



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 19/ Edición N.37
Enero-Junio de 2022
Reia37008 pp. 1-16

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /**
Parada Rivera, M. M.; Cazar Ramírez,
R. A.; Tapia Borja, A. I.; Aguilar Granda,
D. A. (2022). Análisis de sustancia
piel de cueros bovinos a diferentes
niveles de concentración de agentes
hidrolizantes en el pelambre y calero.
Revista EIA, 19(37), Reia37008.
pp. 1-16.
<https://doi.org/10.24050/reia.v19i37.1493>

✉ *Autor de correspondencia:*

Aguilar Granda, D. A. (David
Alejandro):
Pregado - ESPOCH. Riobamaba.
Ecuador.
Correo electrónico:
david.aguilar@epoch.edu.ec

Recibido: 15-01-2021
Aceptado: 27-04-2021
Disponible online: 01-01-2022

Análisis de sustancia piel de cueros bovinos a diferentes niveles de concentración de agentes hidrolizantes en el pelambre y calero.

MABEL MARIELA PARADA RIVERA¹

ROBERT ALCIDES CAZAR RAMÍREZ¹

ALEXANDRA ISABEL TAPIA BORJA²

✉ DAVID ALEJANDRO AGUILAR GRANDA¹

1. ESPOCH. Riobamaba. Ecuador
2. UTC. Latacunga. Ecuador

Resumen

Se realizó un estudio de pieles bovinas serranas para determinar la variación de sustancia piel (SP) producida por la cal y sulfuro de sodio con cuatro tratamientos (T) en las etapas de Pelambre y Calero; según la ASTM D 2868-17; es importante caracterizar la materia prima, seguido de los procesos de curtición hasta obtener muestras de cuero Wet Blue, análisis de SP y el tratamiento estadístico de los datos obtenidos, además se realizaron las pruebas sensoriales y físicos mecánicos en las etapas de post curtición. Obteniéndose como resultado de SP al T1 (2.0% cal-2% Na₂S) y T2 (2.7% cal-2% Na₂S) con los valores más altos de 79,5% y 79,3% respectivamente; en tanto que T3 (3,4% cal-2% Na₂S) y T4 (4,1% cal-2% Na₂S) produjeron 68,4% y 76,1%, respectivamente. Con el análisis estadístico se determinó que no existen diferencias medias significativas entre T1 y T2; los resultados de las pruebas físico mecánicas y sensoriales relacionan directamente la tendencia de SP consumida en cada tratamiento. El estudio efectuado tiene como fin conocer la relación directa entre la SP obtenida en cada tratamiento y el producto final producido por la empresa, refiriéndonos a la variabilidad del producto que se desea obtener.

Palabras Claves: Ingeniería y Tecnología Química, Pelambre, Cal, Sulfuro de Sodio, Sustancia Piel, Cuero Wet Blue.

Bovine leather skin substance analysis at different levels of concentrations of hydrolyzing agents in the liming and calera.

Abstract

A study of Andean cattle skin was performed to determine the variation of skin substance (SP) produced by lime and sodium sulfide during the Liming and Calera stages using four different treatments (T). According to the ASTM D 2868-17, it is important to characterize the raw materials, followed by the tanning processes until obtaining samples of Wet Blue leather. Besides SP analysis and statistical treatment of the obtained data, sensory and physical-mechanical tests were carried out in the post-tanning stages. The results showed that SP at T1 (2.0% lime-2% Na₂S) and T2 (2.7% lime-2% Na₂S) produced the highest values; 79.5% and 79.3% respectively; with T3 (3.4% lime-2 % Na₂S) and T4 (4.1% lime-2% Na₂S) yielding 68.4% and 76.1%, respectively. The statistical analysis of the data evidenced that there is no significant differences between the means of T1 and T2. The results of the physical-mechanical and sensory tests directly relate to the trend of SP consumption in each treatment. The study carried out is aimed to recognize the direct relationship between the skin substance obtained in each treatment and the final product manufactured by the company, referred to the variability of the product to be obtained.

Key Words: Engineering and Chemical Technology, Liming, Lime, Sodium Sulfide, Skin Substance, Wet Blue Leather .

Introducción

La industria del curtido ha pasado de ser una actividad artesanal a convertirse en un importante sector industrial Acabados Abellán. (2014), nace como un proceso para salvar la piel animal que de lo contrario se descompondría buscando a través de diversos tratamientos, salvar algo que de otro modo se convertiría en un rechazo Giulia. (2016). De manera general, las etapas de la curtición son: Ribera, en la cual se elimina suciedad y restos orgánicos de las pieles, además busca obtener un hinchamiento similar al que tenía en el animal antes de ser sacrificado Jordán. (2011), Queirós, Et al. (2018); Pelambre y Calero, que consiste en la eliminación de pelo y desdoble de las fibras de la piel E. Química Internacional para el Curtido, Meléndrez. (2019) usando agentes como la cal, sulfuro, sulfhidrato e incluso enzimas; Desencalado, descrito como la etapa en la que se extrae la cantidad de cal necesaria remanente del proceso anterior, llegando a tener un pH de 9 como aproximado Meléndrez. (2019); piquelado, en el que se utiliza ácidos diferentes para disminuir el pH de la piel hasta valores muy cercanos a 3 facilitando las entradas de sal de Cromo u otro agente curtiente; Curtido, se usa sal de Cromo o Taninos vegetales, sales de algunos minerales, etc.; finalmente se destacan etapas como el recurtido, teñido y engrase, para luego realizar las etapas de Acabados, que es la responsable de diversificar los cueros en el mercado.

La existencia del pelambre y calero datan desde hace mucho tiempo en las civilizaciones chinas, en el siglo 6 A.C., gracias a descubrimientos en noviembre de 2006 de restos de materiales de cuero cubiertos con pigmentos rojos y $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ Luo, Et al. (2011). Estas etapas no son más que hidrólisis alcalina por la utilización de álcalis además de sulfuro o sulfhidrato de sodio Vallejo, Et al, (2019). La utilización de cal en el proceso ha sido modificada a lo largo de la historia, eran comunes pozos que contenían leche de cal, bacterias y sulfuros que se iban agregando frecuentemente, durante 3 a 18 días hasta que se produzca la depilación Schlichte. (2017).

