



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“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”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORAS: COBA GUAYANLEMA LIGIA CAROLINA**

**YANES PILCO MARIA LEONOR**

**TUTORA: ING. MÓNICA LILIÁN ANDRADE ÁVALOS**

**Riobamba-Ecuador**

**2017**

©2017, Ligia Carolina Coba Guayanlema y María Leonor Yanes Pilco

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

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Investigación: 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, de responsabilidad de las señoritas Ligia Carolina Coba Guayanlema y María Leonor Yanes Pilco, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada a su presentación.

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Mónica Andrade

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DE TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

Ing. Mabel Parada

\_\_\_\_\_

Nosotras, LIGIA CAROLINA COBA GUAYANLEMA Y MARÍA LEONOR YANES PILCO, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

LIGIA CAROLINA COBA GUAYANLEMA

MARÍA LEONOR YANES PILCO

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotras, LIGIA CAROLINA COBA GUAYANLEMA Y MARÍA LEONOR YANES PILCO, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que el resultado del mismo es auténtico y original. Los derechos compartidos pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de Marzo del 2017

Ligia Carolina Coba Guayanlema

CI: 060392043-0

María Leonor Yanes Pilco

CI: 060442093-9

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento y me dio la sabiduría para terminar con éxito la carrera. A mis padres amados Víctor Coba y Mariana Guayanlema, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mi hermana querida Miryam Coba por sus palabras de aliento y su compañía, a mi hermano amado Víctor Raúl Coba aunque no esté físicamente con nosotros, se desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo me salga bien. A María Yanes amiga gracias principalmente por la paciencia, todas las locuras y ocurrencias vividas, te quiero mucho. A mis Familiares, amigos que siempre confiaron en mí, me apoyaron de una u otra manera y sé que la felicidad que tengo en mi corazón la comparten ustedes también, gracias

Carito

A Dios, por permitirme vivir, llenarme de su amor genuino y de su gracia infinita, por ponerme personas maravillosas a mí alrededor que me aman y que son vitales para mi crecimiento. A mis Padres amados: Martha Pilco y Rodrigo Villagrán, por todo el amor, el apoyo incondicional, la confianza que han puesto siempre en mí, y sus oraciones dedicadas siempre para sus hijos, hoy puedo decir papitos míos no los he fallado, lo logré gracias a Dios y a ustedes. A mis Hermanitos queridos Gustavo y Dennys, por estar conmigo animándome y apoyándome en todo tiempo. A mi querida amiga Ligia Coba, amiga de locuras y aventuras, siempre estarás presente en mí corazón. A todos aquellos familiares por todo su apoyo incondicional, por estar siempre conmigo en los buenos y también en los malos momentos, a mis amigos quienes han sido más que mis hermanos que en todo tiempo siempre estuve en sus oraciones, infinitamente agradecida.

Mary

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarnos el soplo de vida y por hacer posible este sueño.

A nuestros padres, por todo su amor, paciencia, bondad y sacrificio para que culmináramos con nuestra carrera, gracias por todo, todo lo que somos es porque ustedes lo hicieron posible.

A la empresa CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. y en calidad de representante de la empresa el Ing. Marco Buestán por darnos la apertura, autorización y por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

De igual manera al Ing. Julio López jefe de producción y a sus obreros por su paciencia y asesoramiento durante la toma de muestras.

A la Ing. Mónica Andrade, Directora del proyecto de titulación y a la Ing. Mabel Parada, Colaboradora, quienes nos han orientado, apoyado y corregido en nuestra labor científica con un interés y una entrega que han sobrepasado nuestras expectativas, que, como estudiantes, depositamos en sus personas.

Al Lic. Fausto Tapia (Don Gato) excelente ser humano, hombre humilde, entregado y siempre está dispuesto a ayudar a los demás, profundamente agradecidas por el asesoramiento y la facilidad de utilizar los laboratorios a su cargo.

A Cristhian Camacho por el asesoramiento durante la ejecución del trabajo de investigación, profundamente agradecidas.

A Juan Pablo Olovacha que en todo tiempo siempre estuvo apoyando, animando para la culminación de esta investigación, gracias también aquellas personas que ayudaron de manera directa e indirecta en la realización de este proyecto.

Mary y Carito

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvi
SIMBOLOGÍA.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
Identificación del Problema .....	1
Justificación de la investigación.....	2
Objetivos de la investigación .....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
1    MARCO TEÓRICO .....	4
1.1    Antecedentes de la Investigación.....	4
1.2    Marco conceptual .....	8
1.2.1    Proceso de producción del cuero .....	8
1.2.1.1    Cuero.....	8
1.2.2    Etapas del proceso productivo .....	8

1.2.2.1	Etapa de ribera .....	8
1.2.2.2	Etapa de Curtido.....	9
1.2.2.3	Etapa de Acabado.....	11
1.2.3	Desperdicios de curtiembres.....	12
1.2.3.1	Carnaza o unche .....	12
1.2.3.2	Lodos.....	13
1.2.3.3	Pelo.....	13
1.2.3.4	Recortes de piel en bruto (Garras) .....	13
1.2.3.5	Sal procedente del proceso de sacudido en seco .....	13
1.2.3.6	Virutas (Aserrín, zurro, o rebajes).....	13
1.2.4	Constituyentes de la grasa. ....	14
1.2.4.1	Ácidos grasos .....	14
1.2.4.2	Grasas.....	15
1.2.4.3	Grasa bovina .....	16
1.2.5	Características físico - químicas de las grasas .....	16
1.2.5.1	Índice de acidez.....	16
1.2.5.2	Índice de peróxido.....	17
1.2.5.3	Índice de saponificación.....	17
1.2.5.4	Índice de yodo .....	17
1.2.5.5	Punto de fusión.....	17
1.2.6	Tensoactivos. ....	17
1.2.6.1	Detergentes sintéticos (sindets).....	18
1.2.6.2	Jabones .....	20
1.2.6.3	Saponificación.....	21
1.2.7	Procedimientos para la extracción de la grasa de residuos de matadero y curtiembres	21
1.2.7.1	Ebullición.....	21
1.2.7.2	Fusión discontinua en húmedo.....	22
1.2.7.3	Fusión discontinua en seco.....	22
1.2.7.4	Fusión continua en seco .....	22

1.2.7.5	Fusión vía seca .....	22
1.2.8	Materiales para la elaboración del jabón .....	23
1.2.8.1	Aceite .....	23
1.2.8.2	Alcohol etílico.....	24
1.2.8.3	Glicerina.....	24
1.2.8.4	Hidróxido de sodio.....	25
1.2.8.5	Sebo vacuno .....	25
1.2.9	Diagrama de elaboración de jabón a nivel de laboratorio.....	25
1.2.10	Elaboración de jabón a nivel de laboratorio. ....	26
1.2.10.1	Lavado.....	26
1.2.10.2	Mezclado .....	26
1.2.10.3	Pesaje .....	27
1.2.10.4	Recuperación de la grasa.....	27
1.2.10.5	Autoclave .....	27

## CAPÍTULO II

2	METODOLOGÍA.....	30
2.1	Hipótesis y especificación de las variables .....	30
2.1.1	Hipótesis General .....	30
2.1.2	Hipótesis Específicas .....	30
2.1.3	Identificación de Variables.....	31
2.1.3.1	Variables Independientes .....	31
2.1.3.2	Variables Dependientes.....	31
2.1.4	Operacionalización de variables.....	32
2.1.5	Matriz de consistencia .....	34
2.2	Tipo y Diseño de Investigación.....	36
2.2.1	Inductivo.....	36
2.2.2	Deductivo.....	36

2.2.3	Experimental.....	36
2.3	Unidad de Análisis.....	37
2.4	Población de Estudio.....	37
2.5	Tamaño de Muestra:.....	38
2.6	Selección de muestra.....	39
2.7	Técnicas de recolección de datos.....	40
2.7.1	Caracterización Físicoquímica y organoléptica de las carnazas.....	41
2.7.1.1	Caracterización físico-química.....	41
2.7.1.2	Caracterización organoléptica.....	43
2.7.2	Caracterización físico-química de la grasa recuperada.....	44
2.7.3	Análisis estadístico.....	44
2.7.3.1	Determinación de la media aritmética.....	44
2.7.4	Proceso de recuperación de grasa (autoclave laboratorio).....	45
2.7.5	Pruebas de laboratorio para la obtención del detergente.....	46
2.7.6	Pruebas de laboratorio para la obtención de jabón.....	50
2.7.6.1	Procedimiento a nivel de laboratorio.....	51
2.7.6.2	Dosificación a nivel industrial.....	51
2.7.7	Proceso de elaboración de jabón a partir de la recuperación de la grasa a nivel industrial.....	52
2.7.7.1	Balance de masa del proceso.....	55
2.7.7.2	Diseño del proceso.....	58

