condiciones se tomarán en la vecindad de la probeta previamente obtenida.

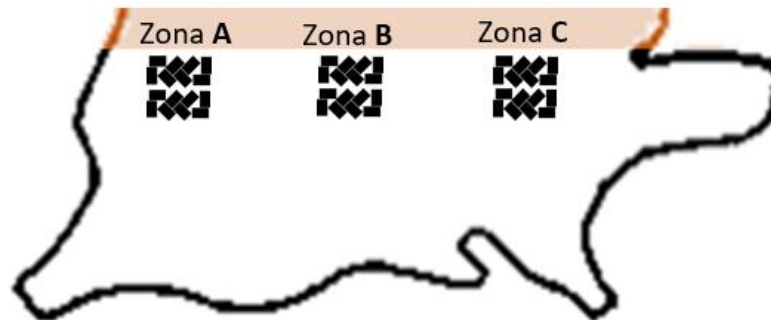


Imagen D. Identificación de toma de muestras.

6. Se tomarán muestras de las pieles para identificar la condición de inicio, la cual se tomará como referencia.

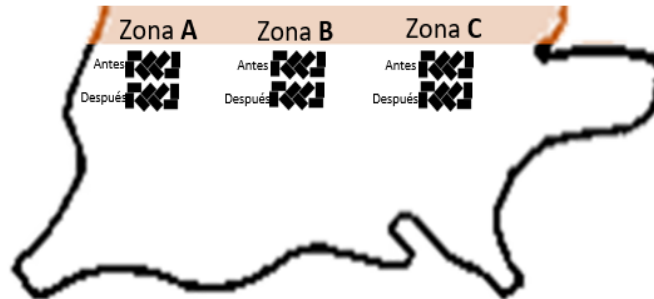


Imagen E. Identificación de toma de muestras control.

7. Colocar piel sobre mesa plana, discriminar la zona de lomo en al menos 15 centímetros hacia adentro y de la culata hacia el cuello, colocar plantilla para marcar sobre el cuero el contorno para facilitar el corte del suaje e identificar bien las zonas a muestrear.

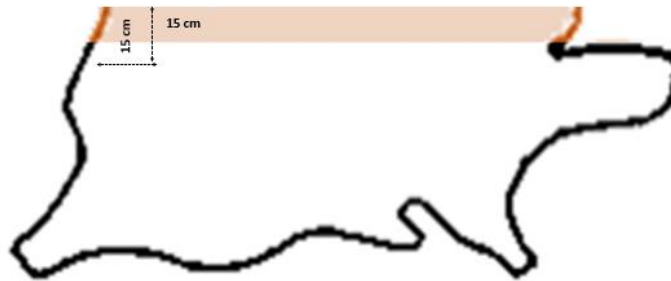


Imagen F. Delimitación de toma de muestras.

8. Se tomarán 8 probetas por lado/zona: 2 en paralelo, 2 en perpendicular, 2 a más 45° y 2 a menos 45°, siempre respetando el mismo corte para todos los ensayos.

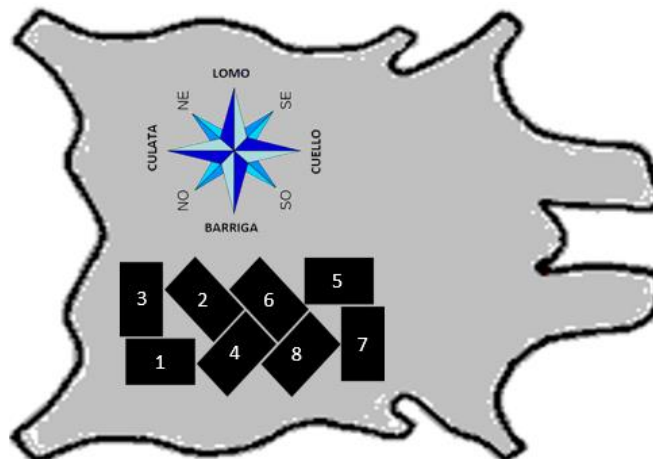


Imagen G. Forma de suaje y ubicación de muestras.

9. Reposar sobre mesa durante mínimo una noche en condiciones ambientales controladas de humedad y temperatura para correcto acondicionamiento de las probetas a evaluar.
10. Las muestras tomadas antes de salir a la maquina suajadora y/o al laboratorio deberán introducirse en bolsas para evitar alterar el acondicionamiento de estas. Usar guantes siempre que se manipulen las muestras para no transferir humedad.
11. Sacar de bolsa una a una las muestras, cortar las probetas e identificarlas, volver a guardar en bolsa y llevarlas al laboratorio para ser evaluadas en el dinamómetro con el método DIN EN ISO 3376 y registrar valores obtenidos.
12. Repetir el ejercicio sobre todos los ensayos realizados.

CAPÍTULO 2. Diseño de experimentos.

2.1 Para tamboreo en costra.

Se evaluará la elongación conforme al método descrito a las 0, 2, y 4 horas de tamboreo.

Con este ensayo se pretende entender el efecto del tiempo de molino sobre la elongación, por zona/dirección del cuero y el efecto del reposo sobre los cueros tamboreados.

Ver metodología en Anexo A.

2.2 Para el proceso de acabado.

2.2.1 Efecto del ablandado antes de grabar y final.

- a) Sin ablandado (control)*
- b) Ablandado solo antes de grabar*
- c) Ablandado solo al final del proceso de acabado*
- d) Ablandado antes de grabar y al final del proceso de acabado*

Con este ensayo se busca entender el efecto de las diferentes condiciones del proceso de ablandado sobre la elongación, por zona/dirección del cuero.

Ver metodología en Anexo B.

2.2.2 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado.

- a) Pre-base y afinado*

Con este ensayo se pretende entender el efecto de la pre-base y afinado sobre la elongación, por zona/dirección del cuero.

Ver metodología en Anexo C.

b) Aplicación de solución selladora por lado carne.

Con este ensayo se pretende entender el efecto de la aplicación selladora por lado carne sobre la elongación, por zona/dirección del cuero y el efecto de la cantidad de la capa selladora por lado carne aplicada al cuero.

Ver metodología en Anexo D.

c) Base.

Con este ensayo se pretende entender el efecto de la aplicación de base sobre la elongación, por zona/dirección del cuero y el efecto de las pasadas aplicadas al cuero.

Ver metodología en Anexo C1.

d) Antes de grabar.

e) Después de reposo de aplicación de acabado final.

Ver metodología en Anexo E.

Con este ensayo se pretende entender el efecto del grabado medio y grabado profundo sobre la elongación, por zona/dirección del cuero y el efecto de la aplicación de cobertura y de aplicación de acabado final, por zona/dirección del cuero.

2.2.3 Efecto de la operación de humectado final

a) Condición inicial.

b) Humedad 1

c) Humedad 2

Ver metodología en Anexo D1.

Con este ensayo se pretende entender el efecto de la humedad sobre la elongación, por zona/dirección del cuero y el efecto del re-equilibrio de humedad sobre la elongación.

CAPÍTULO 3. Acerca del proyecto

Dado que el trabajo se desarrollaba sobre una problemática con causas potenciales desconocidas, no teníamos la posibilidad de preseleccionar los parámetros de diseño ni las etapas de este, sin embargo, nos guiamos por los principios del análisis de causa raíz en problemas técnicos.

1. Definición del Problema
 - a. Identificación de parámetros de seguimiento
 - b. Implementación de métodos de evaluación
2. Análisis del Problema
 - a. Recolección de datos
 - b. Análisis de datos
 - c. Hallazgos y Recomendaciones
3. Desarrollo de experimentos
 - a. Experimentación y Evaluación
4. Resultados
 - a. Validación
 - b. Estandarización
 - c. Asimilación

Tenemos que comenzar con describir que para todos los casos estudiados la variabilidad entre zonas y cueros es muy significativa. Esta variabilidad puede ser incluso mayor que la provocada por el propio estudio. Se tratará de explicar de manera simple lo reflejado entre cada dato obtenido y siempre comparándose solo entre ellos, en lo que sucede en los datos control contra los datos obtenidos al aplicarse los procesos determinados.

Cabe destacar también que parámetros de proceso y/o fórmulas aplicados durante este estudio fueron inalteradas, es decir, todo ocurrió con estándares de producción normal.

Todos los valores que se presentan de elongación están en porcentaje y es el promedio de los 8 especímenes descritos en el paso 8 de la metodología general.

Se discrimino la zona del lomo para tomar muestras debido a que es la parte del animal que menos movimiento tiene, también no se evaluó la zona de las faldas por tener una estructura fibrilar más abierta, mas no quiere decir que no sea importante considerar en otro estudio estas zonas porque el cuero se debe aprovechar en toda su área, solo se pretendía reducir la variabilidad que de por sí ya era amplia por ser el cuero un material único en cada pieza.

Lo que trato este estudio fue evaluar la elongación en toda dirección del cuero para entender mejor el comportamiento de esta variable, es por eso que se toma como referencia la "estrella

cardinal o rosa de los vientos" y resultados por duplicado, además de que este estudio no pretende ofrecer soluciones a un problema determinado si no que abre la brecha para estudios más detallados y controlados sobre algún proceso en específico que se quiera entender más a fondo, además considero que amplía el panorama rompiendo con paradigmas que se pudieran tener sobre este tema.

CAPÍTULO 4. Resultados y conclusiones por ensayo

4.1 Efecto del tamboreo en costra

4.1.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo A/Imagen M.