El colágeno es una proteína compleja de la piel Moreira. (2002), Sammarco. (2011), que se hidroliza por agua caliente y ácidos o bases, el cuero, una combinación de piel animal y materiales de curtición es más resistente a la hidrólisis que el colágeno BASF. (1985), presenta mayor resistencia mecánica y flexibilidad Wallace. (1931). En nuestra investigación se describe a la etapa de Pelambre y Calero Soler J. (ND), que opera parámetros como: agentes hidrolizantes, duración del baño del calero, temperatura, pH, agitación mecánica, entre otras; la investigación realizada por Hidalgo Hidalgo. (2013) sobre el diseño de etapa de curtición de pieles bovinas, detalla al proceso de pelambre y calero, utilizándose sulfhidrato de Sodio o Sulfuro de Sodio en un 2% e Hidróxido de Calcio de 2%, estos valores de referencia se establecen como la base para trabajar las concentraciones de los agentes hidrolizantes; por otra parte los parámetros de control en estas etapas son de importancia para la obtención de un producto final de características ligadas al manejo de los mismos Vallejo, Et al, (2019).

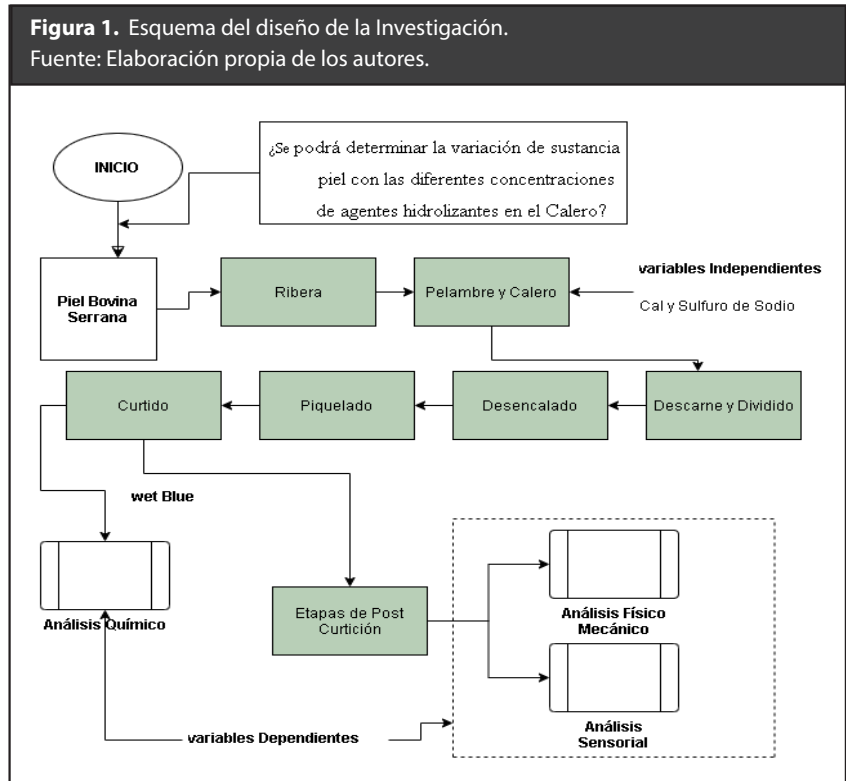
La sustancia piel, mediante la determinación de Nitrógeno (N_2), depende de todos esos factores y los productos incorporados en el proceso, así como de los curtientes utilizados E. Química Internacional para el Curtido.

Al revisar publicaciones de proyectos de investigación referentes a la Industria del Curtido no se abarcan temáticas de porcentajes de sustancia piel, la bibliografía detalla extensamente procesos que en la industria de curtido se llevan a cabo, o alternativas más ambientales Rosu, Et al. (2018) frente a las tradicionales. La propuesta es realizar el análisis de la sustancia piel usando la ASTM D 2868-17 y relacionarla con el tratamiento que se hará a la muestra en la etapa de pelambre y Calero usando Sulfuro de Sodio e Hidróxido de Calcio, autores como Bennett Bennett. (2017), Ozgunay, Et al. (2007) describen al método Kjeldahl como el más idóneo para la obtención de sustancia piel.

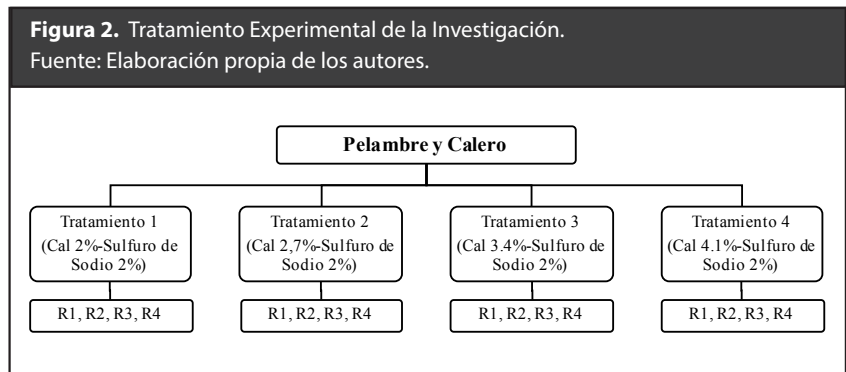
La investigación se justifica pues dentro del Ecuador, la región Sierra y en particular la provincia de Tungurahua lidera la escala en industrias de Curtiembre como lo describe Zurita. (2016).

