

Tipo de artículo: Artículo original

Desarrollo y validación de un lastómetro para la evaluación de la resistencia física del cuero

Development and validation of a lastometer for the evaluation of the physical resistance of leather

Miller Arnaldo Chafra Berrones^{1*} , <https://orcid.org/0000-0001-5834-6870>

¹Unidad Educativa Isafas Garzón Loyola, Chimborazo, Alausi, Ecuador. millerarnaldo1992@gmail.com

* Autor para correspondencia: millerarnaldo1992@gmail.com

Resumen

En la Constructora “Velásquez e Hijos” del Ecuador se implementó un lastómetro para evaluar en el cuero su resistencia física. En la validación se llevaron a cabo experimentos de laboratorio, los cuales analizaron la calidad de la propuesta implementada utilizando pruebas estadísticas. Los resultados obtenidos permiten afirmar que se utilizaron materiales de calidad, los cuales aseguraron la precisión en la resistencia del cuero. La potencia calculada del equipo estuvo en torno a los 559,25 watts. Del mismo modo, su eficiencia fue del 75%. Como parte de los resultados relevantes del estudio se determinó que en el curtido de las pieles son obtenidos mejores resultados de lastometría con 10,06 mm, así como un espesor del cuero de 1,12 mm. Asimismo, se obtiene un valor de 1809,83 N/cm², que corresponde a una mayor resistencia a la tensión, con un 62,50% mayor de elongación. Como conclusiones se asevera que con la implementación del lastómetro se obtuvo una producción que es de primera calidad, la cual resulta competitiva para el Ecuador. La productividad y los costos reportan un incremento positivo, contabilizados en 3177 dólares americanos, los cuales son más bajos que los que se registran en preformas internacionales y dentro del Ecuador. Estos resultados posibilitaron determinar una venta con precio de 10000 dólares americanos, todo lo cual constituye un decremento notable y satisfactorio en el contexto del estudio, con una buena precisión.

Palabras clave:cuero, implementación, lastómetro, prototipo mecánico, resistencia física.

Abstract

In the construction company “Velásquez e Hijos” of Ecuador, a lastometer was implemented to evaluate its physical resistance in the leather. In the validation, laboratory experiments were carried out, which analyzed the quality of the implemented proposal using statistical tests. The results obtained allow us to affirm that quality materials were used, which ensured the precision in the resistance of the leather. The calculated power of the equipment was around 559.25 watts. Similarly, its efficiency was 75%. As part of the relevant results of the study, it was determined that in the tanning of the hides better lastometry results are obtained with 10.06 mm, as well as a thickness of the leather of 1.12 mm. Likewise, a value of 1809.83 N / cm² is obtained, which corresponds to a higher tensile strength, with a 62.50% greater elongation. As conclusions, it is asserted that with the implementation of the lastometer, a production that is of the highest quality was obtained, which is competitive for Ecuador. Productivity and costs report a positive increase, recorded at US \$ 3,177, which is lower than those recorded in international preforms and within Ecuador. These results made it possible to determine a sale with a price of US \$ 10,000, all of which constitutes a notable and satisfactory decrease in the context of the study, with good precision.

Keywords:leather, implementation, lastometer, mechanical prototype, physical resistance.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo Atribución 4.0 Internacional

(CC BY 4.0)

Recibido: 21/05/2021
Aceptado: 26/10/2021

Introducción

De acuerdo con la bibliografía consultada, se puede afirmar que en los procesos de manufactura normalmente existe variabilidad, la cual puede provocar afectaciones en la calidad final de los productos y servicios que se desarrollan. La misma no solo afecta los procesos de producción, sino también la satisfacción de los clientes finales. Es por ello que, particularmente en la industria del cuero de la cual versa la presente investigación, se opera con estándares de calidad en la manipulación de materia prima y productos químicos, para minimizar la ocurrencia de variabilidad, la cual es muy subjetiva (Alvarado et al., 2018; Artigas, 2007). Por todo ello, el control de la calidad es determinante en la reducción de la variabilidad y las imperfecciones, de manera que se pueda alcanzar un producto final con la calidad esperada. El análisis del cuero, tanto mecánico como físico, es uno de los controles más realizados para garantizar la calidad de las producciones y el producto final obtenido (Adzet, 2005).