En este estudio se utilizaron 3 cueros y solo fue posible tomar datos de la zona A y B del cuero debido al tamaño de este, más eso no impidió sacar resultados relevantes.

El efecto provocado por el tamboreo sobre la elongación arrojo lo siguiente:

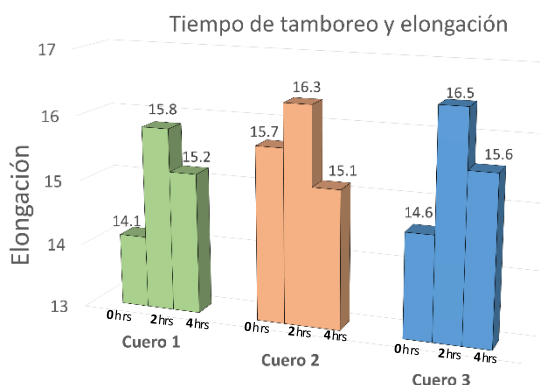


Gráfico 1. Tiempo tamboreo y elongación.

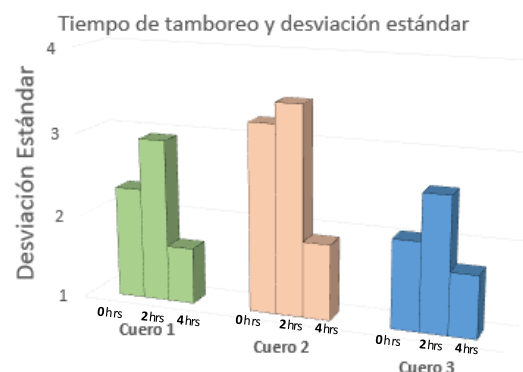


Gráfico 2. Tiempo tamboreo y desviación estándar.

Podemos observar que la variación entre cuero es significativa, para el cuero uno y tres los valores promedio de los ocho especímenes evaluados en la hora cero tienen un valor similar, más sin embargo el cuero dos ya presenta un valor parecido al obtenido con las dos horas de tamboreo para el cuero uno, a pesar de esto la elongación aumenta para todos los casos a las dos horas de tamboreo y tiende a bajar a las cuatro horas de tamboreo. (Gráfico 1). Lo que nos dice que la desviación estándar de los valores está muy dispersa. (Gráfico 2).

El comportamiento de la elongación en la estrella cardinal fue que a las cero horas de tamboreo la elongación se reflejaba en mayor cantidad de datos en sentido paralelo al lomo, posterior a las dos horas de tamboreo los valores son muy dispersos entre sí, el estiramiento es hacia todos los sentidos del cuero, pero a la hora cuatro de tamboreo, esta variación es reducida y los valores son más cercanos entre ellos. (Gráfico 3.)

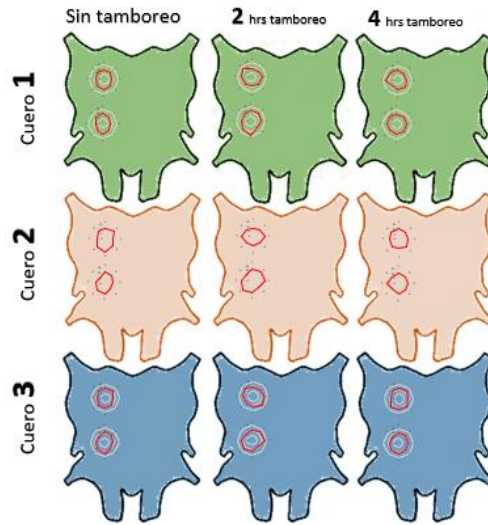


Gráfico 3. Distribución de datos de elongación durante el tamboreo.

4.1.2 Conclusiones

Se puede concluir entonces que el tiempo de tamboreo favorece el incremento de elongación en las diferentes direcciones de un cuero, más al parecer el efecto del tiempo tiene un fenómeno parábola, es decir, una vez alcanzado un cierto alargamiento ya no es posible incrementar el valor, solo se obtendrá una uniformidad entre ellos. Siendo lógico este fenómeno ya que las fibras del cuero llegan a un límite de estiramiento que posterior a estimular se quedará estático sin dar más de si como si fuera un resorte que se estira y ya no se puede contraer.

4.2 Efecto del ablandado antes de grabar y final.

- Sin ablandado (control)
- Ablandado solo antes de grabar
- Ablandado solo al final
- Ablandado antes de grabar y al final

4.2.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo B/Imagen O.

En este estudio se logró tomar muestras de las zonas A, B y C por lado de cuero, es decir de los 6 cueros se dividieron a la mitad convirtiéndolos en 12 lados, con este estudio se pretendió entender el comportamiento del proceso de ablandado al no aplicarlo (sin), al aplicarlo en

medio del proceso de acabado con diferentes parámetros de presión (bajo, medio y alto) y al aplicarlo al final del proceso de acabado. La distribución de la aplicación del proceso de ablandado por cuero y lado fue la siguiente:

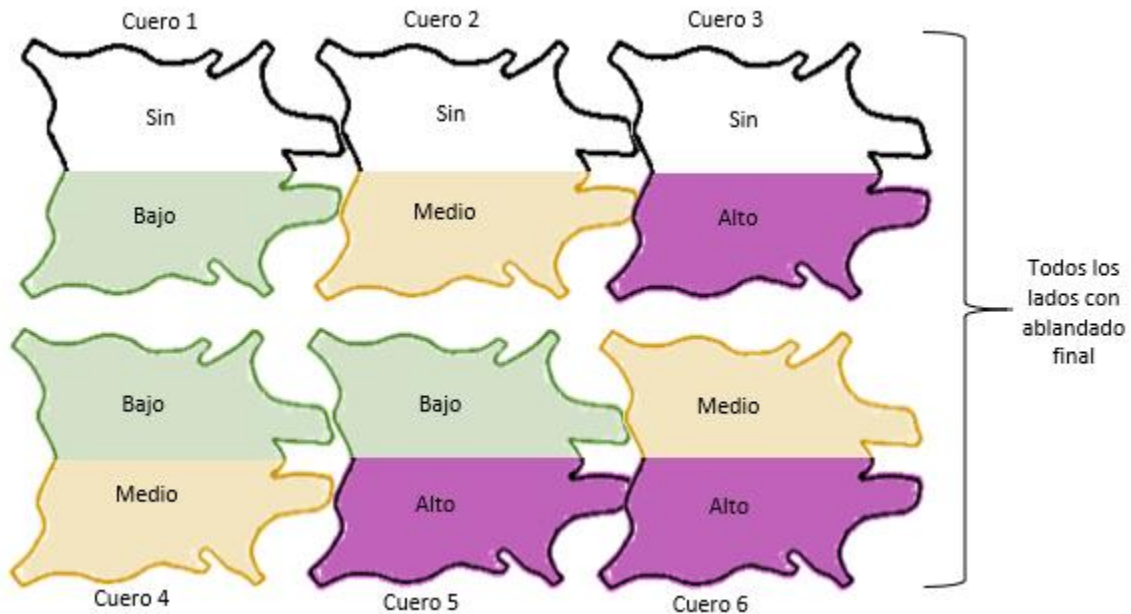


Imagen H. Método de aplicación de ablandado

Aquí se debe resaltar que los resultados se compararon por cuero, es decir lado uno y dos de cada cuero, por ejemplo, del cuero uno se compararon los resultados de elongación en promedio de los ocho especímenes del lado sin ablandado contra los resultados del ablandado bajo. Haciendo esta comparación de cuero por cuero, se puede observar que en la mayoría de los casos (excepto en cuero dos y tres) aplicar un proceso de ablandado en medio del acabado es favorable para la elongación y que dependiendo de la presión aplicada es la elongación ganada, es decir, que no es solo el hecho de aplicar este proceso si no de revisar que sucede con las presiones establecidas como baja, media y alta. (Imagen I).



Imagen I. Ablandado intermedio y elongación.

Mas sin embargo aplicar un proceso de ablandado intermedio al acabado aumenta la desviación de los valores de elongación y que esta variación aumenta conforme se ajustan los parámetros de presión (Imagen J).

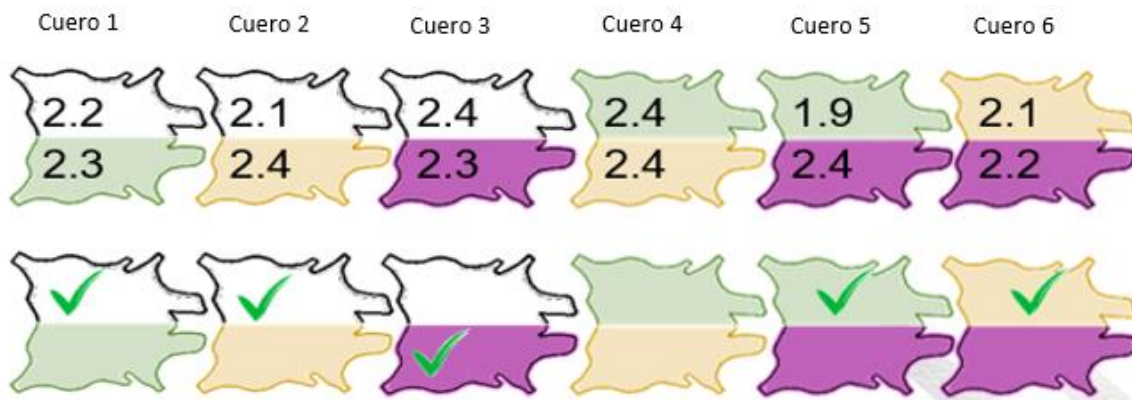


Imagen J. Ablandado intermedio y desviación estándar.

