

# OBTENCIÓN DE UN TENSOACTIVO A PARTIR DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE SEBO DE LAS INDUSTRIAS DE CURTIEMBRE

## *Obtaining a Surfactant Material from The Tallow Recovery Process from Tannery Industries*

<sup>1</sup>Mabel Parada\*, <sup>1</sup>Mónica Andrade, <sup>2</sup>Francisco Carreras, <sup>1</sup>Bolívar Flores

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias/Escuela de Ingeniería Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Espoch), Riobamba (Ecuador)

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Escuela Básica, Universidad de los Andes (ULA)

\*mparada@espoch.edu.ec

### Resumen

Con el fin de desarrollar procesos nuevos que pretendan aprovechar los residuos sólidos generados por las industrias de curtiembre, se abre paso a la posibilidad de recuperar las grasas generadas en la etapa de descarnado, ya que la grasa animal contiene principalmente ácidos grasos (linoleico, mirístico, esteárico, palmítico y oleico) de un valor comercial que pueden ser extraídos y transformados en un subproductos de uso industrial, además de incrementar la rentabilidad de este tipo de empresas y reducir su impacto ambiental. Las carnazas, que son pedazos de piel con grasa adheridas a la misma, son separadas y se obtiene tres residuos: grasa, líquido y lodos, siendo el objeto de estudio la grasa sin considerar el resto de residuos. Con la grasa recuperada se realizaron análisis físico-químicos (índice de saponificación, yodo, acidez y peróxido) y posteriormente ensayos de laboratorio que iniciaron con la transformación de la grasa a un alcohol, seguido de la sulfonación y por último la neutralización, pruebas que dan como resultado la formación de un tensoactivo a partir de este tipo de grasas.

**Palabras claves:** recuperación de grasas, etapa de descarnado, industria de curtiembre, tensoactivo.

### Abstract

In order to develop new processes that seek to take advantage of the solid waste generated by the tannery industries, the possibility of recovering the fats generated in the skinning stage is opened, since animal fat contains mainly fatty acids (linoleic, myristic, stearic, palmitic and oleic) of a commercial value that can be extracted and transformed into by-products for industrial use, in addition to increasing the profitability of this type of companies and reducing their environmental impact. The pieces of skin with fat attached to them are separated and three residues are obtained: fat, liquid and sludges, being the object of study the fat without considering the rest of residues. With the fat recovered, physical-chemical analyzes were carried out (index of saponification, iodine, acidity and peroxide) and subsequently laboratory tests that began with the transformation of fat into an alcohol, followed by sulfonation and finally neutralization, tests that result in the formation of a surfactant from this type of fats.

**Keywords:** recovery of fats, drawing stage, tannery industry, tensotive.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la región con mayor acogida en la producción de cuero está ubicada en la Sierra, en las siguientes provincias: Tungurahua (75,58%), Imbabura (13,19%), Azuay (4,27%), y Cotopaxi (4,01%) (1). La principal actividad que se realiza en este tipo de empresas es la producción de cuero, por ser un material fácil de trabajar. En la operación de descarnado de pieles en las curtiembres y mataderos, se producen las denominadas carnazas que son pedazos de piel con grasa adheridas al cuero, estos pedazos se juntan con otros y son eliminados como residuos sólidos que normalmente son depositados en rellenos sanitarios, los cuales generan contaminación ambiental, aumentando el contenido de grasa y el DBO en los cursos de agua.

En la grasa animal se tiene principalmente los siguientes ácidos grasos: linoleico, mirístico, esteárico, palmítico y oleico. Estos ácidos se utilizan en varias industrias y por lo tanto tienen un valor comercial que debe ser aprovechado, así por ejemplo: el ácido oleico es usado en cosmética, los ácidos esteárico y palmítico son usados en la industria alimenticia, el ácido linoleico es empleado en jabones y barnices (2).