Materiales y Métodos

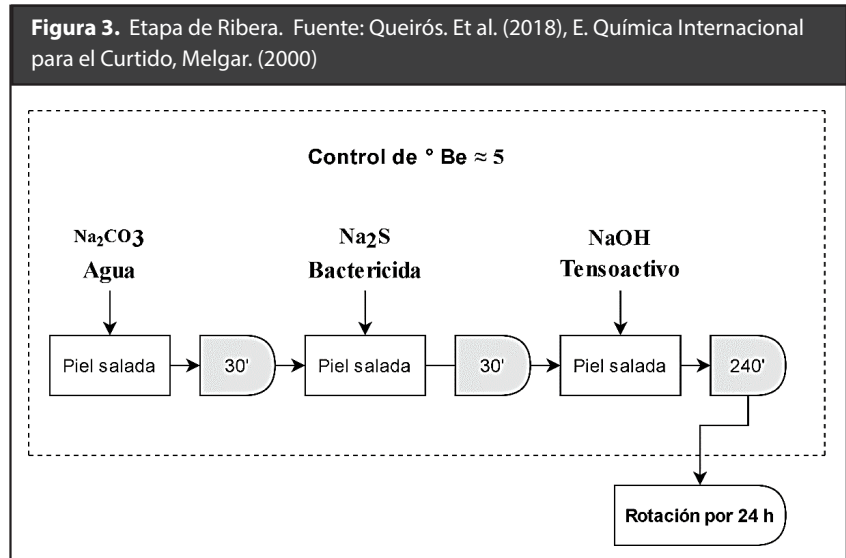
Se describe la caracterización de la materia prima, que es cuero de becerro serrano NTE INEN. (1984). El número de pieles para la parte experimental depende del tamaño del bombo de prueba, se utilizó una piel por cada tratamiento, esto basado en que las propiedades químicas difieren entre dos pieles diferentes e incluso una zona de otra, dentro de la misma piel, las pieles tienen un peso promedio de 5 a 8 Kg.



La figura 1 muestra el esquema utilizado en la investigación para obtener los resultados de SP de las muestras wet blue, así también los resultados de los análisis físico mecánicos y sensoriales del cuero acabado.



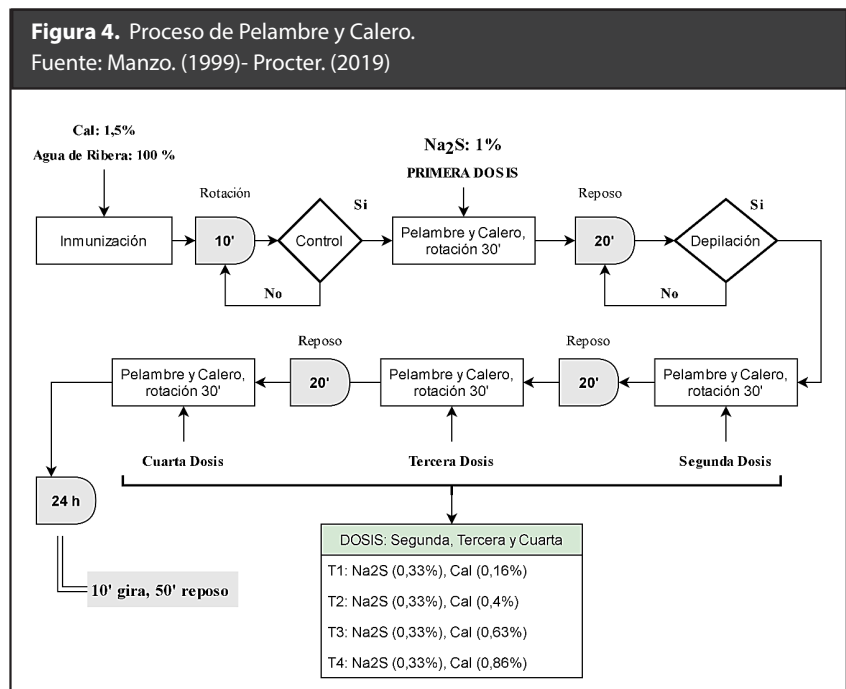
La figura 2 representa el diseño del tratamiento experimental de la investigación, se describen cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, que corresponden al análisis químico de SP. Ver figura 2.



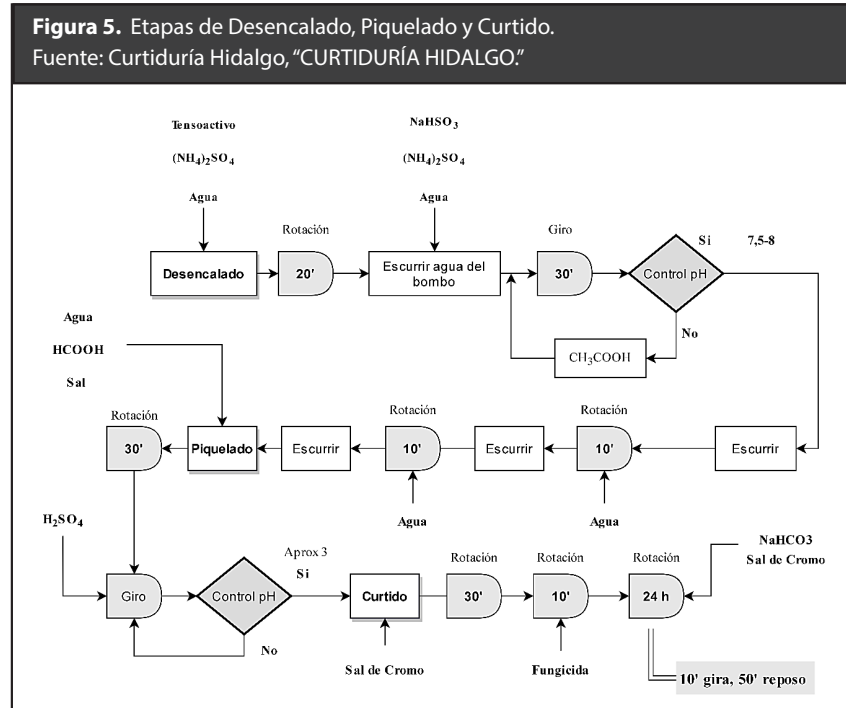
La investigación parte desde el proceso de Ribera, previa selección de la materia prima, se trabajó con valores de pesos de pieles saladas, para ello se realiza el pesaje de la banda como la ecuación:

$$\frac{\text{peso (Kg)}}{1 \text{ Banda}} \times \frac{2 \text{ Bandas}}{1 \text{ piel salada}} = \frac{\text{peso (Kg)}}{1 \text{ piel salada}} \quad (1)$$

La figura 3 muestra el proceso de Ribera, el bombo de pruebas está girando por 10 minutos y se detiene por un lapso de 50 minutos, esto durante las 24 horas. Ver figura 3.