Para obtener los resultados de la aplicación del ablandado final, se realizó una resta (valor después de ablandado final menos valor de elongación antes del ablandado) y aquí los resultados arrojan que en cualquier caso (sin, presión baja, media o alta) es favorable en la elongación (Imagen K).



Imagen K. Ablandado final y elongación.

4.2.1 Conclusiones

De este estudio podemos concluir que en todos los casos aplicar proceso de ablandado intermedio ayuda a incrementar el valor de elongación y que a mayor presión mayor variabilidad de datos. Un proceso de ablandado intermedio de presiones baja a media es adecuado. En todos los casos la aplicación de ablandado final favorece significativamente el valor de elongación.

4.3 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Pre-Base y afinado.

4.3.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo C/Imagen Q.

Este estudio permitió analizar las zonas A, B y C antes y después de la aplicación de pre-base y afinado el estudio se realizó a dos cueros.

En el caso de este estudio la variación por zona no es tan significativa como en estudios pasados, aun así, no significa que se deba a que el cuero es uniforme (Gráfico 4). A pesar de no saber cómo explicar la poca variación entre zonas, se puede observar que en general hay un incremento significativo del valor de elongación, siendo en el cuero uno de un 2.5% y en el cuero dos de un 3.5% más que el valor antes de la aplicación de estos procesos (Gráfico 5).

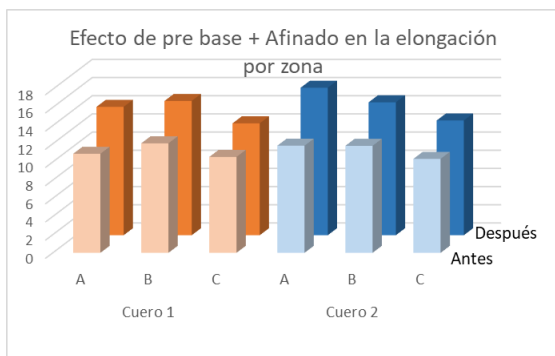


Gráfico 4. Efecto de pre-base y afinado por zona.

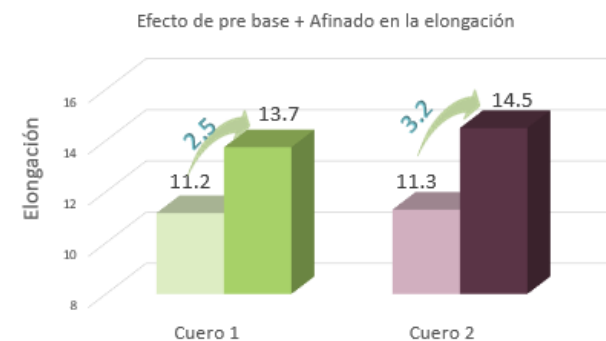


Gráfico 5. Efecto de pre-base y afinado por cuero.

En cuanto a la distribución de datos, antes de la aplicación de pre-base y afinado los valores de elongación son uniformes, posterior a la aplicación de estos procesos la elongación si incrementa, pero la dispersión de los datos es alta, es decir incrementa la elongación, pero aumenta la variabilidad (Gráfico 6 y 7).

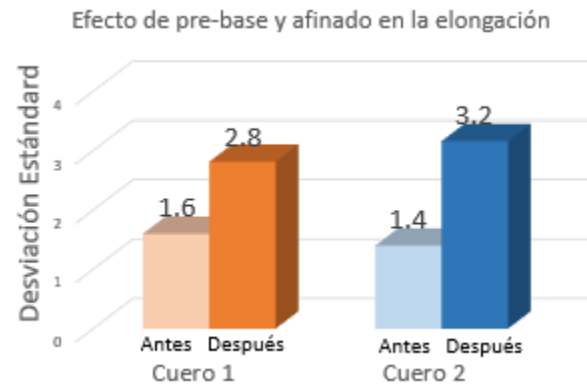


Gráfico 6. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de pre-base y afinado.

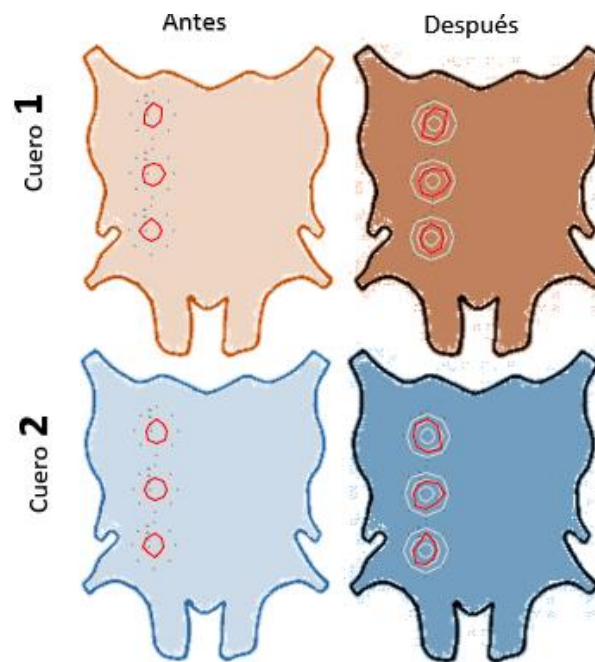


Gráfico 7. Distribución de datos de elongación durante el proceso de pre-base y afinado.

4.3.2 Conclusiones

La aplicación de pre-base y afinado incrementa el valor de elongación considerablemente pero también incrementa la variación de los valores de elongación, provocando un alargamiento desuniforme en el cuero.

4.4 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Aplicación de solución selladora por lado carne.

4.4.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo D/Imagen T.

Este estudio permitió analizar las zonas A, B y C antes y después de la aplicación de la solución selladora por el lado carne, el estudio se realizó a dos cueros, además se agregó otra variable que fue la aplicación de una segunda capa de esta solución para entender como un exceso de producto puede o no afectar nuestra variable a medir.

Los resultados de elongación en este estudio son los que más han reflejado cuanta variabilidad se encuentra entre zonas por cuero (Gráfico 8). A pesar de esta variación el incremento de la elongación es significativo (Gráfica 9).

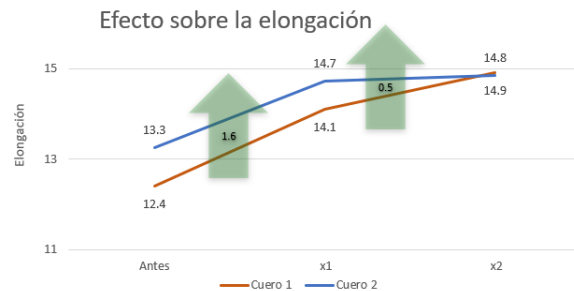
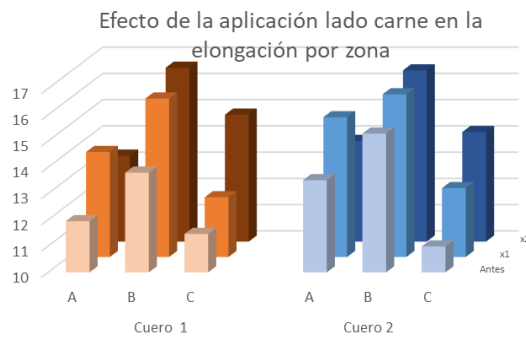


Gráfico 8. Efecto de solución selladora por zona.

Gráfico 9. Efecto de solución selladora por cuero.

Y aunque se incrementa el valor de la elongación, la variabilidad y distribución de datos es sin duda irregular y desuniforme (Gráfico 10 y 11).

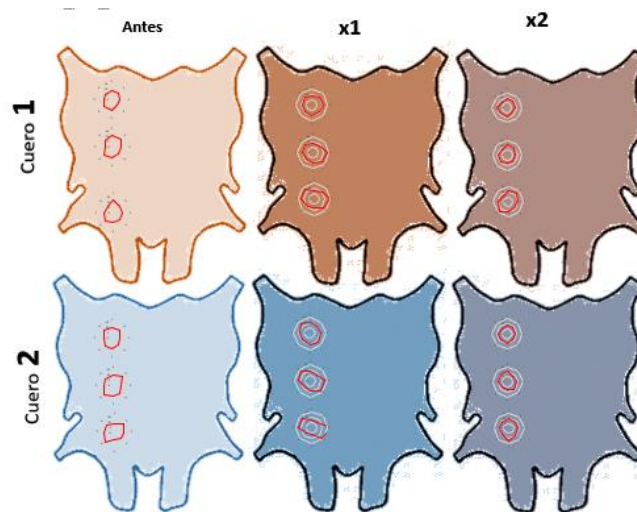


Gráfico 10. Distribución de datos de elongación durante el proceso de solución selladora.