En Bogotá (Colombia) realizaron un estudio económico-financiero para el aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarnado "Unche" (Rojas, 2010). También en la Paz Bolivia se han elaborado estudios del aprovechamiento de residuos grasos de mataderos y curtiembres, llegando a la conclusión que la calidad y cantidad de grasa es sumamente alta en mataderos y curtiembres (3). De igual manera en otras curtiembres como en la de San Benito (Colombia) se ha elaborado la gestión de residuos generados por esta labor (4); así lo reportan varios estudios.

En esta investigación se busca realizar un estudio conforme con las necesidades que requieren las empresas de curtiembres, para ello se realizaron diferentes análisis que permitirán conocer las características que posee este tipo de residuo y a la vez obtener tensoactivos de uso industrial a partir del mismo, una vez obtenido el tensoactivo, se propone experimentar nuevas dosificaciones para su elaboración y así cumplir con los parámetros establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848, para la obtención de detergentes de uso industrial.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### Selección de la muestra

Uno de los principales aspectos a considerar, al inicio de esta investigación fue la calidad de cuero que proviene de pieles de espesor uniforme, sanas y de buena resistencia, libre de arañazos, parásitos, distinguiéndose las pieles serranas y costeñas las cuales presentan singularidades como: una piel serrana ostenta un espesor uniforme, sana y de buena resistencia, es decir, bajo porcentaje de defectos, pero a la vez presenta bajo contenido de grasa animal, mientras que las pieles costeñas contienen un alto porcentaje de defectos pero presentan alto contenido de grasa (gráfico 1). Para el análisis se consideraron 93 muestras de la etapa de descarnación. Este se lo efectuó por inspección visual, tomando las siguientes características: mayor cantidad de grasa en las carnazas y carnazas recién descarnadas. Se realizaron análisis físico-químicos como son: grasa, ceniza, humedad y proteína, datos del peso de las carnazas y datos de la recuperación de la grasa (tabla 1). A nivel de laboratorio con ayuda de una autoclave, se realizaron ensayos para la obtención del tensoactivo, determinación de las variables como densidad,

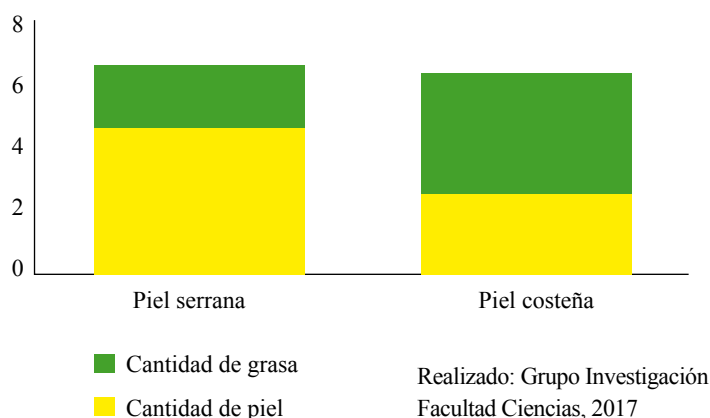


Gráfico 1: Relación entre variables de calidad y cantidad de grasa

Características físico-químicas de las carnazas				
Muestra	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa
1	81,7	5,81	7,72	2,89
2	79,4	4,64	9,11	6,30
3	83,5	6,15	8,28	3,87
4	73,8	5,72	8,41	4,35
Caracterización organoléptica				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apariencia: tiras más o menos largas de aspecto desagradable</li> <li>• Coloración: varía de amarillenta-verdosa a grisácea.</li> <li>• Olor: rancio desagradable</li> <li>• Textura: de pastosa a gelatinosa</li> <li>• Húmedo y suave al tacto.</li> <li>• Presencia de residuos (rabos).</li> <li>• Presencia de tendones</li> <li>• Restos de tejido adiposo.</li> </ul>				
Caracterización físico-química de la grasa recuperada				
Parámetros	Resultados		Unidades	
Índice de saponificación	119,17		mg/g	
Índice de yodo	70,98		cg/g	
Índice de acidez	0,12		% (ácido oleico)	
Punto de fusión	60		°C	
Índice de peróxidos	4,92		meq O2 Peróxido/Kg	