### CAPITULO III

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
3.1.1	Análisis de resultados.....	85
3.1.2	Resultados de la caracterización físico-químico de las carnazas.....	85
3.1.3	Resultados de la caracterización físico-químico del sebo o grasa recuperada.....	86

3.1.4	Resultados de las pruebas realizadas al alcohol a nivel de laboratorio (espectrómetro).....	86
3.1.5	Resultados del proceso industrial del jabón.....	87
3.2	Prueba de Hipótesis.....	88
3.2.1	Hipótesis 1 .....	88
3.2.2	Hipótesis 2 .....	90
3.2.3	Hipótesis 3 .....	91
3.2.4	Hipótesis 4 .....	92
3.2.5	Hipótesis 5 .....	94
3.3	Discusión de resultados.....	95

#### CAPÍTULO IV

4	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	98
4.1	Propuesta para la solución del problema.....	98
4.2	Costos de implementación de la propuesta .....	98

	CONCLUSIONES .....	102
--	--------------------	-----

	RECOMENDACIONES .....	104
--	-----------------------	-----

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabla 1-2:</b> Operacionalización de Variables.	32
<b>Tabla 2-2:</b> Matriz de Consistencia.	34
<b>Tabla 3-2:</b> Tamaño de muestras	39
<b>Tabla 4-2:</b> Tamaño de muestra en la operación	39
<b>Tabla 5-2:</b> Análisis físico-químico de las carnazas.	41
<b>Tabla 6-2:</b> Propiedades físico-químicas de sebo	44
<b>Tabla 7-2:</b> Media aritmética del descarnado.	45
<b>Tabla 8-2:</b> Recuperación de Grasa	45
<b>Tabla 9-2:</b> Porcentaje de Grasa Recuperada	45
<b>Tabla 10-2:</b> Espectroscopia Infrarroja del alcohol.	47
<b>Tabla 11-2:</b> Formulación para un litro de Jabón.	51
<b>Tabla 12-2:</b> Formulación para 6000 litros de Jabón por lote.	52
<b>Tabla 13-2:</b> Determinación de la densidad de la grasa animal.	52
<b>Tabla 14-2:</b> Determinación de la viscosidad de la grasa	53
<b>Tabla 15-2:</b> Determinación de la densidad de la carnaza.	53
<b>Tabla 16-2:</b> Determinación de la densidad de jabón.	53
<b>Tabla 17-2:</b> Densidad y viscosidad del agua.	54
<b>Tabla 18-2:</b> Capacidad calorífica de la carnaza	54
<b>Tabla 19-2:</b> Viscosidad de la grasa más agua.	54
<b>Tabla 20-2:</b> Determinación del número de revoluciones para el rodete del tanque de lavado	54
<b>Tabla 21-2:</b> Determinación del número de revoluciones para el rodete del saponificador.	54
<b>Tabla 22-2:</b> Datos de la entrada al descarnado	55
<b>Tabla 23-2:</b> Datos de la salida del descarnado	55
<b>Tabla 24-2:</b> Datos del residuo total.	56
<b>Tabla 25-2:</b> Datos para la banda transportadora	64
<b>Tabla 26-2:</b> Propiedades mecánicas del Acero	67
<b>Tabla 27-2:</b> Parámetros de diseño de la tapa torisférica	69
<b>Tabla 28-2:</b> Datos para la interpolación.	69
<b>Tabla 1-3:</b> Análisis físico-químico de las carnazas.	85
<b>Tabla 2-3:</b> Propiedades físico-químicas de sebo	86
<b>Tabla 3-3:</b> Resultados de los espectros	86
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados del proceso industrial del jabón.	87
<b>Tabla 5-3:</b> Variables de diseño del autoclave	90

<b>Tabla 6-3:</b>	Variables de diseño del saponificador	93
<b>Tabla 7-3:</b>	Parámetros Físico- químicos del jabón.	94
<b>Tabla 1-4:</b>	Costos reales de los equipos.	99
<b>Tabla 2-4:</b>	Costos de los insumos para elaboración del jabón	100
<b>Tabla 3-4:</b>	Costo de producción diario.	100
<b>Tabla 4-4:</b>	Costos de producción	100

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1-1:</b> Residuos del descarte	12
<b>Figura 2-1:</b> Fórmula general de un ácido graso	14
<b>Figura 3-1:</b> Principales Ácidos Grasos	15
<b>Figura 4-1:</b> Fórmula general de la grasa	16
<b>Figura 5-1:</b> Formación del tensoactivo	19
<b>Figura 6-1:</b> Presencia de puentes de H en alcoholes	20
<b>Figura 7-1:</b> Proceso de saponificación	21
<b>Figura 8-1:</b> Aceite	23
<b>Figura 9-1:</b> Alcohol etílico	24
<b>Figura 10-1:</b> Glicerina	24
<b>Figura 11-1:</b> Sosa cáustica	25
<b>Figura 12-1:</b> Sebo vacuno	25
<b>Figura 13-1:</b> Mezclado	26
<b>Figura 14-1:</b> Pesaje	27
<b>Figura 15-1:</b> Separación de la grasa	27
<b>Figura 16-1:</b> Autoclave	28
<b>Figura 17-1:</b> Tapa torisférica	28
<b>Figura 18-1:</b> Tipo de tapas, usos y descripciones.	29
<b>Figura 1-3:</b> Diseño del autoclave	91
<b>Figura 2-3:</b> Diseño del saponificador	93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Páginas</b>
<b>Gráfico 1-1:</b> Principales provincias productoras de cuero .....	4
<b>Gráfico 2-1:</b> Diagrama de elaboración del jabón .....	26
<b>Gráfico 3-2:</b> Relación entre variables de calidad y cantidad de grasa.....	38
<b>Gráfico 4-2:</b> % Composición de la carnaza muestra 1 .....	41
<b>Gráfico 5-2:</b> % Composición de la carnaza muestra 2 .....	42
<b>Gráfico 6-2:</b> % Composición de la carnaza muestra 3 .....	42
<b>Gráfico 7-2:</b> % Composición de la carnaza muestra 4 .....	43
<b>Gráfico 8-2:</b> Porcentaje de los componentes de las carnazas.....	46
<b>Gráfico 9-2:</b> Espectro IR: 2 ml dietiléter, 0.5gr LiAlH <sub>4</sub> , 10ml grasa, 3ml agua. ....	48
<b>Gráfico 10-2:</b> Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1.0gr LiAlH <sub>4</sub> , 10ml grasa, 3ml agua. ....	48
<b>Gráfico 11-2:</b> Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1.5gr LiAlH <sub>4</sub> , 10ml grasa, 3ml agua. ....	49
<b>Gráfico 12-2:</b> Espectro IR: 3 ml dietiléter, 2.0gr LiAlH <sub>4</sub> , 10ml grasa, 3ml agua. ....	49
<b>Gráfico 1-3:</b> Comparación de Intensidad de absorción de las muestras. ....	86
<b>Gráfico 2-3:</b> Cuadro comparativo de los análisis físico-químicos de las carnazas. ....	89
<b>Gráfico 3-3:</b> Parámetros físico-químicos del sebo (grasa).....	92
<b>Gráfico 4-3:</b> Diagrama del proceso de recuperación del sebo y obtención del jabón. ....	97

## SIMBOLOGÍA

N	Tamaño de muestra
$\delta$	Densidad
L	Litros
Kg	Kilogramos
$\mu$	Viscosidad
Cp	Capacidad calorífica
fs	Factor de seguridad
V	Volumen
h	Altura
dt	Diámetro
Rpm	Revoluciones por minuto
Lb	Longitud del brazo
Er	Espesor del rodete
dr	Diámetro del rodete
x	Distancia fondo del tanque y rodete
Ap	Alto de la paleta
Anp	Ancho de la paleta
$N_{Re}$	Número de Reynolds
$N_p$	Número de potencia
P	Potencia
Gc	Gravedad específica