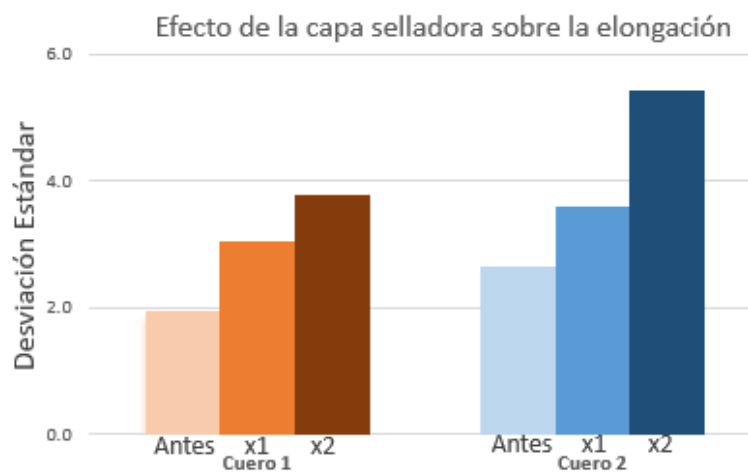


Gráfico 11. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de solución selladora.

4.4.2 Conclusiones

La capa de aplicación selladora por el lado carne parece indicar una mejora en la elongación (1.6% en promedio). Aunque el aumento de la elongación probablemente esté más relacionado con un efecto humectante considerando que el porcentaje de sólidos aplicados en esta capa selladora es solo de 20% y el resto es agua. Aunque el incremento del valor de elongación no es uniforme, el alargamiento de las fibras no tiene un sentido y al aplicar esta capa el porcentaje de mejora es mínimo.

4.5 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Base.

4.5.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo C1/Imagen R.

Este ensayo se efectuó en las zonas A, B y C antes y después de la aplicación de la capa de base, se aplicó a dos cueros, además se añadió el factor de aplicar una segunda capa para entender como un exceso de producto puede o no afectar nuestra variable a medir.

Los resultados obtenidos nos dan una idea, al igual que en los demás estudios, de la variación que podemos encontrar entre zonas y por cuero (Gráfica 12 y 13), lo curioso de este estudio es que, al aplicar la primera capa de base, el valor de elongación baja considerablemente hasta un 2.4% pero al aplicar la segunda capa de base el valor de elongación se incrementa hasta un 2.8% más en comparación con el valor control (Gráfica 14).

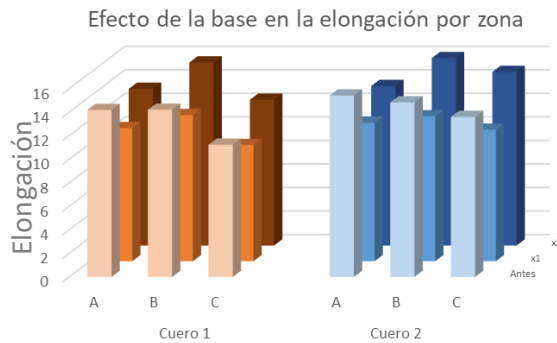


Gráfico 12. Efecto de la base por zona.

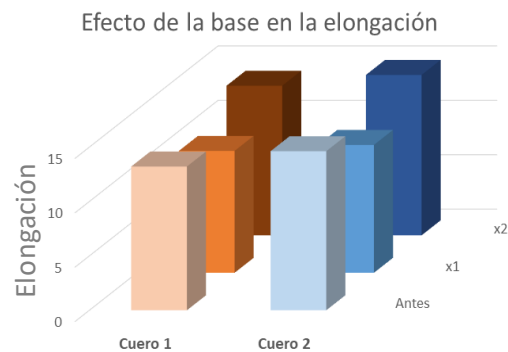


Gráfico 13. Efecto de la base por cuero.

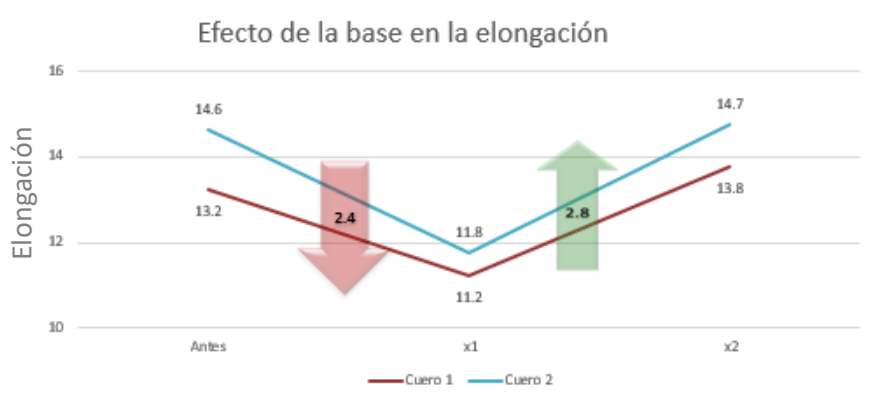


Gráfico 14. Efecto de la base por cuero en la elongación.

La distribución de los datos antes de aplicar la capa de base se pueden ver un alargamiento ligeramente hacia el cuello y culata, al aplicar la primera capa de base, aunque el valor de elongación baja, los valores son más regulares, pero al aplicar la segunda capa, no solo aumenta el valor de elongación, se incrementa la variación entre datos (Gráfico 15 y 16).

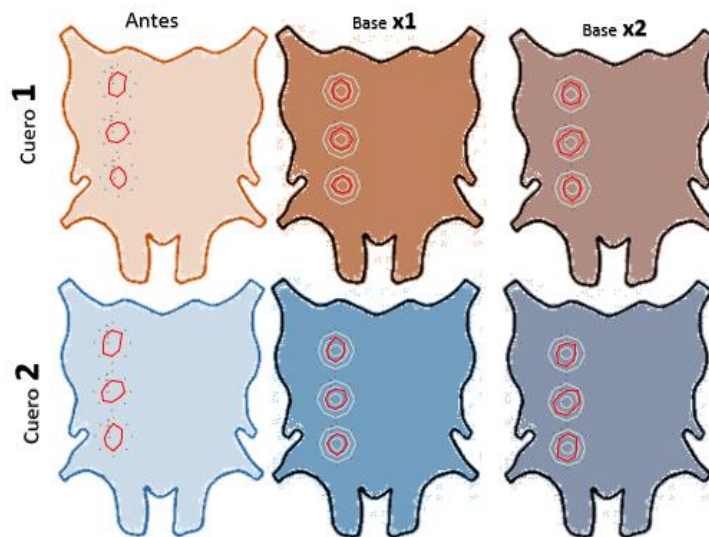


Gráfico 15. Distribución de datos de elongación durante el proceso de base.

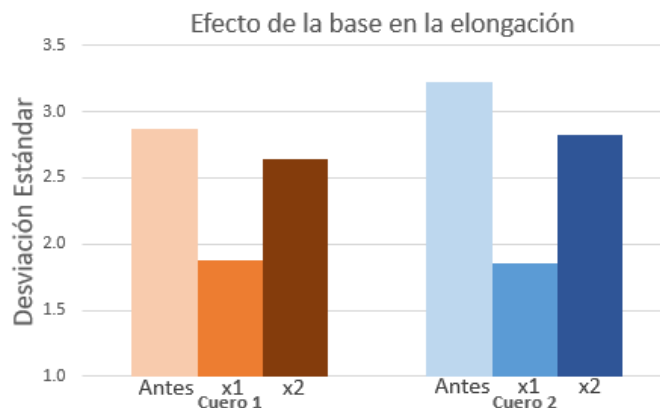


Gráfico 16. Desviación estándar de la elongación durante el proceso de base.

4.5.2 Conclusiones

La primera capa de base parece afectar significativamente el valor de elongación, reduciéndolo hasta en un 2.4%, pero en este ensayo parece que, si afecta de manera positiva la elongación la aplicación de una segunda capa de base, aunque debe ser investigado más a fondo.

4.6 Comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: Antes de grabar y después de reposo de aplicación de acabado final.

4.6.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo E/Imagen W.

Este ensayo se realizó en las zonas A, B y C antes de grabar y después de la aplicación de la capa de acabado final también se hizo sobre dos cueros, pero cada uno con diferentes niveles de grabado (medio y fuerte), posterior al grabado, a los dos cueros se les realizó el mismo proceso de acabado.

En este estudio se ve una variación marcada entre zonas y por cuero. De inicio se ve que el cuero uno y dos tienen menor valor de elongación que lo que tienen el cuero tres y cuatro, por lo que la distribución de los datos tiene una desviación bastante significativa (Gráfico 17 y 18).

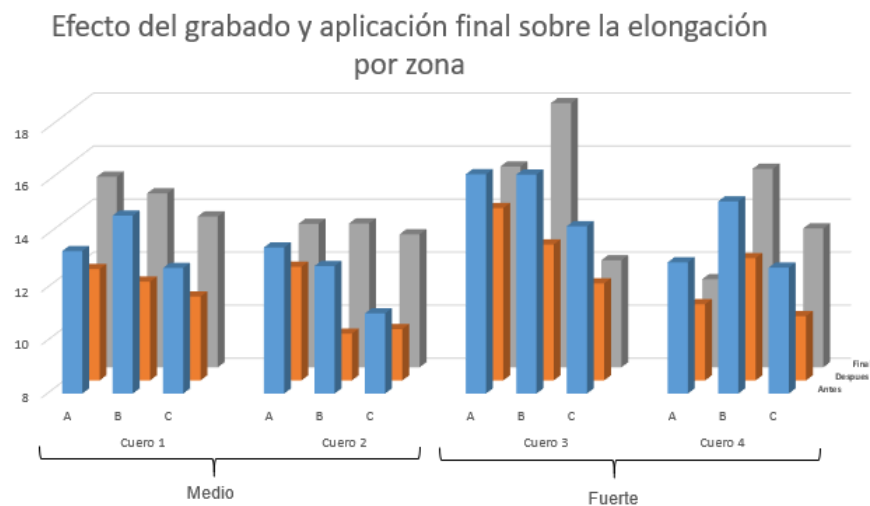


Gráfico 17. Efecto del grabado por zona.