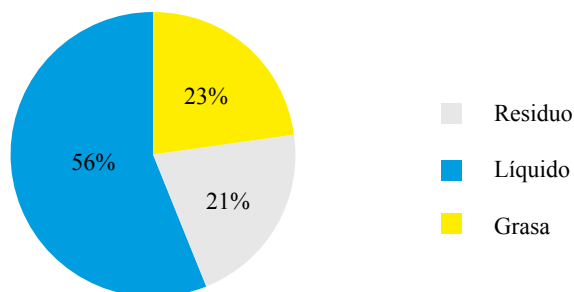
Realizado: Grupo Investigación Facultad Ciencias, 2017

Tabla 1. Caracterización físico-química, organoléptica de las carnazas y grasa recuperada

viscosidad de la grasa, la mezcla de las carnazas con agua y el producto final.

Estos análisis se efectuaron siguiendo la guía del Proyecto de Investigación realizado por el Instituto de Investigación y desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química – UMSA, La Paz –Bolivia. Una vez que se inició la recuperación de la grasa, se tomaron los siguientes datos en registros: carga de la muestra en la autoclave, porcentaje de agua, porcentaje de lodos o sedimentos y porcentaje de grasa recuperada, posteriormente se realizaron análisis físico-químico, organoléptico de las carnazas y grasa recuperado (tabla 1). En la tabla 1, las muestras 2,4 presentan valores altos de % grasa; la cantidad es mayor cuando las muestras son tomadas en el momento de descarnación, es decir son frescas, mientras que las muestras 1,3 presentan valores bajos debido a que se tomaron muestras de las carnazas guardadas.

A nivel de laboratorio la grasa separada de las carnazas, se extrae calentando con vapor la autoclave, en un proceso de



Realizado: Grupo Investigación Facultad Ciencias, 2017

Gráfico 2: Porcentaje de los componentes de las carnazas

fundición, del cual se obtienen tres fases: grasa, líquido y residuo (gráfica 2). Aquí se observan que solo una cuarta parte del total de carnazas utilizadas para este proceso, se podrá utilizar como materia prima para la obtención del tensoactivo ya sea este un detergente o un jabón industrial.

### Pruebas de laboratorio para la obtención del detergente

Según la química general indica que para la obtención de detergentes se debe iniciar de un alcohol, el mismo que