El estudio de las particularidades mecánicas del cuero es una actividad habitual en este tipo de industrias. Para ello, se somete muestras representativas de cuero a diversas pruebas normalizadas para analizar sus deformaciones y prever imperfecciones que no salgan al mercado, de manera que las roturas que se puedan producir se queden en las probetas de las instalaciones o laboratorios para tal efecto (Cantera, 2009). En este sentido, el lastómetro constituye un equipo mecánico que se utiliza en los laboratorios para el trabajo con el cuero. Este equipo evalúa la resistencia o capacidad que tiene la flor de cuero a roturas, permitiendo la realización de diversas pruebas para medir la calidad ante el desgarre o las roturas, a partir de su estirado (Fernández, 2004; Troya y Telli, 2007; Salgata y Gabriel, 2016).

Una de las situaciones adversas del cuero en su proceso de industrialización es su estirado, debido a su alta probabilidad de rotura, el cual se puede deber a su resequeidad o baja calidad (Cantera, 2009; Juran, 2003). En tal caso, la propuesta que se implementa en la investigación posibilita un proceso de aprendizaje basado en el empleo de tecnología para la determinación del estado físico y mecánico del cuero. El mismo es importante en la toma de decisiones respecto al tipo de artículo que se puede confeccionar con el material con el que se dispone y para la clasificación del tipo de cuero desde tercera hasta primera calidad (Prat, 2000). En el Ecuador, la industria que confeccione o se quiera adentrar en la comercialización de artículos de cuero debe tener como una premisa indispensable la incursión en actividades de innovación, la utilización de tecnología en los procesos de manufactura, así como la elevación continua de la calidad en el tratamiento de este material, de manera que pueda aumentar su



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

rendimiento, competitividad y ventaja competitiva en el mercado respecto a otras empresas (Bacardit, 2004; Graves, 2007).

Los controles de calidad que se observan en diversas industrias como la de la vestimenta, el calzado o la marroquinería se aplican directamente a los procesos de producción, a las materias primas, y a los productos en proceso y terminados. En este sentido, cada día son más y con mayor periodicidad los diversos tipos de controles y ensayos de laboratorio que se aplican a los cueros para mejorar la calidad de las producciones finales, que posibiliten evitar o reducir en el mayor número posible las reclamaciones, devoluciones o los reprocesos, que atentan además contra la satisfacción de los clientes (Bello, 1980; Juran, 2003). Estas pruebas son realizadas a los cueros acabados y a los semiacabado con el propósito de evaluar su flexibilidad, resistencia y grado de calor, entre otros aspectos de significación de cara al mercado y al cliente final. En dicho caso, las compañías que no se interesen por aumentar los estándares de calidad de los cueros con los que trabaja, así como influir en la disminución de los costos, tiempos de fabricación hasta su comercialización, empleo de tecnología, innovación de los procesos de fabricación, nuevos métodos de trabajo y eficiencia, no podrán competir en un mercado cada vez más orientado al cliente y comprometido con la calidad (Lema, 2017).

De acuerdo con Hidalgo (2004), la piel constituye el recubrimiento externo que tienen los animales y que los protege del frío, el calor y demás condiciones climatológicas y riesgos externos. Del mismo modo, está cubierta de lana o de pelo, conformada por diversas capas para darle mayor grosor, dependiendo del tipo de animal y condiciones de hábitat en el que se desenvuelva. Sobre la piel se visualizan diversas condiciones y características como el sexo, situación de salud y edad. Además, la piel ejerce sobre el cuerpo una acción protectora, aunque también permite la regulación de la temperatura corporal, el almacenamiento de grasa que es vital para el organismo y la eliminación de sustancias que constituyen desechos. Del mismo modo, presentan órganos sensoriales para poder percibir sensaciones táctiles, térmicas y sensoriales (Monsalve, 2009).