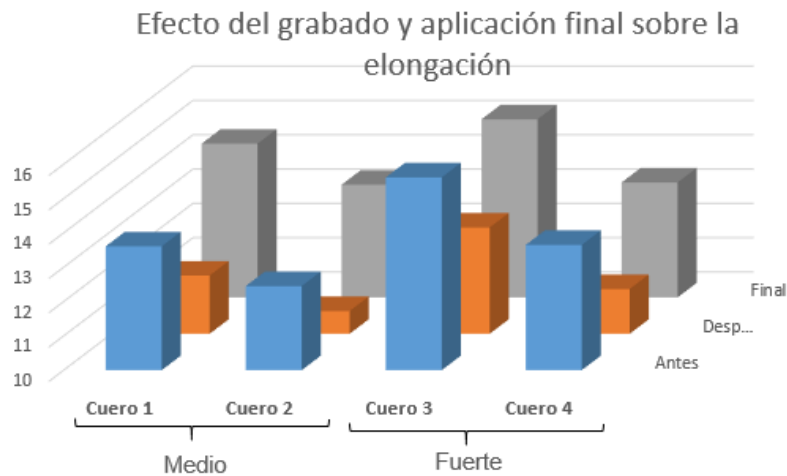


Gráfico 18. Efecto del grabado por cuero.

Para el caso del grabado medio, se ve una reducción una vez sometido al proceso de grabado y una vez aplicando la capa final de acabado, está perdida se ve compensada. Para el grabado fuerte hay un decremento mayor del valor de elongación y después de la aplicación de acabado final se incremente esta variable, pero no logra compensar todo el porcentaje perdido (Gráfico 19 y 20).

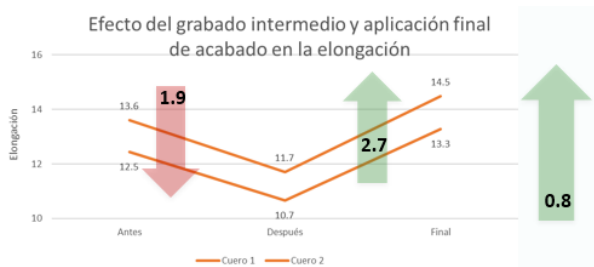


Gráfico 19. Efecto del grabado medio por cuero.

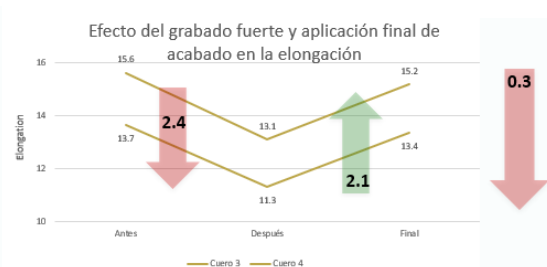


Gráfico 20. Efecto del grabado fuerte por cuero.

4.6.2 Conclusiones

Para este ensayo podemos concluir que el grabado tiene una afectación negativa sobre la elongación. Cuanto mayor sea la presión y la temperatura aplicada al cuero, mayor será la pérdida de elongación. Y cuanto mayor la pérdida de elongación, más difícil será recuperarla, como se ve en el estudio de grabado fuerte que se pierde un 2.4% y solo se recupera el 2.1%.

4.7 Efecto de la operación de humectado final: Condición inicial, humedad 1, humedad 2.

4.7.1 Resultados

Para este estudio se realizó la metodología descrita en el anexo D1/Imagen U.

Este ensayo se realizó en las zonas A, B, C y D en todos los casos se tomó una muestra para analizar el porcentaje de humedad, se aplicaron dos condiciones de humedad (media (+) y alta (++)) para evaluar el efecto que tiene la cantidad de agua, en este caso fue en un solo cuero. Además, una vez tomada la primera lectura de elongación, estas muestras se dejaron en un cuarto controlando la humedad relativa y temperatura para retornar el equilibrio de agua en todas las muestras y posterior se tomaron los segundos datos de elongación.

De entrada, podemos observar que la humedad de inicio (0) ya es en si misma baja por lo que al aplicar la primera cantidad de agua se incrementa el valor de elongación (1.7%) y al aplicar la segunda cantidad de agua parece ya no haber un incremento tan significativo (1%). Posterior al acondicionado los valores de elongación bajan en un 0.6% para humedad media y un 0.9% para humedad alta y quizá este decremento sea debido a que la humedad toma un equilibrio ya que, tanto para la aplicación media como alta, la humedad solo varia en un 0.2%, más, sin embargo, en la muestra inicial no se ve alterado significativamente el valor de elongación ni el de humedad (Gráfico 21).

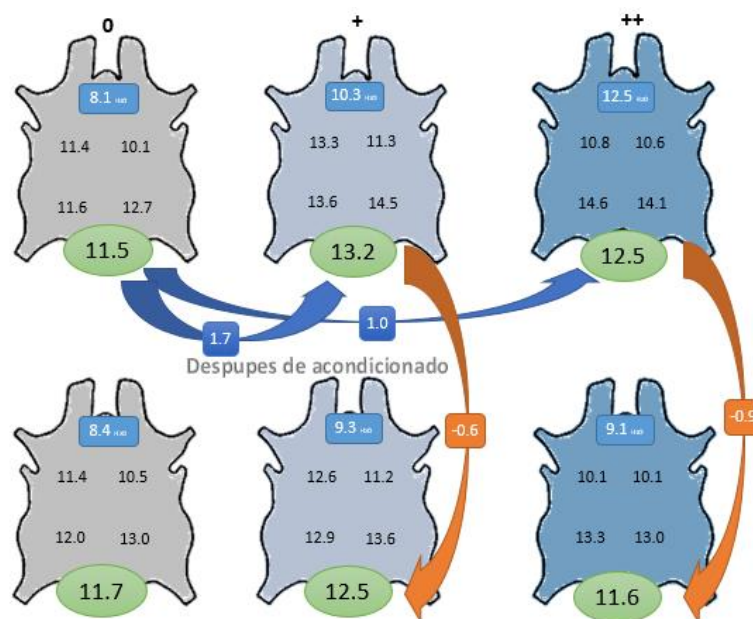


Gráfico 21. Comportamiento de la humedad y la elongación durante el proceso de humectado.

Viendo estos valores desde otra perspectiva, al incrementar el agua aumenta el valor de elongación, aunque el valor inicial pareciera no verse afectado por las condiciones controladas del cuarto y permanece estable en las dos variables. La condición media al final conserva el valor inicial de la condición alta, por lo que se puede ver cierta variabilidad entre zonas (Gráfico 22).

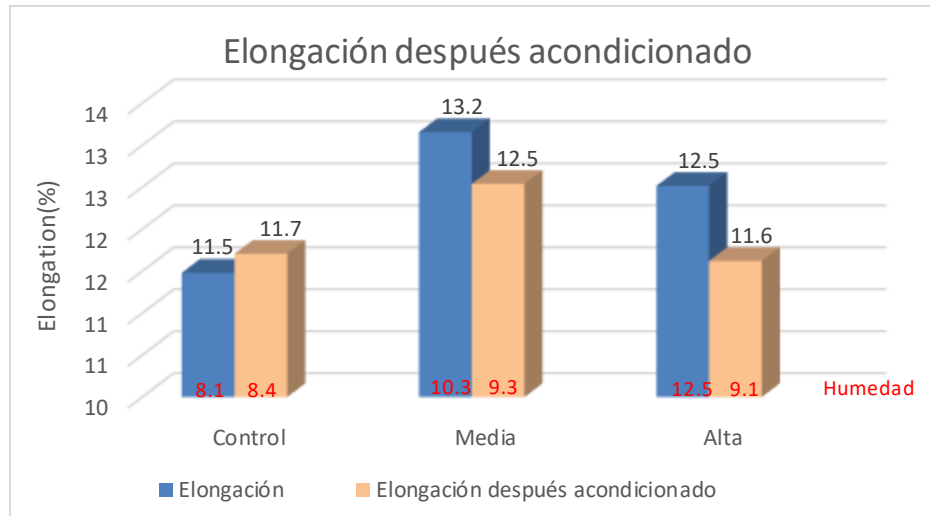


Gráfico 22. Comportamiento elongación después del acondicionamiento.

En el caso de la variable de humedad parece que una vez en un estado controlado sea la cantidad de agua que se aplique logra alcanzar un equilibrio (Gráfico 23).

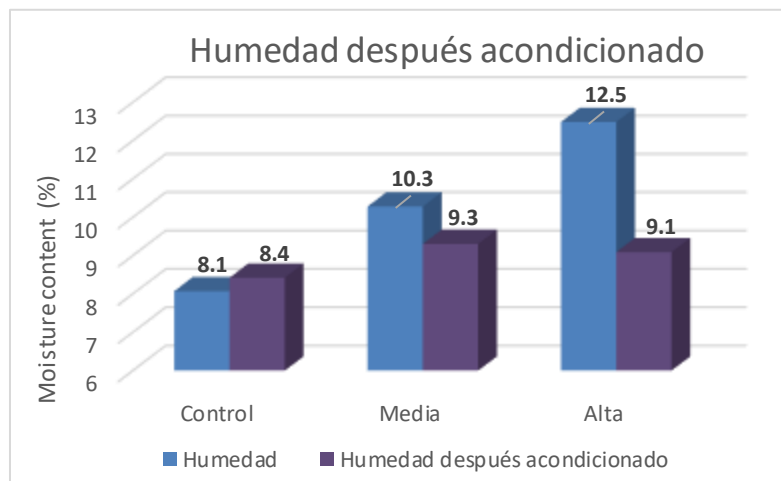


Gráfico 23. Comportamiento humedad después del acondicionamiento.