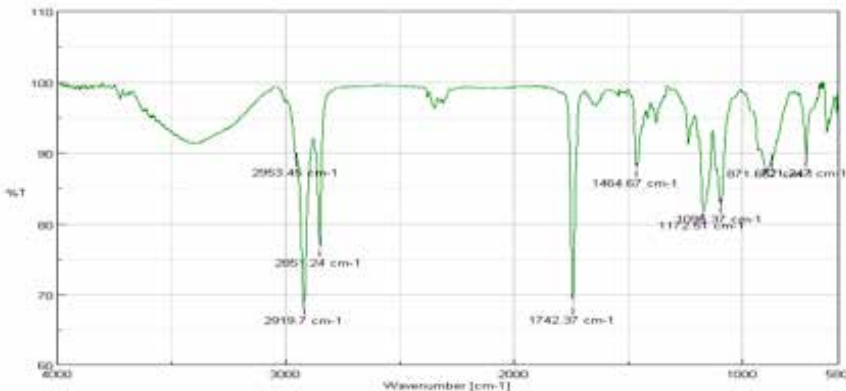
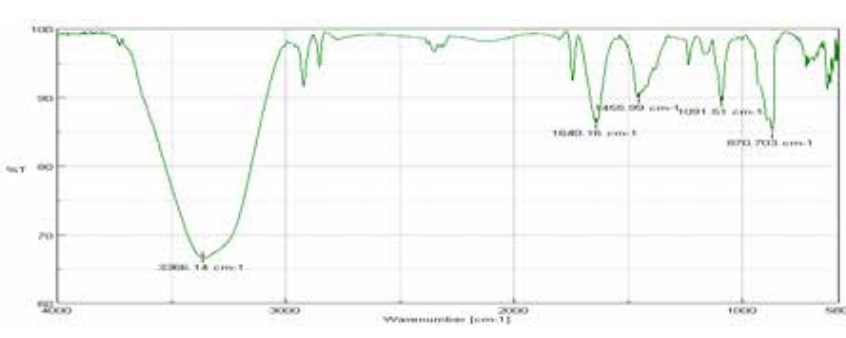
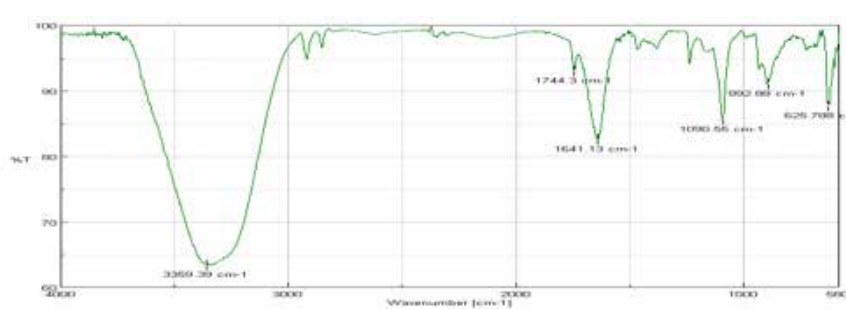
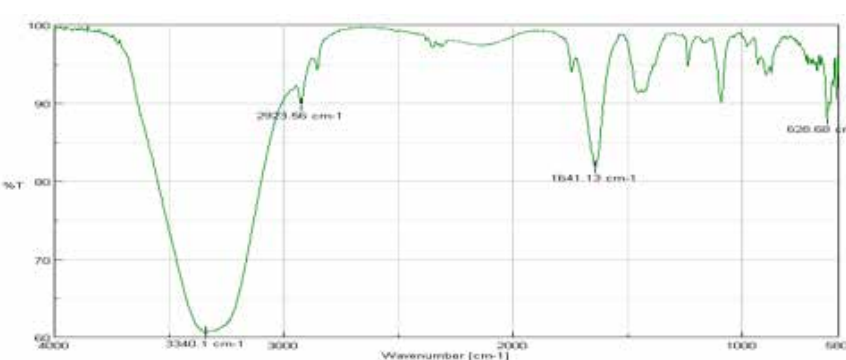
<p><b>Prueba 1:</b> Alcohol a partir de 2 ml dietiléter, 0,5 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua.</p> <p>Espectro IR: 2 ml dietiléter, 0,5 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua</p>	
<p><b>Prueba 2:</b> Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 1,0 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua.</p> <p>Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1,0 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua</p>	
<p><b>Prueba 3:</b> Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 1,5 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua.</p> <p>Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1,5 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua</p>	
<p><b>Prueba 4:</b> Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 2,0 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua.</p> <p>Espectro IR: 3 ml dietiléter, 2,0 g <math>\text{LiAlH}_4</math>, 10 ml grasa, 3 ml agua</p>	

Tabla 2. Espectroscopía Infrarroja del alcohol.

debe reaccionar con ácido sulfúrico concentrado en medio frío y neutralizarse con hidróxido de sodio, para finalmente obtener el alquil sulfato de sodio (detergente). Para conocer la presencia del alcohol libre, la muestra se lleva a un espectrómetro de infrarrojo (tabla 2). Los espectros expuestos muestran la intensidad de absorción de alcohol más alta que se consiguió alcanzar con la grasa re-

cuperada, con la dosificación de la prueba 1, se logró llegar a 3366,14  $\text{cm}^{-1}$  de intensidad de absorción, se observa que la solución formada tiende ser una mezcla entre alcohol y ácidos carboxílicos por lo que la coloración es amarillenta, indicando que la solución está contaminada. Para

Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de referencia
Humedad	%	22,41	AOAC 925.10
Materia grasa total	%	34,91	AOAC 2003.06
Cloruros jabón	%	15,72	INEN 819
Alcalinidad NaOH	%	6,42	INEN 821
Acidez en jabón	% (ac. oleico)	0,00	INEN ISO 660
Materia insaponificada e insaponizable en agua	%	4,77	INEN ISO 1067
Ph (T: 25 °C)	.....	10,19	INEN ISO 1842
Materia insoluble en agua	%	0,83	INEN 816
Materia insoluble en alcohol	%	1,00	Pearson

Fuente: MULTIANALITYCA CÍA LTDA:

Tabla 3. Parámetros físico-químicos del jabón

completar la preparación del detergente se necesita un alcohol que presente un hidroxilo libre el mismo que ostenta un enlace aislado, con la longitud y fuerza propia del tipo OH (Rango de intensidad 3500 a 3600 cm<sup>-1</sup>). A causa del alcohol contaminado no reacciona con el ácido sulfúrico para formar el sulfato ácido de alquilo.

Por lo que la formación del alcohol con intensidad de absorción es baja en comparación con las frecuencias de onda del alcohol propio; y esto dificulta el proceso de sulfonación y neutralización para obtener el detergente, por lo que se propone otra alternativa de tensoactivo como es el caso del jabón industrial.

### Pruebas de laboratorio para el jabón industrial

Para la formación de jabones se efectuó el proceso de saponificación. Para ello se utilizó una formulación comercial de aceite 150 gr, grasa 300 gr, glicerina 200 gr, sosa cáustica 125 gr, agua 100 ml, alcohol etílico 115 ml, aroma 10 ml.

Con un balance de masa del total de cueros que ingresan a una curtiembre industrial (560 pieles/ 24.35 kg por piel=13637 kg/día de pieles/), se obtiene que a partir de una cantidad de 7091,41 kg/día de descarnado se logrará recuperar 1800,47 kg/día de grasa, materia prima que servirá para realizar las dosificaciones a nivel

industrial. Con 1800,47 kg/día de grasa recuperada se podrá obtener alrededor de 6000 litros de jabón industrial. Se realizó la caracterización físico-química del jabón industrial, como se muestra en la tabla 3.

### Diseño del proceso industrial del jabón

El diseño y capacidad de los equipos se debe fundamentar en dos puntos importantes: primero en el balance de masa del descarnado y la cantidad de grasa recuperada utilizada como materia prima para el jabón (tabla 4).

Para este proceso se puede utilizar equipos como el tanque de lavado, banda transportadora, autoclave, saponificador y el tanque reservorio. Los equipos para el proceso pueden ser diseñados o adquiridos en casas comerciales.

		Peso piel (kg)
Entrada al descarnado		13637
Salida del descarnado		6545,6
Datos del residuo total		7091,41
<b>Balnace de masa en la autoclave</b>		
Entrada (kg/día)		7091,41
Salida (kg/día)		1800,47
<b>Balnace de masa en el saponificador</b>		
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>
Grasa	1800 kg	6000 L de jabón
Aceite	900 kg	
Glicerina	1200 kg	
Sosa cáustica	750 L	
Agua	600 L	
Alcohol etílico	690 L	
Aroma	60 L	

Tabla 4: Balance de masa

## RESULTADOS

Los resultados de los análisis físico-químicos de las carnazas obtenidos de los porcentajes promedios es de: 79,6% humedad; 5,58% ceniza; 8,38% proteína y 4,35% grasa, siendo útil la información del porcentaje de grasa para nuestra investigación que se fundamentó en la recuperación de este.