Q	Capacidad de transporte
B	Ancho de banda
S	Esfuerzo máximo permisible
E	Eficiencia de la junta
C	Coefficiente de corrosión
$P_{ac}$	Peso del acero W= intensificación de esfuerzos
$r_a$	Radio de abombado
$i_{cr}$	Radio interior de transición
K	Conductividad térmica del material
sf	Longitud de ceja recta
$d_e$	Diámetro exterior de la tapa
$T_i$	Temperatura en el interior del autoclave
$R_{acero}$	Resistencia térmica del acero del casco por conducción
$T_{acero-aislante}$	Temperatura interfase del casco y el aislante
$R_{aislante}$	Resistencia térmica del aislante por conducción
$T_{e\text{ aislante}}$	Temperatura en la superficie del aislante
$R_{conveccion}$	Resistencia térmica por convección libre
$T_{\infty}$	Temperatura del medio ambiente
Q	Calor disperso

## **RESUMEN**

La Curtiduría Tungurahua S.A con el fin de disminuir el impacto ambiental, está enfocada en dar tratamiento en los residuos generados en la etapa de descarnado, recuperando las grasas, utilizadas como materia prima para obtener tensoactivos de uso industrial. La investigación se basó específicamente en la recuperación de la grasa en la operación del descarnado mediante la utilización de un autoclave teniendo en cuenta que en el proceso de separación se obtienen tres residuos: grasa, líquido y lodos, siendo el objeto de estudio la grasa sin considerar el resto de residuos. Se realizó las caracterizaciones físico-químicas de las carnazas (grasa, ceniza, humedad y proteína), con la grasa recuperada se realizaron los análisis físico-químicos (índice de saponificación, yodo, acidez y peróxido) Se realizaron ensayos en laboratorio para llegar a obtener el detergente, teniendo en consideración que el proceso para elaborar el detergente inicia con la transformación de la grasa a un alcohol, seguido de la sulfonación y por último la neutralización, pruebas que resultaron negativas debido a que la formación del alcohol a partir de la grasa se presenta de color amarillento combinado con un ácido, motivos por el cual se llegó a la conclusión que la grasa es ideal para obtener jabones, es por eso que los cálculos y el dimensionamiento se realizaron para la elaboración del jabón, El diseño del proceso constó de las siguientes operaciones: pesaje, lavado, recuperación de grasa a través del autoclave, saponificación, secado y almacenamiento. Se recomienda realizar el predescarne en la Curtiduría Tungurahua, teniendo en cuenta que no entra en contacto con sustancias tóxicas, la calidad de la grasa no se vería afectada obteniéndose grasas de alta eficiencia y porcentajes aún mayores de grasa presente.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <QUÍMICA>, <TENSOACTIVO>, <RECUPERACIÓN>, <GRASA>, <CARNAZAS>, <JABÓN>.

## **ABSTRACT**

With the purpose to reduce the environmental impact “Curtiduría Tungurahua S.A” is focused on treating in order the waste generated in the deboning stage by recovering the fats used as raw material to obtain industrial surfactants. The research was based specifically on the collecting of fat in the deboning operation through the use of an autoclave stage; considering that in the process of separation obtain three residues such as: fat, liquid and sludge, taking into account that the fat is the objective of study without considering the remaining waste. It performed physicochemical characterization of the fleshings (fat, ash, moisture and protein), besides with the fat obtained made the physicochemical analysis like: (saponification number, iodine, acidity and peroxide index). On the other hand, it carried out laboratory test to obtain the detergent, taking into consideration that the process for marking the detergent starts with the conversion of the fat to an alcohol followed by the sulfonation and finally the neutralization. The tests results were negative, due to the formation of the alcohol from the fat takes a yellowish tint, combined with an acid that is why established the conclusion that the fat is ideal to make soap, thus demonstrating the calculations and sizing performed to make it. The process design consisted in the following operations: weighing, washing, fat recovery through the autoclave process, saponification, drying and storage. It recommends performing the pre-deboning stage in “Curtiduría Tungurahua S.A”, taking into account that it does not have to do with toxic substances, so that the quality of the fat could not be affected, and then would obtain high efficiency fats and higher percentages of fat.

**KEYWORDS:** TECHNOLOGY AND SCIENCIES OF ENGINEERING, CHEMISTRY, SURFACTANTS, COLLECTING, FAT, FLESHINGS, SOAP

# INTRODUCCIÓN

## Identificación del Problema

Curtiduría Tungurahua, está ubicada en el Parque Industrial, III etapa, calle 8 y F s/n, cantón Ambato, provincia Tungurahua. La principal actividad que se realiza en la Empresa es la producción de cuero, por ser un material fácil de trabajar, permite elaborar una gran variedad de artículos y prendas de vestir, para damas, caballeros y niños. Gracias a la experiencia y tecnificado proceso de transformación de la piel bovina que se realiza a diario en la Curtiduría Tungurahua, se obtiene un producto terminado apto para confección de calzado, carteras, bolsos, y muchos otros productos, todo esto de acuerdo a las exigencias y requerimientos del mercado actual, distribuyendo el producto a la gran mayoría de zonas del país y el mundo tales como Italia, España, Marruecos, Colombia, Perú, Francia, Portugal, Guatemala, El Salvador, Hong Kong, India, Estados Unidos, Rusia y la China. (Curtiduría Tungurahua S.A.)

El proceso industrial para la obtención del cuero consta de tres etapas:

- **Etapa de ribera:** Se caracterizan por el empleo de grandes cantidades de agua, de lo cual derivan su nombre. En esta fase se eliminan grasas, carne, pelo y demás suciedades, que se adquiere la piel en el momento del sacrificio de las reses.
- **Etapa de curtido:** En esta etapa la piel se transforma en un material resistente a la descomposición física o biológica, también se imprimen en el cuero sus características finales en cuanto a la llenura, tacto, color y suavidad.
- **Etapa de acabados:** Son operaciones esencialmente de superficie, en las que en algunos casos se busca mejorar la apariencia y en otros se selecciona de acuerdo a la resistencia.

(Rojas, 2010 págs. 30, 32, 34)

Durante las etapas del proceso industrial del cuero existe la presencia de residuos tanto líquidos como sólidos, Curtiduría Tungurahua cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales

pero no posee un procedimiento para la recuperación de subproductos como es el caso del sebo, ya que durante el proceso de descarnado de las pieles, se producen las dichas carnazas que son pedazos de piel con grasas adheridas a las mismas. Estos pedazos se juntan con otros subproductos de las distintas etapas y son eliminadas como residuos sólidos que normalmente son depositados en rellenos sanitarios, es por esta razón que se realizó un estudio y diseño de un proceso para la recuperación del sebo de la operación del descarnado y la obtención de detergentes de uso industrial para la Curtiduría Tungurahua S.A, la misma que ayudará a la reducción del impacto ambiental que estos residuos generan, contribuyendo de esta manera a una producción más limpia y a la vez generar ingresos económicos hacia la Empresa.

### **Justificación de la investigación**

La Curtiduría Tungurahua S.A con el fin de disminuir el impacto ambiental a través de la producción más limpia, está enfocado en aprovechar las grasas generadas que se da en la operación del descarnado, operación mecánica o manual, donde se retira de la piel la endodermis, formada por tejido proteico y grasa. Este residuo se caracteriza por poseer gran cantidad de humedad, grasa y proteína de origen animal, lo que abre paso a la posibilidad de desarrollar procesos que permitan su extracción y aprovechamiento, transformando de esta manera el residuo del descarnado indeseable a un subproducto tal sea como detergentes o jabones de uso industrial, con el propósito de incrementar la rentabilidad en la Empresa y de esta manera reducir la contaminación ambiental.

Con el presente proyecto se busca realizar un estudio conforme con las necesidades que requiera la Empresa, para ello se realizarán diferentes análisis que permitirán conocer las características que posee este residuo, diseñando un proceso adecuado para recuperar el sebo y a la vez obtener detergentes de uso industrial a partir del mismo.

Por estos motivos fue necesario el “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” con el fin de cumplir con las expectativas esperadas por la Empresa y reducir el impacto ambiental.