En el caso de la distribución de datos en todos los sentidos del cuero no parece ver afectación significativa, conservan el mismo comportamiento no uniforme a pesar de haber incrementado el valor de elongación y humedad (Gráfico 24).

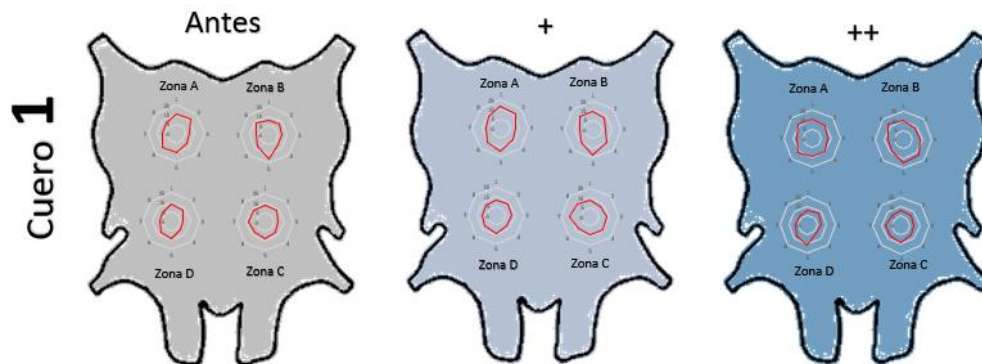


Gráfico 24. Distribución de datos de elongación durante el proceso de humectado.

4.7.1 Conclusiones

Podemos concluir que la aplicación de agua por el lado carne al final del proceso de acabado mejora la elongación, pero una vez que el cuero pierde la "humedad extra" y recupera el equilibrio (acondicionado), también pierde la elongación, y la cantidad de agua que se aplique no influye en mejorar el valor de elongación por lo que una aplicación de agua en exceso no ayudaría. Pareciera ser que el cuero al que no se le aplicó agua no alcanza a recuperar la humedad por sí solo (en cuarto controlado), por lo que es necesario ayudarlo para que alcance el equilibrio y obtenga un nivel de humedad más alto y en consecuencia mayor elongación.

CAPÍTULO 5. Perspectiva

Este estudio sirvió para abrir más caminos hacia la investigación de la afectación de la elongación por los procesos de acondicionamiento y acabado del cuero, pareciera ver que hay una delgada línea entre saber si lo que se pierde de elongación durante ciertos procesos se compensa con lo ganado en otros, eso sería bueno investigar, como ahora ya sabemos hay procesos actuales que sí van a general alguna pérdida, pero que pudiéramos hacer algo para recuperar al final.

Por lo pronto nos quedamos con que en el tamboreo tenemos ciertas palabras claves a entender tales como elasticidad y deformación límite, por lo que sabemos cierto tiempo en tambor me va a ayudar a ganar elongación (elasticidad) y que más tiempo de tamboreo me ayudara a uniformizar esta elongación (deformación límite).

En el caso del ablandado nos dimos cuenta de que no son necesarias presiones fuertes que solo nos ayudan a contraer la fibra del cuero en lugar de ayudarnos a relajarla que es lo que necesitamos para mejorar valores de elongación, por lo que un ablandado suave ya sea en medio del proceso o al final del acabado nos beneficiará.

En el ensayo de pre-base y afinado, pudiéramos concluir que la combinación entre rellenar los poros del cuero y posterior quitar el exceso, favorece la elasticidad de las fibras haciendo una ganancia positiva del valor de elongación, aunque aumentado su variación y desuniformidad de estiramiento. Quizá un estudio por separado de ambos procesos sería lo más recomendable.

En el caso de la aplicación de capa selladora por lado carne es claro que solo actúa como un proceso de humectado intermedio y que con esto se gana elongación, pero incrementa la variación.

Con la aplicación de la capa de base es notable la pérdida de elongación ya que esta misma capa es la que no deja que las fibras del cuero se muevan, aunque es inexplicable aún como es que la segunda aplicación de la capa de base puede mejorar esta variable.

En el estudio de grabado pudimos ver como la temperatura y presión son los parámetros más perjudiciales para perder elongación durante el proceso y aunque la aplicación de la capa final de acabado contribuye al aumento de este valor no es suficiente para compensar la pérdida.

Y por último el estudio de humedad al final del acabado nos deja claro que una humedad alrededor del 10% en equilibrio con el ambiente nos favorecerá el valor de elongación.

La elongación de las fibras del cuero como pudimos ver a través de todos estos estudios y datos obtenidos sufre de muchas alteraciones, estructuralmente el cuero pasa por mucho estrés una vez sale de los procesos anteriores de curtido y acabado en húmedo por lo que si no entendemos que el acabado puede contribuir al daño de estas fibras, la elongación no mejorara solo por el hecho de estar ahí, se necesita estimulación por medio de procesos mecánicos gentiles, no se trata de cambiar procesos si no de entender cómo hacerlos mejor.

Agradecimientos

A mi familia que siempre apoya mi entusiasmo por saber más.

A mis amigos que los deje tiempo fuera para dedicarle tiempo a este proyecto.

A mi equipo de trabajo que estuvo conmigo en todo y para todo.

A ese amigo que no deja de motivarme para ser una excelente profesional y una mejor persona.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para concluir estos estudios.

A el cuerpo de profesores del Centro de Investigaciones Aplicadas en Tecnologías Competitivas (CIATEC) por su asesoría y enseñanza.

Bibliografía.

- (1) Departamento de Curtidos de Cromogenia (2019). *UNews. Tapicería auto. Revista informativa, N° 30* (Barcelona), pag. 3-4.
- (2) Henk Raetsen. (Jun.27, 2000). United States Patent, *Method and apparatus for leather wrapping of a steering wheel*. Patent Number: 6,079,292. Waterloo, Canada, Breed Automotive Technologies, Inc., Lakeland, Fla.
- (3) Erretre. (s.f.). <https://www.erretre.com/bottale-follonatura-manuale-high?lang=en>
- (4) Bergi. (s.f.). <https://www.bergi-es.com/prodotti/prensas-rotativas-para-planchar-y-o-grabar>
- (5) Almario Martínez, Jaime. (1986). Modelo de producción en la industria del cuero sección de acabado. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente División de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial. Cali. Pag. 21-34
- (6) Cartigliano. (s.f.). <https://www.cartigliano.com/es/portfolio-item/maquina-ablandadora>
- (7) Bacardit A. y Ollé Ll. (2002). Maquinaria de curtidos; Capítulo 11 p. 127 y Capítulo 18 p. 248. Escuela Superior de Tenería (Igualada). Igualada España.
- (8) Gemata (s.f.). <https://www.gemata.it>
- (9) Cueronet. (s.f.). Maquinaria en terminación (biblioteca.org.ar)
- (10) MUTLU Mehmet Mete¹, *Mapping the variations of tensile strength over the area of sheepskin leather*, ¹University of Ege, Turkey, Department of Leather Engineering, Faculty of Engineering, 35100 Bornova, İzmir. (2014) *Annals of the university of Oradea fascicle of textiles, leatherwork (Romania)*, pag. 157.
- (11) Morera, J. M. (2003). Química Técnica de Curtición; Capítulo 3. Escuela Superior de Tenería (Igualada). Igualada España.
- (12) J. W. Harlan, S. H. Fearheller. (1977). Protein Crosslinking, Biochemical and Molecular Aspects; Chapter Chemistry of the Crosslinking of Collagen during Tanning. Ed. M. Friedman (ed.). New York. Abstract p. 1
- (13) Silvateam. (s.f.). <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/productos-paracurtiembre/procesos-de-curtido-ecotan/curtici-n-wet-white.html>
- (14) Biblioteca Medio Ambiente. Curtición Wet White. Química Internacional para el Curtido. Pg. 2, 3, 7, 9
- (15) Cueronet. (s.f.). https://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/wet_white.htm
- (16) Bacardit, A. [et al.]. Comparación de cuatro sistemas de precurtición wet-white. "AQEIC: boletín técnico. Asociación Química Española de la Industria de Cuero", Abril 2006, vol. 2, núm. 57, p. 51-55
- (17) M. Taylor J. Lee L. Bumanlag E. Hernandez Balada E. Brown. (2011). Treatments to Enhance Properties of Chrome-free (Wet White) Leather. *Journal of the American Leather Chemists Association*. Vol 106 No 02. Published Feb 1, 2011. Pag. 35-43.