En el contexto de la investigación, se desea trabajar sobre la resistencia física del cuero o de la flor de cuero, a partir del desarrollo de un lastómetro. De acuerdo con Font (2005), para poder realizar las pruebas mecánicas y físicas del cuero se necesita tomar muestras, según lo establece la norma oficial al respecto en lo que refiere a métodos sobre cueros, para la Obtención de Muestras y Ensayos Físicos. Otro autor, en este caso Cotance (2004), afirma que la resistencia a la ruptura del cuero se puede determinar al ejercerse una fuerza específica sobre una muestra de cuero. Para ello, se analiza esencialmente la distensión que sufre el cuero.



En la industria del calzado, las pruebas con el lastómetro dan resultados altamente confiables sobre cómo se comportará el cuero en el proceso de confección de cada una de las unidades. Su uso está muy extendido y popularizado en las industrias donde se trabaja con cuero. Adicionalmente, con un lastómetro pueden ser medidas diversas magnitudes como la carga de rotura de la flor y la carga de rotura del cuero. El objetivo de la investigación es desarrollar y validar un lastómetro para la Constructora "Velázquez e Hijos" para la evaluación de la resistencia física del cuero.

Materiales y métodos

La investigación es de desarrollo tecnológico. Para ello se guía de un procedimiento y de un proceso experimental que evalúa la implementación con calidad de un lastómetro para la evaluación de la resistencia física del cuero.

Procedimiento

- Las medidas de la probeta fueron tomadas con un calibrador específico que tiene tres posiciones. Posteriormente, fue tomada una medida promedio. Esta información fue empleada en la aplicación de la fórmula. Es válido indicar que las medidas del espesor oscilan de acuerdo al tipo de cuero al que se le va a aplicar el ensayo.
- Las medidas de ancho de la probeta fueron tomadas.
- La probeta fue colocada en las mordazas.
- El equipo fue prendido y se calibró.
- Fue puesto en operación el tensiómetro.
- El dato final fue registrado. Luego se calculó la resistencia de la tracción.

Metodología de evaluación

Espesor del cuero

Esta medición fue realizada por medio de la guía de la norma IUP 4. La misma puede ser aplicada a todo tipo de cuero. El espesor de un cuero está dado por diversos factores, entre los que se destacan el tiempo durante el cual se ejerce la fricción y la precisión de esta fricción. Las pruebas fueron realizadas empleando un calibrador. Además, se sugiere que la muestra a emplear sea directamente del cuero del lomo. El espesor del cuero constituye una información de alto interés para poder calcular sus propiedades como densidad y resistencia mecánica. Del mismo



modo, los valores de espesor del cuero están sujetos a un sinnúmero de elementos, como son la presión y el tiempo en el cual es ejercida determinada presión.

Fueron utilizados calibradores de muelle para mediciones comunes en los procesos de manufactura. Estas mediciones son adecuadas para realizar cálculos exactos, imposibilitándose la reproducción de presiones idénticas en las medidas de las muestras, implicando además un costo asumible y adecuado para este proyecto. En la norma IUP 4 se utilizó un calibrador micrométrico que opera mediante disco, el cual se encuentra montado en una base firme. En las pruebas se ejerció una presión de 500 g/cm². Para efectuar la medición en el calibrador fue ubicado el cuero, aplicándose la carga suavemente por cinco segundos, posterior a ello se efectuó la lectura de medición, en la cual se garantizó su reproducibilidad.

Localización y duración del experimento

Las actividades comprendidas en el estudio fueron el diseño e implementación del lastómetro. Para ello, se desarrolló en la Constructora “Velásquez e hijos”. En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se hicieron las pruebas funcionales, en la Facultad de Ciencias Pecuarias. En esta facultad se encuentra el laboratorio de Curtición de Pielés. Además, los análisis físicos fueron ejecutados en la ESPOCH, en su laboratorio de cueros. El trabajo de campo duró 126 días.

Unidades experimentales

Fueron utilizadas doce pieles, seis curtidas con taninos vegetales y seis curtidas con curtientes minerales. Fueron utilizados otros materiales como: una boquilla de presión y otra de ensayo, un bastidor soporte guía, un comparador micrométrico, materiales de protección y un manómetro de control de carga.

Tratamiento y diseño experimental

Para validar el lastómetro las pruebas fueron ejecutadas en la ESPOCH y en el Laboratorio de Control de Calidad de ANCE. Los resultados que se obtuvieron se compararon por medio de estadística descriptiva, empleando el paquete estadístico IBM SPSS, para evaluar la existencia de diferencias significativas entre laboratorios.