## **Objetivos de la investigación**

### ***Objetivo General***

- Estudiar y diseñar 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.

### ***Objetivos Específicos***

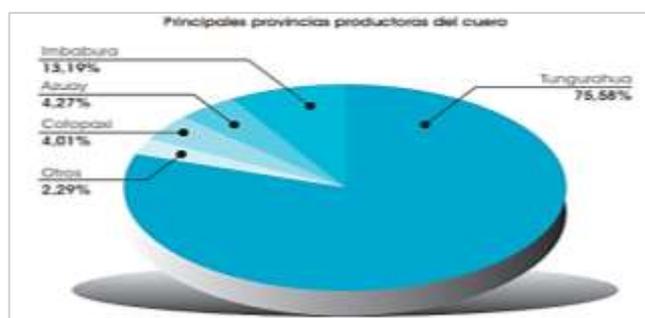
- Realizar la caracterización físico-química y organoléptica de los residuos de la operación de descarnado de la Curtiduría Tungurahua.
- Identificar las variables de diseño para desarrollar los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso de la recuperación del sebo.
- Caracterizar el sebo recuperado en la operación del descarnado para obtener la composición de la misma para utilizar como materia prima del detergente industrial.
- Identificar las variables de diseño para desarrollar los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso de obtención de detergentes de uso industrial.
- Validar el proceso para la obtención de detergentes de uso industrial, a partir del sebo recuperado de la operación de descarnado bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.

## CAPITULO I

### 1 MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Antecedentes de la Investigación

El inicio de las actividades con las pieles en el Ecuador, se da a principios de la época precolombina; los aborígenes lo usaban para cubrir su cuerpo y protegerlo, también lo utilizaban como escudo para su defensa en las guerras. Con la llegada de los españoles se da inicio a la industria manufacturera con la confección de calzado, ropa, monturas, pastas para libros, etc. Durante la época colonial, en el Ecuador, la ciudad de Ambato ubicada en la provincia de Tungurahua se caracteriza como la principal ciudad en el curtido y producción artesanal de productos con cuero. Actualmente se procesan alrededor de 350 mil cueros y pieles al año. La mayor parte de la demanda se orienta al mercado interno de calzado, marroquinería, confecciones, y gran parte de la producción de cuero y pieles se exporta. La región con mayor acogida en la producción de cuero está ubicada en la Sierra Ecuatoriana, en las siguientes provincias: Tungurahua, Imbabura, Azuay y Cotopaxi. Como se puede observar en el gráfico 1-2 la provincia con mayor producción de cuero con un 75.58% es Tungurahua donde se demuestra el esfuerzo constante de los artesanos y las industrias, impulsando el crecimiento del cuero a nivel mundial. (Salinas Vásquez, 2014 pp. 21, 23)



**Gráfico 1-1: Principales provincias productoras de cuero**

Fuente: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3849>

Las curtiembres se encuentran en pleno crecimiento en nuestro país, la Curtiduría Tungurahua S.A. se dedica y viene trabajando en la elaboración de cueros de distintas clases y calidades de acuerdo a los requerimientos de sus clientes, para lo cual hace uso de pieles de ganado vacuno provenientes de distintos países como Brasil, Colombia, Bolivia y por supuesto también del mercado local.

La Curtiduría Tungurahua, tiene la infraestructura más grande del país para poder ofertar más de 24.000 pieles mensuales. (Curtiduría Tungurahua S.A.)

Curtiduría Tungurahua se constituye como tal; el 12 de diciembre de 1983 en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Huachi Loreto, barrio Amazonas, Av. Bolivariana s/n y Seymour; con el nombre de Ricardo Callejas Vásconez e Hijos Curtiduría Tungurahua S.A.; mismo que el 30 de agosto del 2007 cambia su razón social a Curtiduría Tungurahua S.A. Hoy en día esta empresa posee la infraestructura de mejor tecnología, el equipo humano más competente y toda la energía positiva que le permite participar en mercados muy competitivos como, Portugal, España, Hong Kong, China, Guatemala, Rusia, y otros donde el producto ecuatoriano tiene presencia por calidad, y buen servicio. Curtiduría Tungurahua se caracteriza por su responsabilidad en el manejo de los recursos de agua y residuos generados en la transformación de las pieles a cueros, Además de tener como política de trabajo la siembra de árboles a través de Ecotungurahua. (Curtiduria Tungurahua)

En la operación de descarte de pieles en las curtiembres, se producen las denominadas carnazas que son pedazos de piel con grasa adheridas a las mismas. Estos pedazos se juntan con otros y son eliminados por las curtiembres como residuos sólidos que normalmente son depositados en rellenos sanitarios. Estos materiales generan contaminación ambiental, aumentando el contenido de grasa y el DBO<sub>5</sub> 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.

A fin de obtener grasas puras y a partir de ellas, los ácidos grasos mencionados tanto en las curtiembres, como en los mataderos, pueden recuperar estas carnazas y otros residuos que contengan grasa evitando la contaminación, para procesarlas por su cuenta, o suministrarla a otra industria para que se encargue de su procesamiento. (Club ensayos, 2015 p. 1)

En Bogotá Colombia se ha realizado un estudio económico-financiero para el aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte “Unche”. (Rojas, 2010)

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 que en curtiembres. (Instituto De Investigación Y Desarrollo De Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

De igual manera en las curtiembres de San Benito (Colombia) se ha elaborado la gestión de residuos generados por esta índole. (Ramirez Gomez, 2014)

A continuación se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla 1-1: Aprovechamiento de residuos generados por curtiembres**

<b>Nombre del Estudio</b>	<b>Tipo</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>
Estudio económico-financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte “Unche” derivado del proceso de curtición en el municipio de Villapinzón – Cundinamarca	Tesis de grado para la obtención al título de Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Desarrollo Empresarial Agropecuario	Z. FRANKLIN VICENTE ROJAS AMAYA	Mayo 2010
Aprovechamiento de residuos grasos de matadero y curtiembres	Proyecto de Investigación	INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS – ING. QUÍMICA - UMSA	2004
Evaluación de la gestión integral de residuos sólidos en las curtiembres de San Benito	Proyecto	RAMIREZ GÓMEZ JORGE ANDRES	2014

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María. 2016

En la tesis de grado para la obtención de Magister en Ciencias Agrarias realizado por el autor Vicente Rojas se sustrajo información acerca de la reutilización de residuos sólidos tanto de mataderos como de curtiembres, también los diferentes procedimientos para la extracción de la grasa de residuos del descarnado en caso de curtiembres.

Del proyecto de Evaluación de la gestión integral de residuos sólidos en las curtiembres de San Benito, se extrajo ciertas etapas del proceso de producción del cuero y la información de generación de residuos de las operaciones de las curtiembres.

## **1.2 Marco conceptual**

### ***1.2.1 Proceso de producción del cuero***

A continuación se hace una breve descripción del proceso de curtido de cueros, se describe la curtición como el proceso mediante el cual se convierte en cuero las pieles de los animales, tales como bovinos, ovinos, porcinos, caprinos y reptiles.

#### ***1.2.1.1 Cuero***

Es una capa de tejido que recubre al animal, gracias a su flexibilidad y resistencia, es posible manipularlo y trabajarlo de distintas maneras, transformándolo en un material con diversos usos industriales. (Pérez Porto, y otros, 2011)

### ***1.2.2 Etapas del proceso productivo***

Las principales etapas o procesos involucrados en el proceso de curtición son:

#### ***1.2.2.1 Etapa de ribera***

Las operaciones de la etapa de ribera son: Remojo, pelambre, descarnado, dividido

- Descarnado

La operación de descarnado involucra la remoción de los tejidos adiposos, subcutáneos, musculares y el sebo adherido a la cara interna de la piel, para permitir una penetración más fácil de los productos curtientes.

Esta operación puede llevarse a cabo con máquinas o manualmente en curtiembres de menor tamaño. Algunas curtiembres utilizan un pre - descarnado con pelo antes del encalado, tratando de reducir el consumo de los químicos auxiliares (cal y sulfuro de sodio) y agua y recuperar las grasas naturales de las carnazas la cual presenta obtener todas la ventajas mencionadas en el descarnado en verde. (Arango, 2004 p. 15)

Las carnazas, están constituidas por grasas, tendones, carne, etc., el descarnado se efectúa en una máquina denominada descarnadora hidráulica – neumática.