-
- (18) Dr. Dietrich Tegtmeier, Dr. Volker Rabe, Dr. Martin Kleban, Christopher Tysoe. (2018). Gestión sostenible de la piel: comparación del balance de masas de diferentes tecnologías de curtición al cromo. *Journal of aqeic*. Vol:69 N°1. Pag. 21-25.
 - (19) Duque Vanegas Oscar. (Diciembre 2007). Evolución ecológica de los productos químicos utilizados en la industria del cuero. *Producción + Limpia*. Vol. 2 No. 2. Pag. 26.
 - (20) Font Joaquim (2002). Análisis y ensayos en la industria del curtido; Capítulo 2 y 3. *Escuela Superior de Tenerife (Igualada)*. Igualada España. Pag. 20, 31, 33.
 - (21) LLadó María Teresa, i Miró Eva Pascual. *El Cuero*. Editorial Paramón. 1ª ed., 1ª impreso (03/07/2013). Pag. 13.
 - (22) Baiza Delgado Adriana Estafania, Chafla Berrones Miller Arnaldo. Ecuador 2015. Implementación de un prototipo mecánico para medir la resistencia a la rotura de la flor de cuero (lastómetro). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de ciencias pecuarias*. Pág. 21.
 - (23) Nalyanya Kallen Mulilo. Rop Ronald K. Onyuka Arthur. Birech Zephania. Sasia Alvin. (2018, Dec). Effect of crusting operations on the physical properties of leather. *Leather & Footwear. Journal Revista de Pielarie Incaltaminte*. Vol. 18 Issue 4, p283-294.
 - (24) REA: (s.f.). <https://dle.rae.es/elongación> | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.
 - (25) P. Thanikaivelan, K. Phebe, K. Krishnaraj and B. Chandrasekaran. (Received June 2010, revised September 2010). Influence of Mechanical Properties of Sheep Nappa Leathers on Seam Efficiency. *Centre for Leather Apparel & Accessories Development, Central Leather Research Institute (Council of Scientific and Industrial Research)*, Adyar, Chennai 600 020, India. Volumen 95. Pag. 16.

Anexos.

Anexo A. Ensayo tamboreo en costra



Imagen L. Tambor en seco.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Elegir 3 cueros en costra.
2. Sombrear zonas A y B y los 3 tiempos de tamboreo. Para centrar lo más posible. Evitar lomo.
3. Cortar muestras de tiempo "0" en solo un lado de cada piel. Identificarlas.
4. Tamborear cueros por dos horas.
5. Sacar pieles y cortar muestras de tiempo "1"
6. Regresar pieles a tambor
7. Tamborear cueros dos horas más.
8. Sacar pieles y cortar muestras de tiempo "2". Identificar correctamente.
9. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
10. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
11. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
12. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación e irlas metiendo en una segunda bolsa.

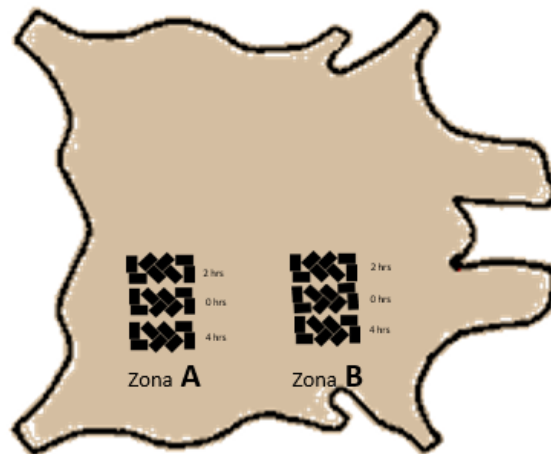


Imagen M. Toma de muestras para estudio de tamboreo

Anexo B. Ensayo efecto del ablandado antes de grabar y final.



Imagen N. Maquina ablandadora.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Tomar 6 cueros FOC después de base.
2. Cortar en lados simétricamente e identificar cada lado.
3. Dar ablandado (o no) según cada caso.
4. Acabar las pieles de acuerdo con su flujo de proceso. Procesar simultáneamente cada par.
5. Cortar las muestras de acabado final.
6. Dar ablandado final a todos los lados.
7. Cortar las muestras de "ablandado final".
8. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
9. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.

10. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
11. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.

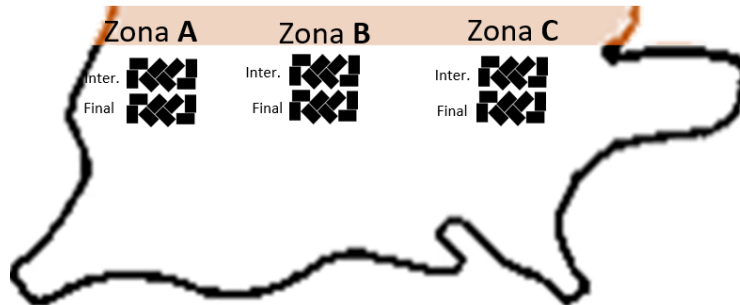


Imagen O. Toma de muestras para estudio de ablandado.

Anexo C. Ensayo comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: *Pre-base y afinado.*



Imagen P. Máquina de rodillo.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Tomar 2 cueros FOC.
2. Cortar muestras "antes" en ambos cueros; las 3 zonas.
3. Aplicar pre-base y afinado.
4. Cortar muestras de "después".
5. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
6. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
7. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
8. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.

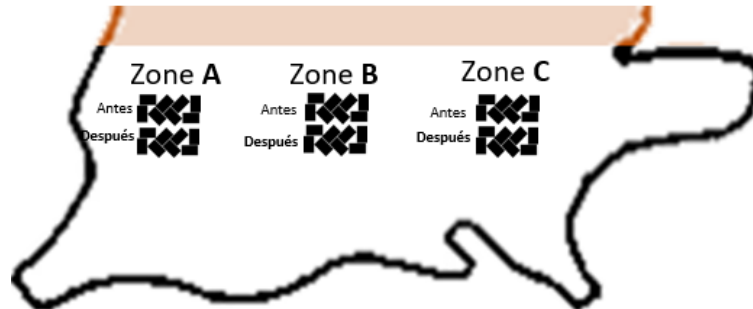


Imagen Q. Toma de muestras para estudio de pre-base y afinado.

Anexo C1. Ensayo comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: *Base*.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Tomar 2 cueros FOC antes de base.
2. Cortar muestras "antes" en ambos cueros; las 3 zonas.
3. Aplicar base y cortar base "x1".
4. Aplicar base nuevamente y cortar base "x2".
5. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
6. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
7. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
8. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.

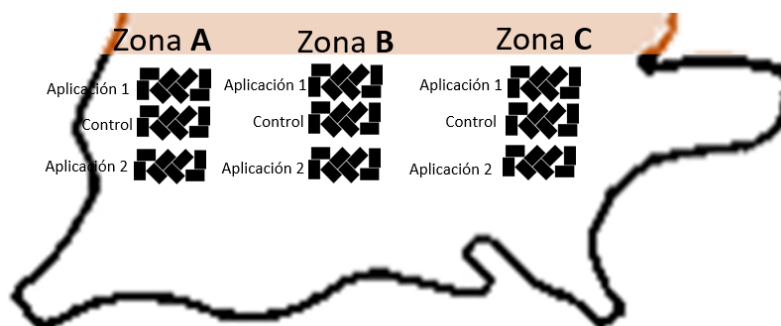


Imagen R. Toma de muestras para estudio de aplicación de base.

Anexo D. Ensayo comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado:
Aplicación de solución selladora por lado carne.



Imagen S. Maquina de pulverización automática.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Tomar 2 cueros FOC antes de la aplicación selladora por lado carne.
2. Cortar muestras "antes" en ambos cueros; las 3 zonas.
3. Aplicar la capa selladora por lado carne y cortar "x1".
4. Aplicar capa selladora por lado carne nuevamente y cortar Flama "x2".
5. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
6. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
7. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
8. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.

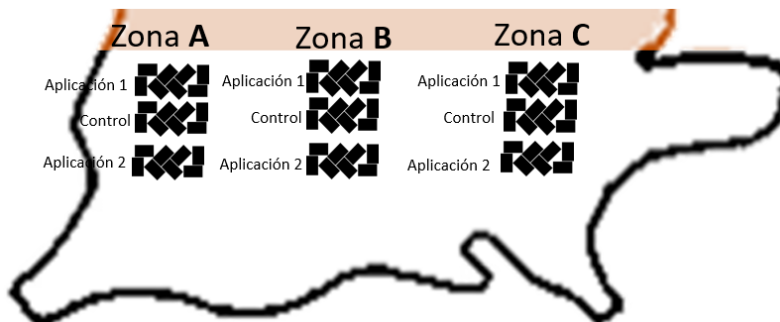


Imagen T. Toma de muestras para estudio de aplicación de solución selladora por lado carne.

Anexo D1. Efecto de la operación de humectado final: *Condición inicial, humedad 1 y humedad 2.*

La Metodología para seguir será la siguiente:

1. Elegir un cuero FOC acabado.
2. Para este ensayo cortar muestras en zona A, B, C y D más un excedente para dos muestras de humedad que se evaluarán en un analizador de humedad.
3. Cortar probetas para humedad "Zero".
4. Humectar las otras muestras en dos niveles según corresponda.
5. Reposar por mínimo 24 horas, en bolsa y cuarto controlado.
6. Sacar de bolsa, de uno en uno, cortar, identificar y reembolsar.
7. Checar humedad con analizador.
8. Sacar cada probeta de bolsa para medir elongación, uno a la vez.
9. Reposar las muestras medidas en cuarto controlado por 24 horas.
10. Medir elongación a todas las piezas dos días después.

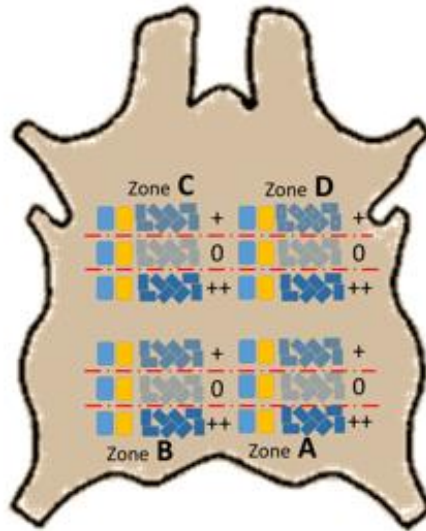


Imagen U. Toma de muestras para estudio de humectado final.