Mediciones experimentales

Se llevaron a cabo diversas mediciones sensoriales y físicas de carácter experimental. Algunas de las mediciones físicas utilizadas fueron: el tiempo de rotura medido en segundos, el rendimiento del equipo evaluado en porciento, el espesor, la resistencia a la rotura de la flor, la elongación medida en porciento y la resistencia a la tensión (N/cm²). Las medidas sensoriales más importantes con las que se trabajó fueron: la llenura evaluada y la blandura del cuello,



ambas calculadas en puntos. Adicionalmente, se arrojaron datos relacionados con las pruebas descriptivas y de significancia estadística.

Resistencia de la máquina

La resistencia de este equipo se determina por el cálculo de su eficiencia, dado a partir de su exactitud y precisión en los cálculos. La fórmula aplicada se muestra a continuación:

$$E = \frac{VO - VE}{VE} * 100\%$$

Donde:

E responde a la eficiencia, VO es el valor obtenido en el cálculo y VE es el valor que se espera.

Resistencia a la tensión

El propósito de la prueba en cuestión fue el poder determinar la resistencia a la ruptura que se produce como resultado de someter la probeta a un estiramiento. El mismo se aplica de manera lenta, por medio del estiramiento es que se produce la ruptura del cuero. Su resultado se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Troquel y probeta mediana del cuero. Fuente: elaboración propia.

Procedimiento experimental

El desarrollo del lastómetro fue realizado a partir de la ejecución controlada y ordenada del siguiente protocolo productivo:

- La planta de curtiembre fue evaluada para la determinación de la ubicación y del área de la propuesta de solución a implementar. De esta manera se determinó todas las condiciones existentes y necesarias para su correcto funcionamiento una vez implementado.



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- La capacidad de la planta fue medida para la adecuada implementación del lastómetro.
- Los materiales fueron adquiridos en tiempo y forma, así como con la calidad necesaria, de acuerdo a los requerimientos técnicos.
- El bastidor fue construido con un eje AISI 1018 y en acero AISI A36. El mismo tuvo la función de soportar cada uno de los elementos mecánicos.
- Se desarrollaron los componentes del lastómetro. Algunos de los más importantes fueron: base, boquilla de ensayo, bastidor y boquilla de presión. Todos se realizaron bajo los más estrictos criterios de calidad de la norma INEN.
- El sistema de control de desplazamiento fue desarrollado, el cual por medio de un pistón hidráulico posibilita el desgarre de la capa flor.
- La construcción de la probeta, la cual estuvo integrada por un circuito hidráulico con distribución electrónica, sensores de presión y válvula de control.
- Implementación de una esfera de ensayo, construida de acero inoxidable, con una adecuada velocidad de carga y de desplazamiento.
- Automatización de la máquina con sistema monofásico de instalación.

Resultados y discusión

Siguiendo el procedimiento definido se implementó el lastómetro para la Constructora "Velázquez e Hijos" para la evaluación de la resistencia física del cuero, como se muestra en la figura 2.





Figura 2. Lastómetro implementado. Fuente: elaboración propia.

Para un mayor entendimiento del prototipo mecánico desarrollado, en la figura 3 se visualiza cada uno de los componentes del lastómetro implementado. De la misma manera, se enumeran cada uno de los elementos constitutivos:

1. Botonera para iniciar y detener funcionamiento
2. Cabezal para pruebas
3. Cilindro para presión
4. Manómetro que muestra la presión
5. Componente que permite la regulación del caudal y la presión
6. Botoneras para descenso y ascenso
7. Compartimento para el aceite
8. Palpador micrométrico
9. Motor monofásico
10. Cilindro de doble efecto



11. Válvula tipo Tandem 4/3
12. Regulador que muestra la presión y que oscila entre 0 y 3000 psi
13. Subplaca base que tiene dos entradas y cuatro salidas
14. Conectores que son de alta presión
15. Sistema de polea para la transmisión
16. Caja de soporte