En las recuperaciones del sebo se presentan 3 fases: grasa, una fase líquida y por último sedimentos. Se obtuvo un promedio de 23% de grasa, 56% líquido y 21% lodos, como resultado de la recuperación.

Los análisis físicos-químicos realizados al sebo presentan la siguiente información: índice de saponificación 119,17 mg/g, índice de yodo 70,98 cg/g, índice de acidez 0,12% (ácido oleico), índice de peróxidos 4,92 meqO<sub>2</sub>/kg.

Para la formación del tensoactivo específicamente el detergente líquido industrial se realizaron varias pruebas de laboratorio. De los espectros obtenidos se tiene los siguientes resultados: Intensidad de absorción cm<sup>-1</sup>: Prueba 1 (3350,18), Prueba 2 (3366,14), Prueba 3 (3359,39), Prueba 4 (3340,1), este alcohol no es ideal para la formación de este tipo de tensoactivos.

Los parámetros Físico-químicos del jabón fueron: Humedad 22,41 %, Materia grasa total 34,91 %, Cloruros jabón 15,72 %, Alcalinidad NaOH 6,42 %, Acidez en jabón (ac. Oleico) 0,00 Materia insaponificada e insaponificable en agua 4,77 %, Ph (T: 25 °C) 10,19, Materia insoluble en agua 0,83 %, Materia insoluble en alcohol 1,00 %. Todos los parámetros cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848, para la obtención de detergentes de uso industrial.

## III. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación fue reducir la cantidad de residuos sólidos generados por la industria curtiembre, específicamente en la operación de descarnación y a la vez dar un valor agregado, llegándose a cumplir con la recuperación de una parte de sus residuos generados, como es la grasa proveniente de las carnazas, la cual se utilizó como materia prima para la obtención de jabones.

En las recuperaciones del sebo se logró recuperar un promedio de 25% de grasa de la operación de descarnación, siendo este valor una base para futuros cálculos de diseño del proceso, teniendo en cuenta que un alto porcentaje de grasa se consigue cuando las carnazas son frescas.

Los análisis físicos-químicos del sebo nos indican que tiene las propiedades necesarias para ser utilizado como

materia prima para tensoactivos, sabiendo que mientras más alto sea el índice de yodo más ácidos grasos insaturados contendrá la grasa, un alto índice de saponificación indica una alta pureza de la grasa, un índice elevado de acidez indica la presencia de alta cantidad de ácidos libres, el índice de peróxido proporciona información sobre el grado de oxidación de un aceite, mientras más bajo sea el valor, el grado de oxidación será menor.

Para la formación del tensoactivo específicamente el detergente líquido industrial se realizaron varias pruebas de laboratorio proyectando resultados negativos, ya que la calidad de la grasa afecta a la formación de un alcohol puro, debido a que las carnazas fueron antes tratadas con sulfuros y cal en la operación de pelambre.

De las cuatro pruebas la cantidad de alcohol extraída por cualquiera que sea su dosificación antes mencionada es relativamente pequeña llegándose a obtener una cantidad máxima de 2 ml, la temperatura de la grasa para la obtención de alcoholes fue de 40 - 42 °C; si es menor la grasa se vuelve sólida y no reacciona, si es mayor la grasa tiende a no reaccionar fácilmente por lo que se dificulta la separación del alcohol a través de la centrifuga, pero dentro del rango establecido la grasa reacciona obteniéndose una consistencia pastosa la misma que facilita la separación del alcohol.

Los costos de implementación en el caso de que se pusiera en marcha el proceso serán manejados exclusivamente por cada empresa, pero como un dato tentativo si se pusiera en marcha la planta de producción de jabón industrial costaría unos \$ 450 000, los costos de producción la planta genera ganancias alrededor de \$ 340 000, eso indica que la cantidad de dinero invertida en la planta se logrará recuperar al cabo de dos años aproximadamente, al implementar este proceso se obtiene una ganancias de \$ 1410 diarios y un valor mensual de \$ 7000 para la empresa.