En la figura 4 se muestra el proceso de Pelambre y Calero para los cuatro tratamientos, se consideran variables de proceso importantes como agitación mecánica, duración del baño y tiempos combinados de reposo y giro del bombo Melgar. (2000), Procter. (2017). Ver figura 4.



En la figura 5 se muestra el proceso de las etapas de Desencalado, piquelado y curtido, estas son convencionales que se siguen después del tratamiento experimental dado en las etapas de Pelambre y Calero. Ver figura 5.

Se obtiene cuero Wet Blue al que se remueve el agua remanente y se procede a rebajar a un calibre general para los cuatro tratamientos. Posteriormente se realiza el análisis de sustancia piel.

Determinación de la Sustancia Piel

Mediante la IUP 2 (2017) o ISO 2418:2017, se procede a tomar las muestras de una región en particular, se desfibran según normativa IUC 3 y se determina la humedad acorde normativa IUC 5 AQEIC, "AQEIC".

Normativa ASTM para Determinar Sustancia Piel

Luego de realizar el proceso de secado, se obtienen muestras apropiadas para determinar el contenido de nitrógeno y sustancia piel mediante la Norma ASTM-D2868-17 ASTM International. (2017); que nos proporcionan las siguientes fórmulas para la obtención de SP.

$$B = \frac{Vb * Nb}{Na} \quad (2)$$

$$\%N = \left[\frac{\{(A \pm B) * N * 0,014\}}{W} \right] * 100 \quad (3)$$

$$\%Sust. piel = 5,62 * \%N \quad (4)$$

Donde:

B= Blanco Estándar (mL)	A = ml de H ₂ SO ₄	B = Blanco estándar (ml)
%N = Porcentaje de Nitrógeno	5.62= Factor para pieles vacunas	Na = Normalidad del H ₂ SO ₄
% Sp = Porcentaje de sus. Piel	Nb = Normalidad del NaOH	N = Normalidad del H ₂ SO ₄
Vb = ml de NaOH		W = Gramos de muestra (1g)

Tratamiento Estadístico de los Datos de Sustancia Piel

Para las pruebas de análisis Químico se realizará un análisis de varianza ANOVA, para establecer las diferencias significativas entre las medias, relacionadas con las concentraciones de cal y sulfuro en cada tratamiento. Además se contempló realizar el análisis de Test Tukey en caso de encontrar diferencias medias significativas entre los tratamientos.

Obtención de Cuero Acabado

Las etapas Neutralizado, Tinturado y Engrase corresponden a los procesos de post curtiembre para obtener un cuero acabado y proceder con los análisis de Calidad: sensoriales y físico-mecánicos, cabe mencionar que no hubo un proceso de re-curtiembre.

Análisis sensoriales.

Los análisis sensoriales correspondientes a las pruebas de Tacto, Blandura y Llenura de Flor; se las realizó con ayuda de un director de calidad que conoce del tema de curtiembre y con experiencia en calidad del cuero acabado. Se asignaron valores ponderados de 1 a 5, en donde 1 significa malo, 2 bajo, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente.

Análisis Físico-mecánicos.

Tabla 1. Análisis Físico-mecánicos.		
NORMA IUP	NORMA ISO	PRINCIPIO
IUP 6 (2011)	ISO 3376:2011	Resistencia a la Tracción
IUP 9 (2015)	ISO 3379:2015	Porcentaje de Elongación y Lastometría

En la tabla 1 se describen las pruebas correspondientes a la resistencia a la Tracción, Porcentaje de Elongación y Lastometría.

Resultados

Resultados de % de Sustancia Piel

La tabla 2 muestra que los tratamientos 1 y 2 producen los valores de porcentaje de sustancia piel más altos, mientras que el tratamiento 3 es aquel que presenta el menor valor en porcentaje de SP. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Resultado de % de Sustancia Piel para la región Culata.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

TRATAMIENTOS	x1	x2	x3	x4
T1 (2.0%cal y 2%Na ₂ S)	79.687	79.892	79.246	79.208
T2 (2.7%cal Y 2%Na ₂ S)	79.676	79.407	78.306	79.675
T3 (3.4%cal y 2%Na ₂ S)	67.911	70.843	65.259	69.516
T4 (4.1%cal y 2%Na ₂ S)	75.909	74.793	77.098	76.679

Se muestran gráficos de la variación de sustancia piel por cada tratamiento, luego en la figura 10 se puede visualizar un contexto general de SP de los cuatro tratamientos para la región de Culata. Ver figuras: 6, 7, 8 y 9.

Figura 6. % Sustancia Piel con el tratamiento 1 para región Culata.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

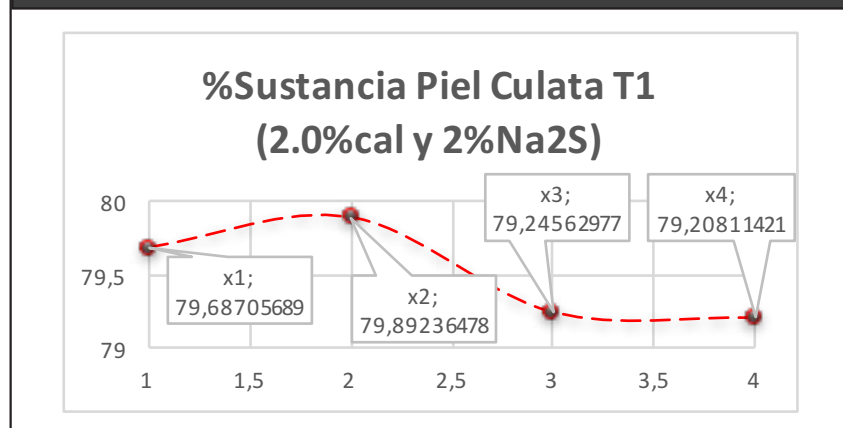


Figura 7. % Sustancia Piel con el tratamiento 2 para región Culata.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