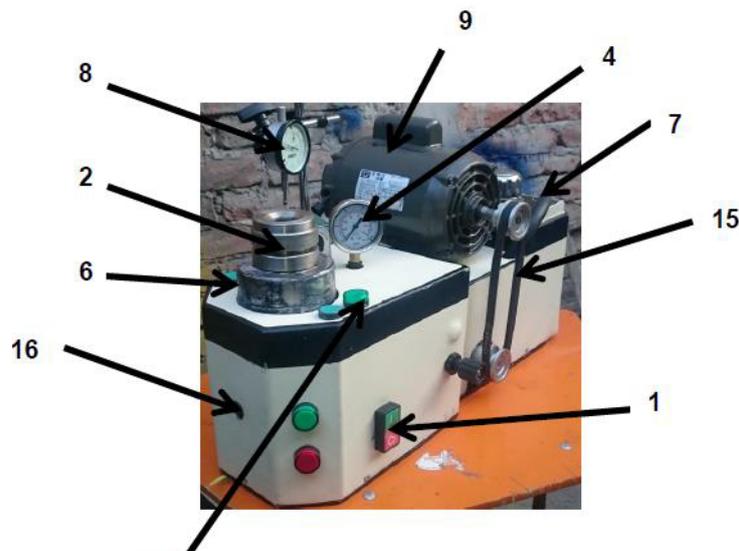


Figura 3. Vista detallada del lastómetro implementado. Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, para lograr la operación del lastómetro deben ser ejecutadas las tareas que a continuación se precisan:

- Limpiar el equipo antes de realizar cualquier acción o conexión. Luego verificar que todos los componentes se encuentren en condiciones adecuadas.
- Efectuar la conexión del lastómetro empleando la línea de tierra. De esta manera se evitan las descargas a causa de variaciones de tensión.
- Verificar que la luz de piloto de energía del equipo, que es de color rojo, esté encendida antes de comenzar a utilizarlo.
- Llevar a cabo una preparación anterior de la probeta. Para ello, se deben seguir de manera puntual cada una de las directrices establecidas por la INEN en la norma 555.
- Colocar en el cabezal de ensayo la probeta, de acuerdo con la disposición de los enclaves de la matriz.



- El soporte de fijación debe ser colocado de manera correcta en la probeta. Para ello, se debe prestar atención y cuidado en cuanto a que los enclaves estén bien orientados.
- La piel de ensayo debe estar bien sujeta con la rosca de la matriz. Esto se debe cumplir antes de llevar a cabo el encendido del lastómetro. Adicionalmente, se debe haber verificado que la sujeción de la probeta esté de manera adecuada.
- Proceder a la colocación del micrométrico y de la base. Esto se realiza al momento de proceder a la ejecución de la medida de longitud.
- Proceder al encendido del lastómetro. Luego se debe efectuar la verificación de que la luz del piloto esté en color verde. Esta es la única manera en que las bobinas de la válvula se activan, tanto para el descenso como para el ascenso.
- Se debe presionar el botón de ascenso, siempre verificando que la luz amarilla esté encendida.
- Luego de ejecutado el ensayo, se debe proceder al desmontado del micrométrico.
- Se debe hacer el retiro de la probeta para ejecutar un nuevo ensayo, para lo cual se desenrosca la hembra del cabezal.
- Antes de efectuar otra prueba se debe presionar el botón de apagado. En tal caso se debe observar que la luz roja del piloto esté encendida.

Medición de la eficiencia del lastómetro implementado en el laboratorio de curtición

Luego de desarrollado el lastómetro se midió su eficiencia. Para ello, se realizó el cálculo de la lastometría. Cada una de las muestras analizadas y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Resultados de la eficiencia del lastómetro. Fuente: elaboración propia.