#### IV. CONCLUSIONES

Mediante el estudio de la obtención de un tensoactivo a partir del proceso de recuperación de sebo de las industrias de curtiembre se estableció que el sebo recuperado al estar contaminado no es viable para la obtención de detergente, por lo que el proceso de transformación al alquil sulfato de sodio, necesita de un alcohol propio o puro de buena calidad para que pueda reaccionar con el ácido sulfúrico y posteriormente con el hidróxido de sodio. Con las pruebas de laboratorio realizadas se evidenció que no se puede formar un alquil sulfato de sodio (detergente) debido a que

el sebo recuperado de la operación del descarnado es contaminado con sustancias tóxicas utilizadas en la operación del pelambre, por lo que no puede formar un alcohol puro ya que el alcohol obtenido en el laboratorio presentó de color amarillento que es una mezcla de alcohol y ácidos grasos.

Un factor importante que limita la utilización del sebo bovino es la inocuidad de la materia prima, para el uso y calidad del sebo debe estar libre de sustancias tóxicas. Cabe indicar que se logró reducir la cantidad de residuos sólidos como es el caso de la recuperación de la grasa y a la vez generando ingresos a las empresas a través de la fabricación de jabones.

Durante el estudio de la investigación no se pudo lograr la obtención del detergente debido a que se forma un alcohol graso, por lo que se optó utilizar la grasa en la elaboración de jabones.

#### R eferencias

1. Curtiduría Tungurahua S.A. Curtiduría Tungurahua. [Internet] [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.ctu.com.ec/productos.php?id=7>.
2. Solomons, 2004. Química organica. Segunda. Distrito Federal : Limusa Willey, 2004. pág. 1246.
3. Instituto De Investigación Y Desarrollo De Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA. 2004. Scribd. [Internet] Agosto de 2004. [Citado el: 2 de Junio de 2016.] <https://es.scribd.com/doc/225899658/RESIDUOS-GRASAS-RASTROS-Y-CURTIEMBRES-pdf>.
4. Ramírez Gomez, Jorge Andrés. 2014. [Internet] 2014. [Citado el: 8 de Noviembre de 2016.] <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12026/1/curtiembres%20TRABAJO%20FINAL.pdf>.
5. Erney, Camila. 2010. [Internet] 2010. [Citado el: 6 de Febrero de 2017.] <http://alcoholesquimica.blogspot.com/>.
6. Coba Guayanlema, Ligia Carolina & YANES PILCO, María Leonor. 2016. Estudio y diseño de un proceso para la recuperación del sebo, de la operación de descarnado y obtención de detergentes de uso industrial en la curtiduría Tungurahua S.A. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba: s.n., 2016.
7. Club ensayos. 2015. Obtención de la grasa purificada. [Internet] 4 de Marzo de 2015. [Citado el: 12 de Febrero de 2016.] <https://www.clubensayos.com/Ciencia/OBTENCI%C3%93N-DE-LA-GRASA-PURIFICADA/2367920.html>.
8. Miller, Jr. 1960. Preparación, curtido y arte de trabajar el cuero, Química técnica de tenería. Buenos Aires : Albastros, 1960.
9. Cristina. 2011. Neetesca. [Internet] 20 de Octubre de 2011. [Citado el: 16 de Diciembre de 2016.] <http://neetesca.org/proceso-de-saponificacion/>.
10. Arango, Carlos. 2004. Sirac. [Internet] Febrero de 2004. [Citado el: 13 de Febrero de 2016.] <http://www.sirac.info/curtiembres/html/Archivos/Publicaciones/Manual.pdf>.
11. Carrero, Isabel y Herráez, Angel. Jabones y detergentes. [Internet] [Citado el: 19 de Diciembre de 2016.] <http://biomodel.uah.es/model2/lip/jabondet.htm>.
12. Hoinacki, Eugenio. Peles e couros. Segunda. Porto Alegre : Pallotti, 1989. pág. 98.