- Dividido

Operación de tipo mecánica que consiste en separar en dos capas (Flor y carnaza), la piel mediante una cuchilla sinfín. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006 p. 27)

- Pelambre

Se sumerge la piel en una solución de sulfuro de sodio y cal, para eliminar el pelo y destruir la epidermis, destruir proteínas no estructurales así como nervios, vasos sanguíneos, músculos, etc. (Ramirez Gomez, 2014 p. 6)

- Remojo

Operación de hidratación y limpieza de la piel, para eliminar vestigios de estiércol, sangre, productos empleados en la conservación, la operación se realiza en tambores rotativos o bombos de madera y puede durar entre 6 y 24 horas. (Ramirez Gomez, 2014 p. 6)

#### *1.2.2.2 Etapa de Curtido*

Las operaciones de la etapa del curtido son: Desencalado, purga, piquelado, curtido, escurrido, rebajado, teñido, engrasado.

- Curtido

El curtido al cromo, es la reacción de la piel con las sales de cromo III, las cuales dan alta estabilidad a la estructura fibrosa. En este estado, en cueros muy resistente al ataque bacteriano y a las temperaturas. La finalidad de la curtición es estabilizar la proteína frente a la descomposición bacteriana y a los agentes externos, mediante la reacción de productos poli funcionales. (Ingrao, y otros, 1996 p. 48)

- Desencalado

Operación para eliminar la cal y productos alcalinos del interior del cuero, utilizando ácidos orgánicos e inorgánicos, sales de amonio, dióxido de carbono y bisulfito de sodio, por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura y efecto mecánico. (Miller, 1960 p. 25)

- Engrasado.

Se realiza con el fin de evitar el rompimiento del cuero al doblarlo, volviéndolo suave, fuerte, flexible y resistente. El engrase se realiza utilizando aceites, oxidados y derivados de las grasas. A partir de este momento el cuero se denomina cuero en crust. (Rojas, 2010 p. 34)

- Ecurrido

Consiste en una operación mecánica de exprimido, donde se realiza un prensado del cuero (llamado escurrido), para eliminar el exceso de agua, estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme del mismo. (Ingrao, y otros, 1996 p. 49)

- Piquelado

Operación que evita el hinchamiento de las pieles y así se puedan impregnar las sales de cromo entre las células de la piel. (Escobar Ruiz, 2016 p. 6)

- Purga

Consiste en tratar las pieles con enzimas proteolíticas, provenientes de diferentes fuentes, destinado a la limpieza de la estructura fibrosa. La operación de purga elimina los materiales queratinosos degradados. (Hoinacki, 1989 p. 98)

- Rebajado

En esta operación los cueros se rebajan en máquinas provistas de cuchillas a gran velocidad. Este procedimiento le da al cuero un espesor uniforme y lo deja en la medida de espesor deseada. (Miller, 1960 p. 28)

- Teñido

El objetivo es proporcionar al cuero un color determinado, ya sea en la superficie o en todo el espesor del mismo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006 p. 35)

### *1.2.2.3 Etapa de Acabado*

Las operaciones de la etapa del acabado son: secado y ablandado.

- Ablandado

Como en el secado, el cuero pierde propiedades de flexibilidad, se requiere someterlo a un proceso de ablandamiento. Esto se consigue mediante la utilización de una máquina que produce vibración constante, la cual incide sobre el cuero o mediante la utilización de un bombo en seco. (Rojas, 2010 p. 34)

- Secado

Es el proceso mediante el cual se extrae la humedad del cuero. El procedimiento más simple consiste en colgar los cueros en barras sin aplicarles tensión. El secado puede ser con ventilación

natural, con aire caliente o secado al vacío, también se puede realizar por secado por templado en marcos (togging). Después del secado el cuero tendrá un humedad del 16 al 22%. (Rojas, 2010 p. 34)

### **1.2.3 Desperdicios de curtiembres**

La tendencia en las últimas décadas es la de optimizar el proceso productivo de las curtiembres tanto en el ambiente tecnológico como en la oferta ambiental. En este aspecto se ha hecho especial énfasis en el aprovechamiento y utilización de residuos, como es el caso de la recuperación del cromo durante el proceso de curtición, control de sulfuros en la etapa de ribera, remoción de cloruros y sulfatos, e implantación de plantas de tratamiento de aguas residuales. Además algunos residuos sólidos pueden ser comercializados, mientras que otros requieren de una adecuada disposición final. Es así como en las curtiembres se generan paralelamente al producto principal, una serie de residuos sólidos, los cuales se describen a continuación: (Rojas, 2010 p. 35)

#### **1.2.3.1 Carnaza o unche**

Es el residuo que procede de la operación del descarne, la cual consiste en raspar de la piel los tejidos subcutáneos, formados por tejido adiposo, restos de tejido conjuntivo y muscular, ligamentos cutáneos, vasos sanguíneos y linfáticos que han quedado adheridos al desollar al animal.



**Figura 1-1: Residuos del descarne**

**Fuente.** Curtiduría Tungurahua

En las curtiembres una de las actividades del precurtido es la operación de descarne, en la cual se retira el tejido adiposo subcutáneo, por métodos manuales o mecánicos mediante la utilización de una máquina de descarne.

El unche representa entre un 20 a un 35 % del peso inicial de la piel. La calidad de este residuo, es superior cuando el descarne se realiza antes del pelambre (pre-descarne), de esta manera se obtiene un producto sin contaminación de elementos químicos como la cal o el sulfuro, lo que posibilita aumentar el valor de venta debido a los usos que se le puede dar a la grasa que se extrae de este, la cual se puede destinarse a la industria cosmética o a la alimenticia animal. (Rojas, 2010 p. 35)

#### *1.2.3.2 Lodos*

Son los residuos que se obtienen de las plantas depuradoras de los efluentes de las curtiembres. (Rojas, 2010 p. 37)

#### *1.2.3.3 Pelo*

Originado en la etapa de pelambre, el cual se caracteriza por ser una estructura eminentemente proteica, de escaso contenido de grasa. (Rojas, 2010 p. 36)

#### *1.2.3.4 Recortes de piel en bruto (Garras)*

Al llegar las pieles a las curtiembres, se les recorta los trozos que impiden el normal proceso de curtición, como son los desgarres de piel cerca al cuello, a la cola y a las extremidades. (Rojas, 2010 p. 35)

#### *1.2.3.5 Sal procedente del proceso de sacudido en seco*

Se realiza a las pieles saladas, cuando estas llegan a las curtiembres para iniciar su proceso de transformación. (Rojas, 2010 p. 36)

#### *1.2.3.6 Virutas (Aserrín, zurro, o rebajes)*

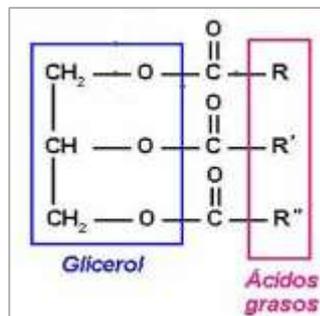
Los cueros son rebajados, realizados por una máquina diseñada para tal fin (rebajadora) el objetivo es obtener un grosor uniforme en toda la superficie, razón por la cual da lugar a las virutas de cuero. (Rojas, 2010 p. 37)

## 1.2.4 Constituyentes de la grasa.

### 1.2.4.1 Ácidos grasos

Solo una parte muy pequeña de la fracción total del lípido está constituida por ácidos carboxílicos de cadena larga. La mayoría de los ácidos carboxílicos de origen biológico se encuentran con ésteres de glicerol, es decir, como triacilgliceroles.

Los triacilgliceroles son grasas y aceites de origen animal o vegetal; incluyen sustancias tan comunes como los aceites de cacahuate soya, maíz y girasol; la mantequilla, la manteca de cerdo y el sebo. (Solomons, 2004 p. 1246)



**Figura 2-1: Fórmula general de un ácido graso**

**Fuente:** <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/quimicaII/images/L%C3%ADpidos>

Los ácidos grasos son ácidos mono carboxílicos de cadena larga, por lo general con un número par de átomos de carbono. Pueden ser saturados o tener dobles enlaces y deben su nombre a que se pueden obtener de ellas por hidrólisis (reacción con agua).