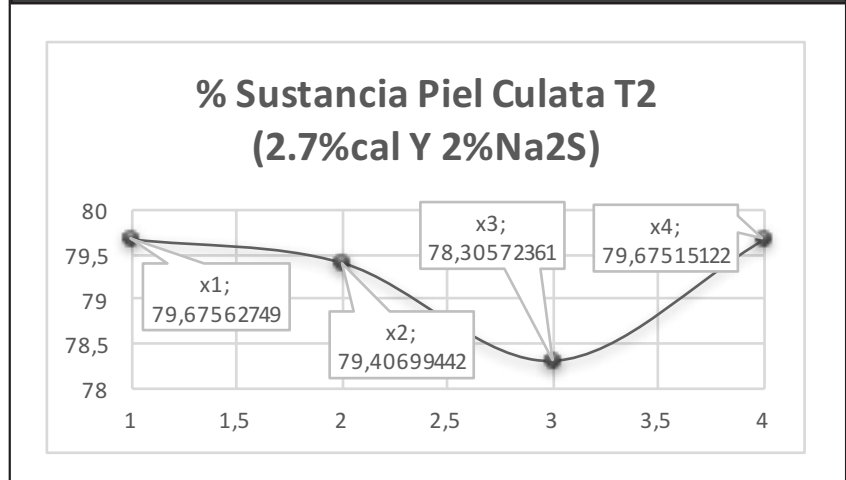


Figura 8. % Sustancia Piel con el tratamiento 3 para región Culata.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

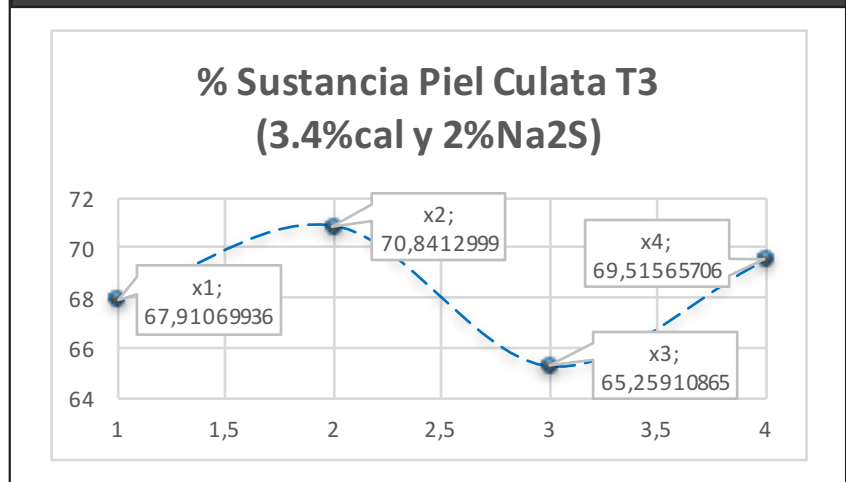
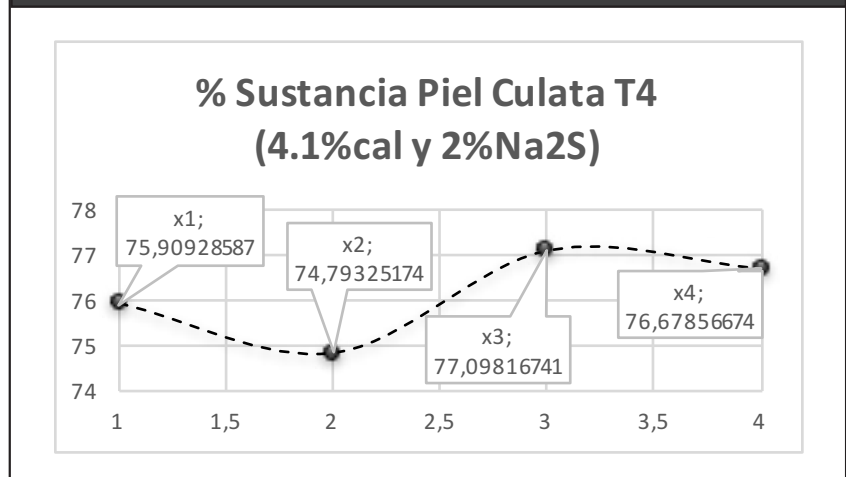
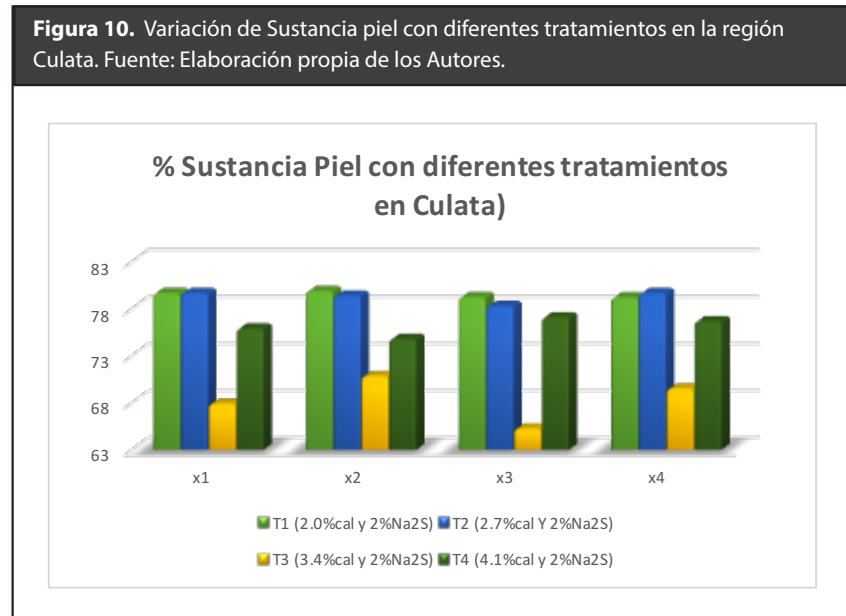


Figura 9. % Sustancia Piel con el tratamiento 4 para región Culata.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.



La figura 10 nos muestra la variación de sustancia piel al realizar el pelambre y Calero con agentes hidrolizantes a distintas concentraciones. Ver figura 10.