Anexo E. Ensayo comportamiento de la elongación durante el proceso de acabado: *Antes de grabar y después de aplicación de acabado final.*



Imagen V. Prensa para planchar y/o grabar en continuo.

La metodología para seguir será la siguiente:

1. Tomar 4 cueros FOC antes de grabar.
2. Cortar muestras "antes" en todos los cueros; las 3 zonas.
3. Grabar 2 cueros como corresponda y los otros 2 cueros grabar con más presión y temperatura.

4. Cortar muestras de "Después".
5. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
6. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
7. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
8. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.
9. Aplicar capa final de acabado.
10. Dejar reposar la aplicación final de acabado mínimo 12 horas.
11. Cortar muestras "Aplicación final".
12. Reposar todas las muestras en cuarto controlado por una noche.
13. Colocar las muestras en una bolsa y llevarlas a la suajadora.
14. Regresar a bolsa y llevar las probetas al dinamómetro.
15. Sacar muestras de 1 por 1 para medir elongación.

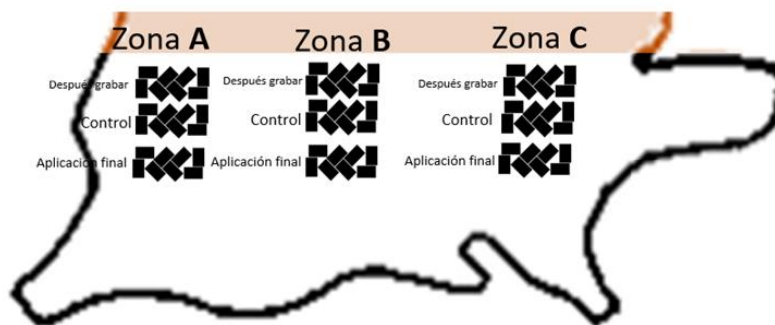


Imagen W. Toma de muestras para estudio de antes de grabar y después de aplicación de acabado final.

Anexo F. Procedimiento de curtido para un wet white

El procedimiento de curtido para un wet white no lo describe Cueronet de la siguiente manera:

"Las pieles desde su estado en tripa hasta el rendido son producidas normalmente, se realiza un lavado como se hace habitualmente y son piqueladas a fondo, la mayoría de las veces con ácido sulfúrico. Esto significa que el procesamiento con respecto al remojo, encalado y desencalado de un curtido al cromo tradicional permanece inalterado.

En el mismo baño del piquelado se efectúa un tratamiento con productos, como dialdehído glutárico, polímeros y/o curtientes de aluminio o también pocas cantidades de curtientes blanqueadores sintéticos. Luego de un ajuste del pH a aproximadamente 3.8 - 4.5 los cueros son almacenados por un mínimo de 24 horas, posteriormente se escurren y luego se rebajan.

Los cueros precurtidos de esta forma pueden tratarse con cualquier curtición posterior que se desee, es posible una producción de wet-white con aluminio, silicato sódico o con productos acrilato y sulfuácidos". (Cueronet. (s.f.) Producción de Wet White. https://www.biblioteca.org.ar/libros/cuero/wet_white.htm) (15).

Es muy común que para realizar la precurtición a los artículos denominados FOC se utilice glutaraldehído, ya que desde hace tiempo se conoce la acción pre curtiente de los aldehídos debido a su configuración química.

Son suficientes pequeñas cantidades del glutaraldehído puro (100%), entre 0.5 – 1.0% sobre peso tripa de las pieles, para precurtir, facilitándose el agotamiento de los baños de curtición y las rebajaduras que se obtienen son biodegradables (Biblioteca Medio Ambiente. Curtición Wet White. p. 7). (14).

La concentración del glutaraldehído a adicionar a las pieles presenta variaciones en cuanto a la temperatura de contracción que oscila entre los 70 y 75°C, el aumento del aldehído en la piel también va a mostrar un cambio en la coloración del artículo obtenido, la piel presenta un amarillamiento, aunque se debe insistir que el glutaraldehído tiene una excelente solidez a la luz y estabilidad al calor y un aumento en la concentración de glutaraldehído trae consigo una sustancial disminución de resistencias físicas, de resistencia al estallido de flor y al desgarrar (Biblioteca Medio Ambiente. Curtición Wet White. p. 7) (14).

Las propiedades del wet white según Cueronet son:

1. Una temperatura adecuada de encogimiento que permite el dividido y el rebajado.
2. Es una forma de cuero crudo estabilizado y en esta condición absorberá más agua que en el wet-blue.
3. El dividido en wet-white, comparado con el dividido en el wet-blue, puede aumentar en rendimiento hasta un 14% en área.
4. Las virutas y recortes están libres de cromo, sales metálicas y fenol. Las virutas y recortes, debido a que son fundamentalmente materia orgánica, han demostrado tener un excelente valor como fertilizante. La total ausencia de materiales minerales de curtido hace desaparecer la cuestionabilidad ambiental de la eliminación o uso seguro.
5. Posee un elevado grado de flexibilidad con respecto al subsiguiente método de curtido.
6. Debido al nivel relativamente bajo de curtido, permite un significativo rendimiento de superficie (Cueronet. (s.f). Producción de Wet White. https://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/wet_white.htm puntos 1 a 6) (15).
7. Fácil clasificación de las pieles, ya que con una pre-curtición wet white se remarcan defectos presentes en ellas (Bacardit, A. 2006. p. 51) (16).

Una piel wet white esta reticulada en un 10% aproximadamente con los grupos amino del colágeno, lo que es suficiente para lograr un cuero comercialmente interesante. Bacardit nos describe varios aspectos mejorables:

1. El amarillamiento excesivo del wet white. El color amarillo es causado principalmente, por la reacción entre el glutaraldehído y las sales de amonio. Este

- punto se puede solucionar fácilmente realizando un desencalado libre de sales amónicas o bien realizando un lavado a fondo al final del desencaldado.
2. Se obtiene una baja temperatura de contracción (alrededor de unos 30°C menos que en una curtición al cromo).
 3. Se debe de realizar un proceso de curtición posterior.
 4. En algunos artículos no se puede igualar las características que se obtienen con una curtición al cromo (Bacardit, A. 2006. p. 51 y 52) (16).

Para la fabricación de una piel wet white Bacardit nos recomienda tomar una serie de precauciones:

- ❖ Evitar que las temperaturas iniciales de proceso aumenten rápidamente ya sea por el porcentaje de baño como por la velocidad de rotación o por una temperatura de proceso inicialmente alta.
- ❖ Evitar en lo posible el roce excesivo entre las pieles. Adición de algún deslizante y/o engrasante. Los tiempos de penetración son más altos, por lo que habrá que controlar la penetración de las operaciones de pre-curtición y curtición y asegurar la buena penetración en todo el espesor de la piel y así obtener una temperatura de contracción correcta. La falta de rigor en el control de la uniformidad del atravesado produce una falta de regularidad de resultados de los ensayos físicos del artículo acabado.
- ❖ Dosificar correctamente las adiciones de productos para evitar la formación de arrugas de proceso.
- ❖ En las operaciones mecánicas después de la tintura-engrase hay que tomar las precauciones adecuadas en los sistemas de secado (la temperatura de contracción de las pieles wet white es muy inferior a las pieles en wet blue); además la elasticidad también es muy distinta tiende a ser menor que las pieles en wet blue.
- ❖ En el proceso de rebajado hay que tener en cuenta que las pieles en wet white en el proceso de curtición aumentan mucho más de grueso que las pieles en wet blue (de 0.2 a 0.4 mm dependiendo de los tipos de curtientes y recurtientes y la cantidad añadida).
- ❖ Las pieles wet white son mucho más sensibles a los hongos, con lo que para almacenar este tipo de pieles hay que dosificar adecuadamente las cantidades y los tipos de fungicidas.
- ❖ Las pieles wet white presentan una carga fuertemente aniónica, por lo tanto, todas las operaciones posteriores (recurtición, tintura y engrase), tendrán una afinidad baja respecto a los procesos de wet blue tradicionales, por lo tanto, habrá que emplear otras familias de colorantes y/o utilizar cambiadores de carga adecuados, ajustar adecuadamente los pH tanto para la recurtición como para tinturas y engrases, para mejorar su fijación.
- ❖ Si se realiza una curtición vegetal/sintética posterior, es mejor efectuarla en tres adiciones, añadiendo también un aceite de engrase durante toda la curtición. en la primera adición hay que aplicar sólo el sintético para no sobre cargar la flor con los taninos vegetales. El engrase simultaneo protege la fibra y mejora las propiedades físicas del cuero final. (Bacardit, A. 2006. p. 52) (16).

Según Bacardit los procesos básicos de wet white se pueden clasificar en:

1. Precurticiones a base de aldehídos, glutaraldehídos y/o sus polímeros modificados y combinados.
2. Precurticiones con polímeros orgánicos de fósforo.
3. Precurticiones con sintéticos y polímeros resínicos típicos de recurtición.
4. Precurticiones orgánicas con oxazolidina.
5. Precurticiones con sílices coloidales. (Bacardit, A. 2006. p. 52) (16).