Nombre trivial	Átomos de carbono	Estructura	Punto de fusión (°C)
<i>Ácidos grasos saturados</i>			
Ácido láurico	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44,2
Mirístico	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54,0
Palmitico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63,0
Esteárico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69,6
Araquídico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76,5
Lignocérico	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	86,0
<i>Ácidos grasos insaturados</i>			
Palmitoleico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 0,5
Oleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	13,4
Linoleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 3
Linolénico	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 11
Araquidónico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-49,5

**Figura 3-1: Principales Ácidos Grasos**

**Fuente:** [http://biologiaygeologia.org/unidadbio/bio2/u1/lipidos/u3\\_lipidos/tablaacidosgraso.jpg](http://biologiaygeologia.org/unidadbio/bio2/u1/lipidos/u3_lipidos/tablaacidosgraso.jpg)

Las grasas y aceites son ésteres que resultan de la unión de los ácidos grasos con la glicerina. Las grasas pueden existir en el estado sólido o líquido, otorgándoles el nombre de sebos si son sólidas, aceites si son líquidas y mantecas si se presentan en estado intermedio de consistencia pastosa. Tales variaciones dependen de los ácidos grasos constituyentes. Si predominan los ácidos saturados, como el palmítico o el esteárico, serán generalmente sólidas o pastosas, mientras que, por lo contrario, si tienen gran proporción de ácidos no saturados, como el oleico o el linoleico, se presentarán al estado líquido.

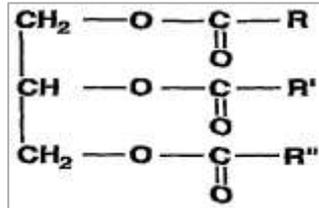
La solidificación de las grasas líquidas se pueden conseguir mediante la hidrogenación (adición de hidrógeno) de los ácidos o saturados. Este procedimiento se emplea por ejemplo en la elaboración de margarina. (Romero, y otros, 1980 pp. 110-111)

#### 1.2.4.2 Grasas

Las grasas, glicéridos o lípidos son compuestos de origen biológico que se disuelven en disolventes no polares como el cloroformo o el dietiléter, desde un punto de vista químicos son ésteres de glicerina.

Para la formación de una grasa se requiere:

- 1.- Una molécula de glicerina (propanotriol)
- 2.- Tres moléculas de ácidos carboxílicos superiores, estos es del C12 al C18., similares tres moléculas son de ácidos idénticos se obtiene una grasa simple, pero de ser diferentes se obtiene un grasa mixta. (Armendaris, 1981 p. 200)



**Figura 4-1: Fórmula general de la grasa**

Fuente: <https://www.google.com/patents/WO2008113866A1?cl=en>

#### 1.2.4.3 Grasa bovina

En los vacunos el principal acumulo de grasa se localizan en el tejido subcutáneo, los riñones, la barriga y el relleno intermuscular. Por lo general, la grasa subcutánea es más blanda (más insaturada) que la grasa presente al interior del animal (barrigada y riñonada), mientras que la intermuscular ocupa un lugar intermedio. La proporción de grasa en los bovinos ha disminuido en los últimos años debido a las exigencias del mercado, por lo que se estima que del peso vivo de una res, del 2 al 5% es grasa, dependiendo de su estado de gordura. (Rojas, 2010 p. 42)

#### 1.2.5 Características físico - químicas de las grasas

Las características físicas y químicas, que poseen las grasas para ser utilizados en cualquier proceso deben cumplir con los siguientes parámetros en el laboratorio. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

##### 1.2.5.1 Índice de acidez

Procedimiento similar al de saponificación, pero la operación se practica en frío de manera tal que el álcali (reactivo) solo reacciona con los ácidos libres. Un índice elevado indica la presencia de una cantidad alta de ácidos libres. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

#### *1.2.5.2 Índice de peróxido*

Son los miliequivalentes de oxígeno activo presente en un kilogramo de grasa. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

#### *1.2.5.3 Índice de saponificación*

Este parámetro determina la cantidad de hidróxido de potasio necesario para producir jabón. Técnicamente se define como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) que se necesita para saponificar completamente un gramo de grasa. Un índice elevado indica una alta pureza de la grasa. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

#### *1.2.5.4 Índice de yodo*

Ya que algunas grasas son insaturadas y se rancian (oxidan) fácilmente, es necesario determinar este parámetro, el cual es la cantidad de miligramos de yodo que se puede combinar con un gramo de grasa, el mismo que nos revela el grado de insaturación de la grasa (proporción de dobles enlaces). Cuanto mayor sea el índice, más ácidos grasos insaturados contendrá la grasa. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

#### *1.2.5.5 Punto de fusión*

Es la temperatura a la cual la grasa se vuelve líquida.

### **1.2.6 Tensoactivos.**

Los tensoactivos son moléculas orgánicas que modifican las fuerzas de superficie o atracción existentes entre las moléculas de una sustancia líquida, en la superficie de contacto, con un sólido, es decir, disminuyen la tensión superficial.

Son componentes que ayudan a disolver o emulsionar sustancias insolubles en agua; aceites, grasas, suciedad. Su función principal es desprender la suciedad facilitando la limpieza. Los tensoactivos tienen dos partes:

- **Una parte polar:** con cierta carga eléctrica que es soluble en agua (hidrófila) y que provoca la dispersión o la solubilización.
- **Una parte apolar:** sin carga eléctrica que no se disuelve en agua (hidrófoba). Puede llegar a ser soluble gracias a los grupos hidrófilos.

### **Propiedades de los tensoactivos**

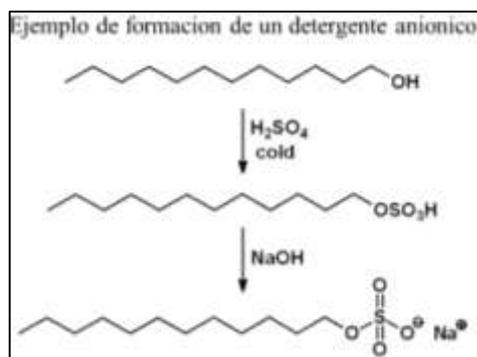
- **Poder humectante:** la parte apolar permite reducir la tensión superficial del agua. Esta propiedad permite favorecer su humedecimiento, aumentando la capacidad de disolución de la suciedad (la suciedad por si sola es poco soluble en agua).
- **Poder emulsionante:** la parte polar permite disgregar la suciedad en fragmentos de una emulsión.
- **Poder de dispersión:** propiedad que permite a las micelas mantenerse en suspensión en el agua e impedir que vuelvan a depositarse en la superficie.
- **Poder espumante:** la espuma es útil ya que permite un mejor contacto del limpiador con la superficie a limpiar.
- **Poder de aclarado:** es la facilidad con que podemos eliminar el producto cargado de impurezas mediante el enjuague con agua limpia. (Kenbi)

#### *1.2.6.1 Detergentes sintéticos (sindets)*

Los detergentes actúan como agente limpiador, son los llamados agentes tensoactivos (detergentes sintéticos), los detergentes se pueden dividir en tres grupos: los aniónicos, los catiónicos y los no iónicos. En los primeros, la parte de la molécula cargada negativamente es la detergente. El jabón, por ejemplo, es un detergente aniónico, como son los ésteres sulfúricos y los ácidos alquil aromáticos sulfónicos. En los catiónicos la parte detergente es la que se lleva la parte positiva, como las sales de amina, los compuestos de amonio cuaternario y otras bases

nitrogenadas. Los no iónicos son los más modernos, como los obtenidos esterificando parcialmente los productos de condensación de la glicerina.