La figura 10 revela que los porcentajes de sustancia piel son mayores para el T1 y T2 y los resultados más bajos se encuentran en el T3 (3.4%-2%), se analiza otros factores que intervienen como lo son la temperatura, pH, naturaleza de los agentes Hidrolizantes Melgar. (2000), Procter. (2017). Aumentando la concentración de cal respecto a los iones Sulfuro se disminuye la turgencia y la apertura estructural se hace más fuerte, produciéndose una disminución de la sustancia dérmica, (T3 y T4) Manzo. (1999); en el tratamiento 3 la sustancia piel ha disminuido mucho más que para el T4, esto se debe a que la variable temperatura también modifica el grado de hinchamiento y turgencia de la piel, pues se manejó una temperatura superior a 25°C para el Tratamiento 3 Manzo. (1999).

Resultados del Tratamiento Estadístico del Análisis de Sustancia Piel

El análisis estadístico para la sustancia piel de acuerdo a los diferentes tratamientos se presenta en la siguiente tabla. Revisar Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de Varianza de la sustancia piel en los diferentes tratamientos. Fuente: Elaboración propia de los Autores.

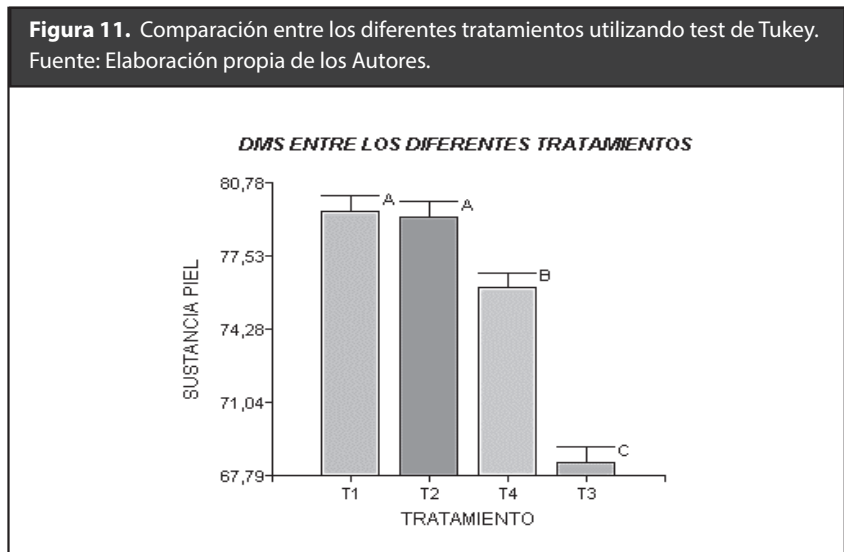
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	323.583463	3	107.861154	58.8409671	<0.0001
TRATAMIENTOS	323.583463	3	107.861154	58.8409671	<0.0001
Error	21.9971546	12	1.83309622		
Total	345.580618	15			

La tabla 4 muestra diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos, al menos un tratamiento es distinto y para ello se realiza una comparación entre los diferentes tratamientos empleando la prueba de Tukey.

Tabla 4. Comparación entre los diferentes tratamientos empleando el test Tukey.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

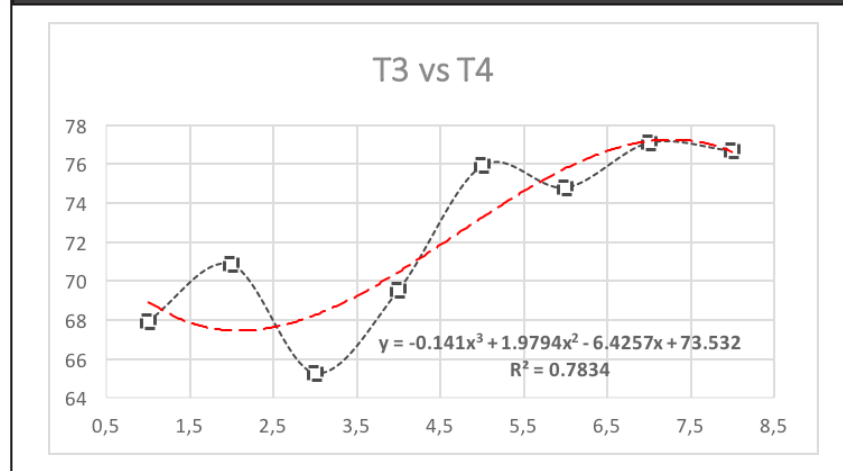
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1 (2.0%cal y 2%Na2S)	79.508	4	0.68	A
T2 (2.7%cal Y 2%Na2S)	79.266	4	0.68	A
T4 (4.1%cal y 2%Na2S)	76.120	4	0.68	B
T3 (3.4%cal y 2%Na2S)	68.382	4	0.68	C

El error estimado en esta prueba es del 1.8331, con 12 grados de libertad y con una diferencia media significativa (DMS) que calcula de 2.84232, con estas variables la tabla 5 nos manifiesta que entre el T1 y T2 no existe diferencia significativa, tal como se confirma en la figura 11.



La figura 12 muestra el análisis de correlación de datos entre T3 y T4. Ver figura 12.

Figura 12. Análisis de Sustancia Piel en el tratamiento 3 y tratamiento 4.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.



Al realizar el análisis de regresión entre los tratamientos de alta significancia correspondientes al 3 y 4, se observa una tendencia positiva polinómica de grado 3, que parte de un intercepto de 73.532, correspondiente al T4, disminuye 6.4257 por unidad de agentes hidrolizantes en el tratamiento 3, luego se incrementa en 1.9794 por unidad cuadrática de agente hidrolizante para finalmente disminuir 0.143 por cada unidad cúbica de agentes hidrolizantes utilizados en el Pelambre y Calero; se reporta un coeficiente de determinación de 78.34% procedente de la comparación entre estos dos tratamiento y del error experimental; para este caso se puede interpretar los resultados en base a la variable temperatura, remplazándola a la concentración.

Resultados para las pruebas Sensoriales del cuero acabado (Engrasado)

La tabla 5 muestra resultados de las pruebas sensoriales para los cuatro tratamientos.