Tratamiento	Número de muestra	Lastómetro ESPOCH	Lastómetro ANCE	Eficiencia por muestra
Vegetal	V1	9,70	8,95	92
Vegetal	V2	12,75	11,63	90
Vegetal	V3	9,09	5,95	47
Vegetal	V4	8,02	6,77	82
Vegetal	V5	8,12	6,95	83
Vegetal	V6	9,50	7,9	80
Cromo	C1	12,78	11,68	91
Cromo	C2	9,02	8,95	99
Cromo	C3	10,10	7,1	58
Cromo	C4	9,40	8,2	85
Cromo	C5	9,57	8,6	88



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Cromo	C6	9,50	7	64
Eficiencia representativa del equipo				80

La eficiencia registrada en el lastómetro fue de un 80%. Estos resultados significan que hubo un 80% de certeza y un 20% de incertidumbre. Tales datos arrojados pueden ser atribuidos a los errores que se dan en todo tipo de mediciones, por lo que mantener elevados criterios de calidad constituye una premisa para obtener resultados finales confiables. Sin embargo, teniendo en consideración que este cálculo se efectúa en mm, siendo una unidad muy pequeña, se puede descartar o despreciar esta incertidumbre de 20% obtenida y proseguir con el análisis de los resultados, los cuales son favorables.

Costos del equipo:

La evaluación económica detallada en la implementación del lastómetro arrojó datos de egreso total de 3177 dólares americanos. En estas estadísticas se incluyó la adquisición de cada uno de los materiales utilizados para la implementación del lastómetro, así como los planos de diseño y la mano de obra, todo lo cual alcanzó la cifra de 650 dólares americanos, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Evaluación económica del lastómetro desarrollado. Fuente: elaboración propia.

Gastos	Detalles		
	Cantidad	PU	Total
Cilindro hidráulico	1	300	130
Electroválvula tipo tanden	1	700	260,16
Regulador de presión	1	800	240
Placa de fijación	1	200	150
Presostato de control	1	400	180
Bomba de pistones	1	1200	400
Conectores de alta presión	4	18	72
Reductores	4	11	44
Mangueras de presión	4	19	76
Manómetro de glicerina	1	36,45	36,45
Motor monofásico	1	156	156
Acero inoxidable para matricería	1	38	38
Acero A36 para bastidor y caja	1	126	126
Contactador y guarda motor	1	62,13	62,13
Contactador magnético y terminales	1	62,13	62,13
Luces piloto, botoneras, arrancador	1	62,13	62,13
Pintura automotriz	1	26	26
Aceite SAE 40	1,5 g.	-	26
Mano de obra	1	650	650



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Palpador con base magnética marca insize	1	380	380
Total	-	-	3177

Luego de implementado el lastómetro se determinó la eficiencia por medio de pruebas piloto, las cuales se realizaron en la provincia de Ambato, en los laboratorios de la Asociación Nacional de Curtidores. En las pruebas piloto hubo un egreso de 180 dólares americanos como producto de la evaluación de doce muestras. Estas muestras se desglosaron en seis pieles curtidas con cromo y seis pieles curtidas al vegetal. El costo promedio de análisis por cada muestra fue de aproximadamente quince dólares americanos, siendo este el mismo monto de ahorro que se percibe en la realización de pruebas de laboratorio empleando el lastómetro implementado en la investigación.

Los resultados hasta aquí presentados, en caso de ser aplicados al sector industrial en la fabricación a más alta escala, produciría mayores beneficios, ya que la producción en una curtiembre tiende a ser mucho mayor. En tal caso, la recuperación de la inversión de una empresa se lograría en un menor tiempo, existiendo además un equipo de uso exclusivo de la compañía u organización. Del mismo modo, se podrían realizar con mayor frecuencia los controles de calidad físicos. Por todo lo antes discutidos, la calidad del cuero pudiera ser mejor monitoreado, razón por la cual se podría garantizar la existencia de protocolos de fabricación con mayor calidad, que sean los adecuados y correctos.

Para poder determinar la lastometría del cuero fue empleado el equipo implementado. Como puede ser observado en la figura 4, en los cueros que fueron curtidos con sales de cromo fueron arrojados valores de 10,06 + 1,38 mm, mientras que, en los cueros curtidos al vegetal, los valores están en 9,53+ 1,72 mm. Estos resultados permiten concluir que el valor de lastometría mínimo para los cueros al cromo es de 9,02 mm, mientras que para los cueros al vegetal es de 8,02 mm. Por el contrario, los valores que se mostraron más elevados fueron de 12,78 para cueros al cromo y de 12,75 para cueros al vegetal. Por todo ello, se puede afirmar que la curtición al cromo es la más eficiente, ya que presenta en la fricción una mayor resistencia.