Los materiales iniciales de muchos detergentes son los alcoholes  $C_{12}$  a  $C_{18}$  saturados de cadena larga, como los que se tienen a partir de la reducción de grasas y aceites, se muestra la preparación de un detergente típico a partir de un alcohol. (G.Devore, 1983 p. 601)



**Figura 5-1: Formación del tensoactivo**

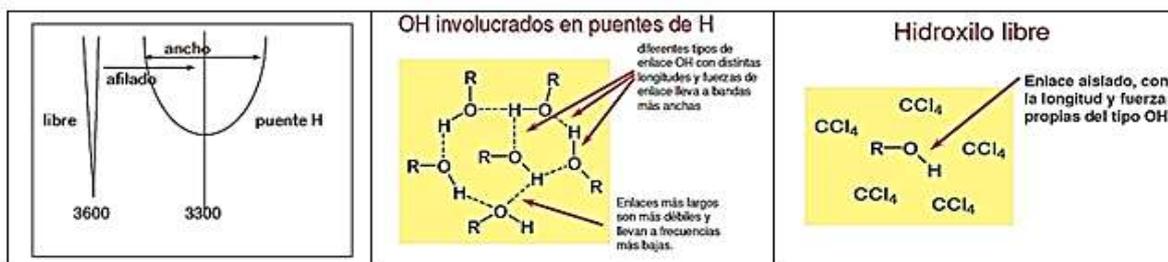
Fuente: [http://slideplayer.com/slide/2675350//](http://slideplayer.com/slide/2675350/)

- **Espectroscopia IR de alcoholes**

Todos los compuestos moleculares pueden manifestar una serie de bandas de absorción (eficacia en espectroscopia). Cada banda corresponde un movimiento de vibración de un enlace en concreto dentro de la molécula: el conjunto constituye la huella dactilar del compuesto. La eficacia de la espectroscopia de infrarrojo se basa en que cada compuesto tiene un comportamiento único frente a un haz de infrarrojo. (Fond pp. 2, 10, 11)

### **Región de tensión O-H**

- O-H 3600 cm<sup>-1</sup> (alcohol, libre)
- O-H 3300 cm<sup>-1</sup> (alcohol y ácido, puente de H)



**Figura 6-1: Presencia de puentes de H en alcoholes**

Fuente: [http://www.ancap.com.uy/docs\\_concursos/%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/INFRARROJO1.PDF](http://www.ancap.com.uy/docs_concursos/%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/INFRARROJO1.PDF)

Para que el alcohol pueda reaccionar con el ácido sulfúrico debe presentar las siguientes características:

- Intensidad de absorción de 3500 a 3600  $\text{cm}^{-1}$ .
- Debe presentar un hidroxilo libre el mismo que ostenta un enlace aislado, con la longitud y fuerza propia del tipo OH.
- El grupo OH característico de los alcoholes, se pueden presentar puentes de hidrógeno, que hace que los primeros alcoholes sean solubles en el agua, mientras que a mayor cantidad de hidrógeno, dicha característica va desapareciendo debido a que el grupo hidroxilo va perdiendo significancia y a partir del hexanol la sustancia se torna aceitosa.
- En los alcoholes el punto de ebullición aumenta con la cantidad de átomos de carbono y disminuye con el aumento de las ramificaciones. Todo esto se presenta porque el grupo OH al tener puentes de hidrogeno, son más difíciles de romper. (Erney, 2010)

#### 1.2.6.2 Jabones

Los jabones son sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos, solubles en agua. Se fabrican a partir de grasas o aceites (que son mezclas de triacilglicérolas) o de sus ácidos grasos, mediante tratamiento con un álcali o base fuerte (hidróxido sódico, que dará jabones “duros”, o hidróxido potásico, que dará jabones “blandos” más adecuados para jabones líquidos y cremas de afeitarse). Por sus características, los jabones son surfactantes aniónicos. (Carrero, y otros)

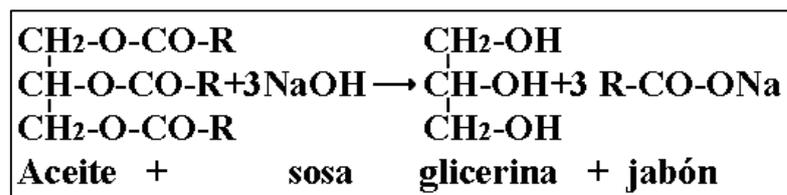
Como materia primas se usan: grasas duras poco espumantes (aceite de palma, sebos de animales), grasas duras muy espumantes (aceite de coco), aceites blandos (oliva, cacahuete, semilla de

algodón), resinas, ácidos grasos sintéticos y ácidos nafténicos (procedentes del petróleo), álcalis cáusticos (hidróxido de sodio o de potasio), aditivos inorgánicos y aditivos.

El jabón en todas sus variedades, tienen amplias utilidades en: productos para lavado, limpieza, tratamiento de fibras textiles, etc. (2017)

### 1.2.6.3 Saponificación

La saponificación es una reacción química entre un ácido graso (o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos) y una base o alcalino, en la que se obtiene como principal producto la sal de dicho ácido y de dicha base. Estos compuestos tienen la particularidad de ser anfipáticos, es decir tienen una parte polar y otra apolar con lo cual pueden interactuar con sustancias de propiedades heterogéneas. Por ejemplo, los jabones son sales de ácidos grasos y metales alcalinos que se obtienen mediante este proceso. (Cristina, 2011)



**Figura 7-1: Proceso de saponificación**

Fuente: <http://neetesuela.org/proceso-de-saponificacion/>

## 1.2.7 Procedimientos para la extracción de la grasa de residuos de matadero y curtiembres

### 1.2.7.1 Ebullición

Es el método más antiguo, el cual consiste en hervir los residuos grasos en agua, de esta manera se funde la grasa y debido a su menor densidad se puede separar fácilmente del agua. Con este procedimiento se obtiene grasa de buena calidad pero con poco rendimiento y económicamente poco rentable. (Rojas, 2010 p. 113)

#### *1.2.7.2 Fusión discontinua en húmedo*

Los residuos grasos se colocan en un tanque cilíndrico laminado de acero y de disposición vertical, el cual se cierra herméticamente, para dejar entrar vapor a alta presión hasta alcanzar una temperatura de 140 a 150 °C, por un tiempo de 4 a 6 horas. Luego se desciende lentamente la presión para evitar que se forme emulsión entre la grasa y el agua.

La calidad de la grasa obtenida se ve afectada en el olor, el color y su contenido de ácidos grasos libres. Experiencias españolas demuestran que la calidad de la grasa mejora sustancialmente si se recortan y lavan los residuos. (Rojas, 2010 p. 113)

#### *1.2.7.3 Fusión discontinua en seco*

Este procedimiento se realiza en una caldera de doble pared, con agitación, en la cual se introducen los residuos grasos y se cierra herméticamente, luego se suministra calor a base de vapor de agua, el cual fluye entre las dos paredes de la caldera sin entrar en contacto con los residuos, de esta manera la humedad del material introducido se va evaporando lentamente a través de un codo situado lateralmente. Al reducirse la humedad, la temperatura sube rápidamente y el proceso termina. El inconveniente de este proceso es que los productos obtenidos son de baja calidad en cuanto a color, olor, contenido de ácidos grasos libres, etc. Aunque la calidad es susceptible de mejorarse realizando el proceso al vacío y a temperaturas inferiores a los 100 °C, pero en este caso la duración del proceso sería muy larga afectando los costos de producción. Terminado el proceso de extracción, las grasas se purifican utilizando un filtro prensa o una centrifuga a temperaturas mayores a los 70 °C, para la separación de las impurezas (partículas insolubles) que pudieren haber llegado con los residuos grasos. (Rojas, 2010 p. 113)

#### *1.2.7.4 Fusión continua en seco*

Este sistema se diferencia del anterior, en que existe un flujo de residuos constante (hay entrada y salida de material continuamente) y la presión a la que se realiza es la atmosférica. La materia prima picada entra por un extremo del tanque y sale por el otro extremo, donde se prensa para separar la grasa de residuos sólidos. (Rojas, 2010 p. 113)

#### *1.2.7.5 Fusión vía seca*

Consiste en introducir el residuo cárnico en un digestor a una temperatura entre 110 a 130°C, por un tiempo de 4 horas, con agitación constante con el fin realizar la evaporación del agua contenida en este residuo (el calentamiento se realiza por contacto indirecto). Una vez obtenida la harina esta se llevan a una prensa para extraer la grasa, la cual se deposita en tanques de decantación o en una centrifuga para separar las impurezas. La calidad del producto se puede incrementar si se realiza el proceso en condiciones de presión reducida ya que el vacío facilita la eliminación de agua y protege la grasa contra la oxidación.