Tabla 5. Resultados de las pruebas sensoriales obtenidos para el Cuero Terminado.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

Tratamiento	Tacto	Blandura	Llenura
T1 (2.0%cal y 2%Na ₂ S)	Semi blando	4	4
T2 (2.7%cal y 2%Na ₂ S)	Semi blando	3	4
T3 (3.4%cal y 2%Na ₂ S)	Blando	3	3
T4 (4.1%cal y 2%Na ₂ S)	Duro	2	2

Las pruebas sensoriales confirman al tratamiento 3 como un cuero suave Manzo. (1999) y una llenura con una puntuación de 3, es aceptable. Los tratamientos 1 y 2 presentan mejores puntuaciones, son semi blandos y presentan una llenura con una puntuación de 4; a diferencia del T4, que produce un cuero duro, plano y vacío.

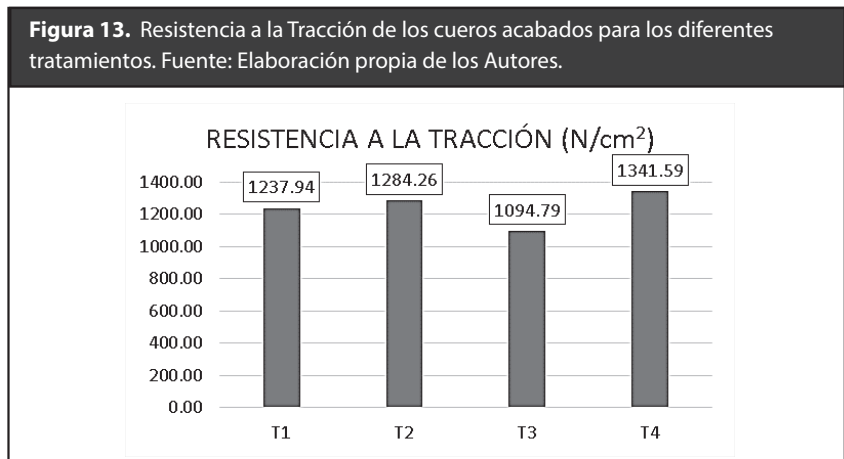
Resultados para las Pruebas Físico -Mecánicas (Engrasado)

En la tabla 6 se representan los resultados de las pruebas físico-mecánicas. Ver tabla 6.

Tabla 6. Resultados para las pruebas Físico-mecánicas en el cuero terminado.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

Tratamiento	Resistencia a la Tracción N/cm ²	Porcentaje de Elongación (%)	Lastometría (mm)
T1	1237.94	85	10.44
T2	1284.26	70	10.13
T3	1094.8	127.5	10.08
T4	1341.58	53.75	13.84

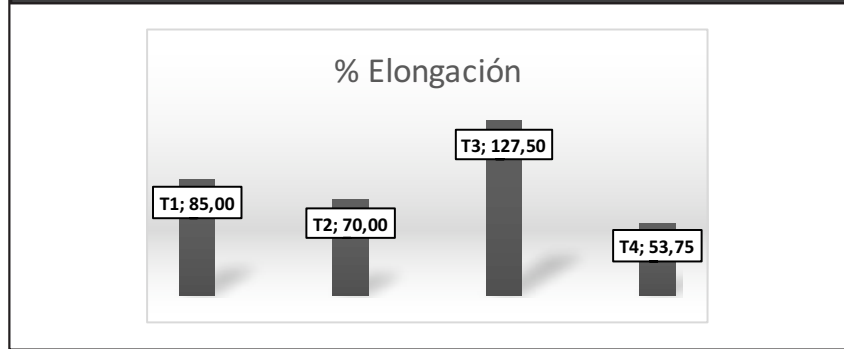
La figura 13 muestra la resistencia a la Tracción para los diferentes Tratamientos. Ver Fig. 13.



La figura 13 muestra que el tratamiento con mayor resistencia a la tracción es el tratamiento 4, con 1341.59 N/cm². Analizando desde el punto de apertura estructural de la piel, el tratamiento 3 tiene una resistencia mecánica menor por pérdida de sustancia dérmica Manzo. (1999).

La figura 14 muestra % de elongación para los diferentes Tratamientos. Ver Fig. 14.

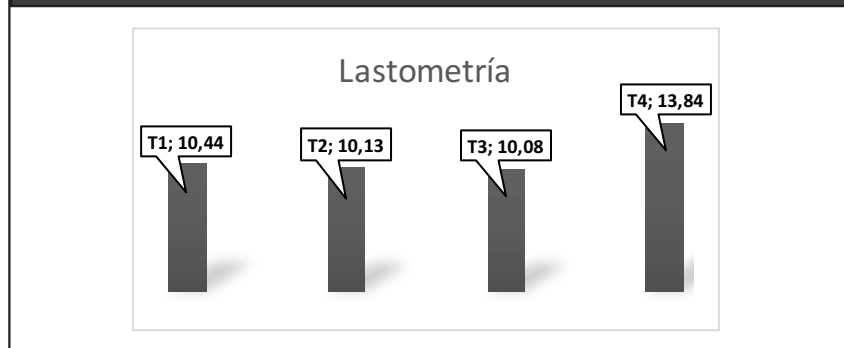
Figura 14. % Elongación de los cueros acabados para los diferentes tratamientos.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.



La figura 14 muestra que el T3 es aquel que presenta el valor más alto con 127,5%; el tratamiento 4 presenta el resultado más bajo con 53.75%; el porcentaje mínimo establecido por la norma es 40% AQEIC, "AQEIC". El T3 produjo un cuero elástico Manzo. (1999).

La figura 15 muestra Lastometría para los diferentes Tratamientos. Ver Fig. 15.

Figura 15. Lastometría en los cueros acabados para los diferentes tratamientos.
Fuente: Elaboración propia de los Autores.



Según la Figura 15 el tratamiento 4 fue el que genera el valor más alto en lo que se refiere a Lastometría con 13.84 mm, el tratamiento 3 es el que tiene el resultado más bajo con 10.08 mm.