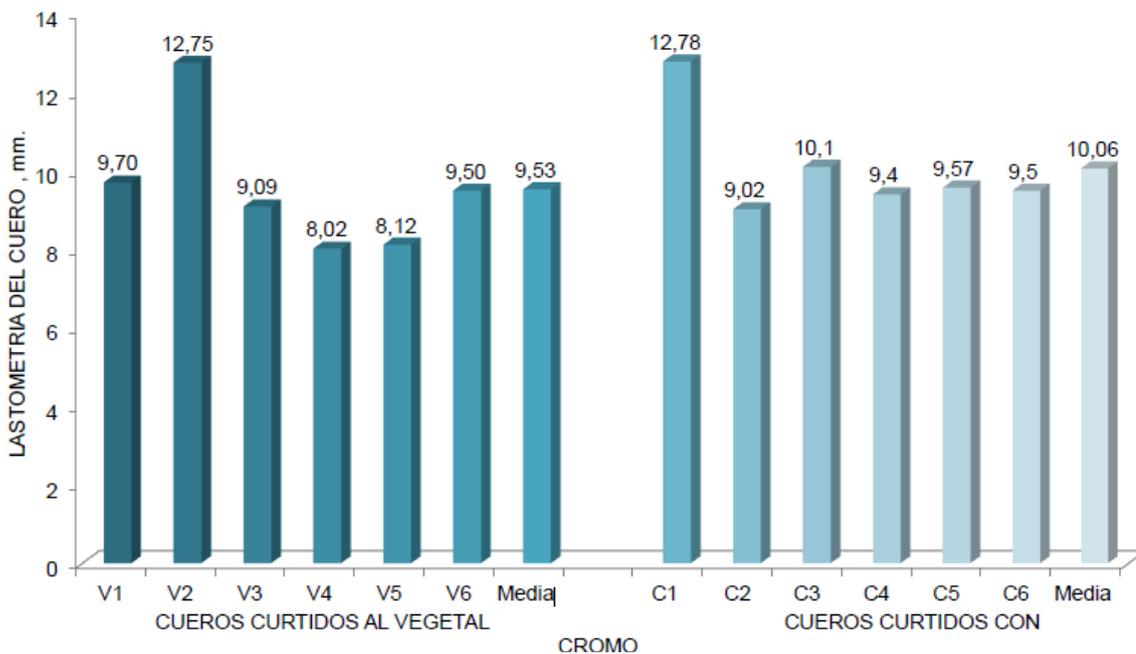


Figura 4. Resultados obtenidos en el análisis descriptivo de la lastometría entre cueros curtidos a cromo y cueros curtidos al vegetal. Fuente: elaboración propia.

La anterior afirmación es corroborada a partir de lo manifestado por Herfeld (2004). Este autor refiere que los cueros que se elaboran a partir de un modelo de curtición vegetal generalmente tienen una resistencia mayor a la tensión que se produce, así como mayores porcentajes de elongación o flexibilidad. Esto hace posible que este tipo de cuero sea más idóneo para la fabricación de objetos y artículos que no necesiten o impliquen una resistencia muy alta a cargas excesivas. No obstante, por el contrario, son cómodos y flexibles, útiles en artículos de vestimenta, provocándole satisfacción al usuario final. En el otro orden de discusión, el cuero al cromo tiene mayores niveles de resistencia a las cargas excesivas y a las rupturas que el caso anterior, haciéndolo en este caso más idóneo para la elaboración de prendas como puede ser las de calzado.

Conclusiones

En la investigación se implementó un lastómetro como prototipo mecánico para efectuar ensayos de lastometría. Para ello, se emplearon materiales de la más alta calidad para mejorar la precisión en los ensayos a realizarse, así como para poder aplicar la técnica de fabricación y los cálculos de la potencia del lastómetro. Finalmente, los resultados



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

obtenidos permitieron constatar la eficiencia del equipo implementado, donde se obtuvo una potencia de 559,25 watts y una eficiencia del 80%.