Conclusiones

Se determinó la variación de sustancia piel bovina serrana usando agentes hidrolizantes en diferentes tratamientos durante el pelambre y calero.

Se obtuvo resultados favorables de los tratamientos T1, T2 y T4 que se encuentran dentro de lo establecido por la norma ASTM D 2868-17. Las propiedades físico-mecánicas y sensoriales del cuero acabado se llevaron a cabo mediante normativa IUP y en base a la experiencia de los curtidores en donde se realizó las pruebas sensoriales.

Se determinó la relación existente entre las variables independientes como son la concentración de los agentes hidrolizantes, temperatura, duración de baño con la variación de sustancia piel, esto se puede deducir de mejor manera con la variable de apertura estructural de la piel.

Bibliografía

- Acabados Abellán. (2014). "El curtido de las pieles: Un proceso con historia," Acabados Abellán, Available: <http://acabadosabellan.com/el-curtido-de-las-pieles-un-proceso-con-historia/>
- AQEIC, "AQEIC," Métodos de ensayos físicos. Available: <http://www.aqeic.org/web/esp/>.
- [ASTM International. (2017). "ASTM D2868 - 17 Standard Test Method for Nitrogen Content (Kjeldahl) and Hide Substance Content of Leather, Wet Blue and Wet White." p. 6.
- BASF. (1985). "Vademécum para el Técnico en Curtición," in Vademécum para el técnico en Curtición, 3rd ed., A. BASF, Ed. Ludwigshafen, pp. 25–30.
- Bennett, H. G. (2017). The Manufacture of Leather. Read Books Limited.
- Curtiduría Hidalgo, "CURTIDURÍA HIDALGO". Available: <https://www.hidalgocurtiduria.com/index.php/nosotros> (Accedido sep. 3, 2020).
- E. Química Internacional para el Curtido, "Capítulo 04 Pelambre-Calero" Biblioteca Enciclopedia. Available: <https://www.quimicainternacional.com/biblioteca/enciclopedia/>.
- Giulia, P. (2016). "La sostenibilità nell'industria conciaria," tesis de pre grado, Dept. Econ Sci, UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA, Padua, Italia. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/89389162.pdf>
- Hidalgo, L. C. (2013). "Diseño de la etapa de curtición de piel bovina con la utilización del extracto tánico y gálico del guarango caes alpiniaspinosa," tesis de post grado, Fac. Sci, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Available: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3113>.
- Jordán, M. (2011). "Obtención de colágeno por hidrólisis alcalina-enzimática del residuo de 'wet blue' en el proceso de curtición," tesis de pre grado, Fac. Sci, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Available: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1630>
- Luo, W.; Si, Y.; Wang, H.; Qin, Y. (2011). Huang, F. and Wang, C. "Spectrochimica Acta Part A : Molecular and Biomolecular Spectroscopy Leather material found on a 6th B. C. Chinese bronze sword : A technical study," vol. 79, pp. 1630–1633.
- Manzo, G. (1999). "Chimica e tecnologia del cuoio," in Chimica e tecnologia del cuoio, M. Service, Ed., pp. 113–125.
- Meléndrez, F. (2019). "Evaluación de diferentes niveles de silicato de sodio en combinación con guarango utilizados para la curtición de pieles caprinas," tesis de post grado, Fac. Sci, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Available: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13287>
- Melgar, D. (2000). Tecnología del Cuero- Procesos de Curtición Control de Calidad y Máquinas, Tomo 1. Hualhuas-Huancayo: MITINCI Industria.
- Moreira, J. (2002). i Prat and P. i Casanovas, "Química técnica de curtición," in Química técnica de curtición, C. E. T. D. CETI, Ed. España: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA, pp. 35–40.
- NTE INEN. (1984). NTE INEN 0936 Cuero de Ganado Vacuno. Terminología, vol. 0936. Ecuador.
- [Ozgunay, H.; Colak, S.; Mutlu, M. M.; Akyuz, F. (2007). "Characterization of Leather Industry Wastes," Dep. Leather Eng. Fac. Eng. Ege Univ. 35100 Bornova, Izmir, Turkey, vol. 16, no. 6, pp. 867–873.
- Procter, H. R. (2017). The Principles of Leather Manufacture. (D.) Van Nostrand (and Co., Inc.), New York, NY, USA, p. 73. Available: <http://www.gutenberg.org/files/57548/57548-h/57548-h.htm>.
- Procter, H. R. (2019). A Text-book of Tanning: A treatise on the conversion of skins into

- leather, both practical and theoretical. Good Press, p. 139. Available: <https://www.gutenberg.org/files/56601/56601-h/56601-h.htm>
- Queirós, Â.; Silva, V. F. M.; Santos, T.; Crispim, A. (2018). "Optimization of bovine leather soaking process," *Rev. Piel. Incaltaminte*, vol. 18, pp. 117-122.
- Rosu, L.; Varganici, C.; Crudu, A.; Rosu, D. (2018). "Influence of different tanning agents on bovine leather thermal degradation," *J. Therm. Anal. Calorim.*, vol. 134, no. 1, pp. 583-594.
- Sammarco, U. (2011). "Tecnología Conciaria," in *Tecnología Conciaria*, EDITMA, Ed., pp. 55-57.
- Schlichte, A. A. (2017). *A Study of the Changes in Skins During Their Conversion into Leather*. Trieste Publishing, p. 70.
- Soler J. i Solé, *Procesos de Curtidos*. Barcelona: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.
- Vallejo, J.; Almonacid, L.; Agudelo, R.; Ortíz, Ó. (2019). "Evaluation of alkaline-enzymatic hydrolysis to obtain hydrolyzed collagen from tanned leather shavings," *Rev. ION*, vol. 32, no. 1, pp. 55-62.
- Wallace, E. L. (1931). "The hydrolysis of chestnut and quebracho tanned leathers by sulphuric acid," *Bur. Stand. J. Res.*, vol. 7, pp. 621-630.
- Zurita, G. (2016). "Análisis descriptivo de la sustentabilidad económica, social y ambiental de la industria del cuero del Ecuador," *Análisis de Caso*, USFQ, Quito, Ecuador. Available: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5382/1/124320.pdf>.