En el cálculo de diversos parámetros del cuero, como su resistencia física, se pudo constatar que al curtir los cueros se pueden obtener resultados satisfactorios y más prometedores, tanto de lastometría con 10,06 mm, como de espesor del cuero con 1,12 mm. Adicionalmente, se logran mejores resultados también en los tiempos de rotura, con un promedio de 1,06 segundos. Estos valores se obtuvieron en las pieles con cromo. Por otro lado, en el curtido de las pieles al vegetal fue donde se obtuvo mejores valores de resistencia a la tensión con 1809,83 N/cm², así como de elongación con un 62,50%.

Los resultados obtenidos posibilitan afirmar que la implementación del lastómetro se hizo bajo elevados estándares de calidad, donde se empleó un protocolo de producción eficiente y organizado. Además, los resultados permiten aseverar que la propuesta presentada es competitiva y aplicable a la industria nacional del Ecuador. Todo ello se fundamenta en que la eficiencia del equipo fue del 80%, siendo estos resultados similares al equipo con el que cuenta la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE).

Por último, el lastómetro implementado reportó un valor de 3177 dólares americanos, siendo inferior al registrado en preformas del Ecuador e internacionales, en donde se muestran precios de venta que oscilan de los 8000 a los 10000 dólares americanos. Por todo ello, una vez más la propuesta desarrollada es factible y satisfactoria, la cual evidencia una disminución favorable en los costos y los procesos de fabricación.

Conflictos de intereses

No existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Miller Arnaldo Chafra Berrones
2. Curación de datos: Miller Arnaldo Chafra Berrones
3. Análisis formal: Miller Arnaldo Chafra Berrones
4. Investigación: Miller Arnaldo Chafra Berrones
5. Metodología: Miller Arnaldo Chafra Berrones
6. Administración del proyecto: Miller Arnaldo Chafra Berrones



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

7. Supervisión: Miller Arnaldo Chafra Berrones
8. Redacción – borrador original: Miller Arnaldo Chafra Berrones
9. Redacción – revisión y edición: Miller Arnaldo Chafra Berrones

Financiamiento

La investigación ha sido financiada con recursos propios de los autores.

Referencias

- ADZET J. Química técnica de tenería. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. 2005; 105-199.
- ALVARADO BGO, AUCANSHALA BGN. Diseño e implementación de un bombo metálico para la curtición de pieles menores (Bachelor's thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2018.
- ARTIGAS M. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana, 12. 2007.
- BACARDIT A. Química Técnica del Cuero. Cataluña, España. Edit. COUSO. 2004.
- BELLO M. El desengrase de cueros ovinos. Recirculación de baños en la curtición de cueros ovinos con lana. 2a ed. Madrid, España. 1980; 11-16.
- CANTERA A. Efluentes de curtiembre Reutilización de los licores de pelambre. In CS Buenos Aires, Argentina. presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Químicos del Cuero (p. 17). 2009
- COTANCE A. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. 2004.
- DALMASES AB, COBOS M, VALLÈS JF, OTERO LO. Estudio del envejecimiento de la piel debido a la exposición directa a la intemperie. In 59 Congreso de la Asociación Química Española de la Industria del Cuero. 2010; 147-165.
- FERNÁNDEZ O. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. 2004.
- GRAVES R. La materia prima y su conservación. 2a ed. Igualada, España. Edit. Penélope. 2007; 59-68.
- HERFELD H. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. 2004.
- HIDALGO L. Texto Básico de Curtición de Pieles. se. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. 2004.



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

JURAN J. Los ligantes y su utilización. Barcelona, España. Edit. ALBATROS. 2003.

LEMA ERS. Utilización de una combinación de tres curtientes, en el adobe de pieles de cabra para calzado. (Bachelor's thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2017.

MONSALVE Y. Estudio de Caracterización del Cuero. Santa Fe de Bogotá. Edit. SENA. 2009; 84-87.

Prat JMM. Química técnica de curtición. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada, Escola Superior d'Adoberia d'Igualada, centre adscrit a la Universitat Politècnica de Catalunya. 2000.

SALGATA J, GABRIEL J. Curtición de pieles de conejo con diferentes niveles de sulfato de aluminio (4, 5 y 6%) en combinación con granofin F 90. (Bachelor's thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2016.

TROYA T, TELLI E. Curtición de Pieles de no Natos Bovinos a Base de Sulfato de Cromo para Cuero Berlinez. (Bachelor's thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2007.