Es difícil encontrar un proceso por medio del cual se obtenga grasas de buena calidad con altos rendimientos y económicamente factible, por lo que algunas empresas sacrifican la calidad a favor de los rendimientos. (Rojas, 2010 p. 114)

### ***1.2.8 Materiales para la elaboración del jabón***

#### ***1.2.8.1 Aceite***

Se entiende por aceite a todas aquellas sustancias que son estructuralmente grasas y que se obtienen a través del prensado de determinada materia prima.

Los aceites pueden usarse en diferentes situaciones o para diferentes actividades, aunque en la mayoría de los casos su función (debido a su composición) tiene que ver con la lubricación y la humectación grasa en un espacio o en una combinación de ingredientes. (Definición ABC)



**Figura 8-1: Aceite**

**Fuente:** <http://www.definicionabc.com/general/aceite.php>

### 1.2.8.2 Alcohol etílico

Conocido también como etanol, es un líquido incoloro e inflamable, es miscible en agua, este alcohol se utiliza en los jabones para mezclar mejor los materiales de elaboración durante el proceso de saponificación. (2017)



**Figura 9-1: Alcohol etílico**

**Fuente:** COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### 1.2.8.3 Glicerina

También conocida como glicerol, es un alcohol líquido que puede ser usado para elaborar diversos productos como jabón. Esta sustancia tiene múltiples beneficios lo que la hace buena para hidratar la piel o matar bacterias, entre otros. (Martínez)



**Figura 10-1: Glicerina**

**Fuente:** <http://belleza.uncomo.com/cuales-son-los-usos-de-la-glicerina-28583.html>

#### 1.2.8.4 *Hidróxido de sodio*

Se conoce también como sosa cáustica, es una sustancia química combinada por sodio, hidrógeno y oxígeno, su fórmula es NaOH, es un álcali saponificador o neutralizante. (Steger, y otros, 2012)



**Figura 11-1: Sosa cáustica**

Fuente: [http://www.pdmlabs.com.mx/SOSA-CAUSTICA,9121\\_1468364050](http://www.pdmlabs.com.mx/SOSA-CAUSTICA,9121_1468364050)

#### 1.2.8.5 *Sebo vacuno*

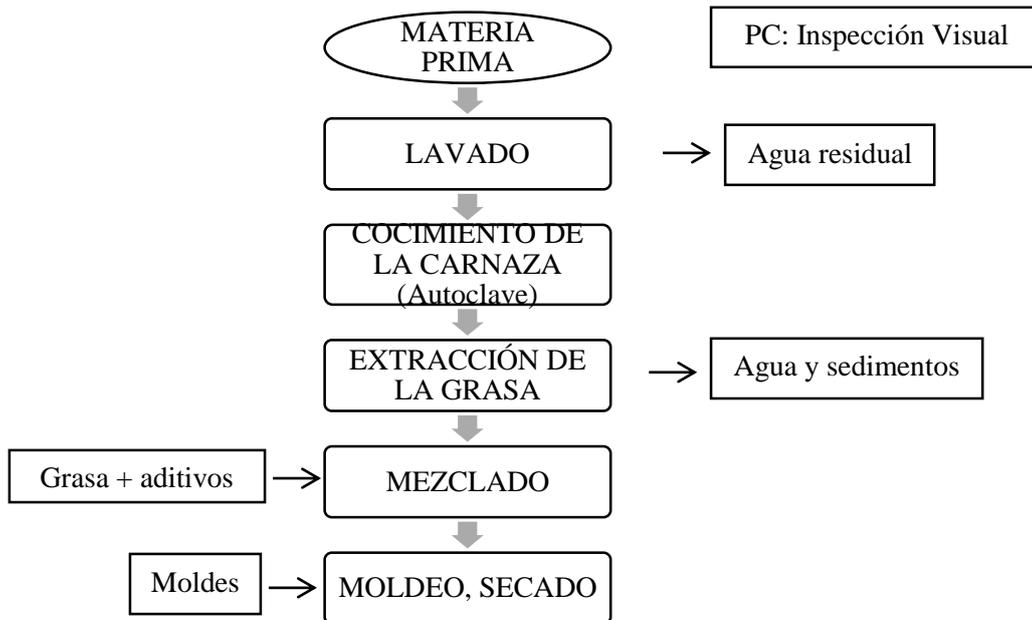
El sebo se utiliza en la fabricación de jabones en mayor cantidad que cualquier otra grasa. Se obtiene fundiendo grasas de ganado vacuno, lanar, caballar, etc., y se clasifica en dos grados comerciales: comestible y no comestible. La mayor parte del sebo utilizado es no comestible. (2005)



**Figura 12-1: Sebo vacuno**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

#### 1.2.9 *Diagrama de elaboración de jabón a nivel de laboratorio.*



**Gráfico 2-1: Diagrama de elaboración del jabón**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### 1.2.10 Elaboración de jabón a nivel de laboratorio.

#### 1.2.10.1 Lavado

Eliminación de impurezas presentes en las carnazas.

#### 1.2.10.2 Mezclado

Homogenización de la grasa, aceite, NaOH, KOH y otros agregados para obtener el tensoactivo (jabón).



**Figura 13-1: Mezclado**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### *1.2.10.3 Pesaje*

Determinación del peso de la carnaza.



**Figura 14-1: Pesaje**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### *1.2.10.4 Recuperación de la grasa*

Separación de la grasa a través de altas temperaturas y presiones, dando como resultado tres fases; grasa, agua y lodos.



**Figura 15-1: Separación de la grasa**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### *1.2.10.5 Autoclave*

Una autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua. Su construcción debe ser tal que resista la presión y temperatura desarrollada en su interior. Equipo utilizado a nivel de laboratorio que simula una operación que se realiza en planta. (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S, 2011)



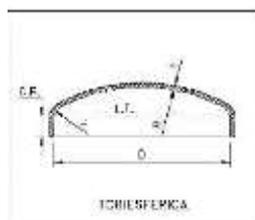
**Figura 16-1: Autoclave**

**Fuente:** COBA, Ligia; YANES, María, 2016

Para el diseño del autoclave se ha escogido la tapa tipo torisférica.

- Tapas torisféricas

Son las que mayor aceptación tienen en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan altas presiones manométricas, su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros. (Mendoza, y otros, 2013 p. 97)



**Figura 17-1: Tapa torisférica**

**Fuente:** <http://ri.ues.edu.sv/3251/1/esterilizaci%20de%20alimentos.pdf>

Tapa	Intervalo de Presión	Dimensiones Recomendadas	Tipo de Recipientes	Usos	Observaciones
Plana	Muy bajas- 10 lb/plg <sup>2</sup>	4-10 pie de diámetro	Horizontales atmosféricos	Almacenamiento de fluidos con densidad cercana a la del agua.	Para recipientes de diámetros mayores, no conviene su uso, aún a presiones menores de 1 lb/in <sup>2</sup> , el espesor necesario resulta excesivo.
Abombada fuera de código	Muy bajas- 15 lb/plg <sup>2</sup>	De gran diámetro	Atmosféricos	Almacenamiento	Están fuera de código, por lo que el diseñador y usuarios no tienen protección en procedimientos y revisiones.
Toriférica	15 - 200 lb/plg <sup>2</sup>	$icr \geq 0.06d_e$ $icr > 3 e_1$ $r_1 \leq d_e$	-----	Operación a presión interna	Económicas para ese intervalo de presiones. Se diseñan basándose en el espesor exterior del casco cilíndrico
Elíptica	150-600 lb/plg <sup>2</sup>	Sin limitaciones	-----	Operaciones a presiones elevadas	No es económica
Hemisférica	400 lb/plg <sup>2</sup> -adelante	Desde 12 plg - 94 plg de diámetro y espesores desde 3/8 plg - 3 1/2 plg	-----	Ideal para cierre de recipientes cilíndricos a presión	Alto costo de fabricación, pero menor que las elípticas

**Figura 18-1: Tipo de tapas, usos y descripciones.**

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4053/Capitulo4.pdf>

## CAPÍTULO II

### 2 METODOLOGÍA

#### 2.1 Hipótesis y especificación de las variables

##### 2.1.1 *Hipótesis General*

- Con el 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, se logrará reducir la cantidad de residuos sólidos y a la vez se dará un valor agregado a la empresa obteniendo detergente industrial bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.

##### 2.1.2 *Hipótesis Específicas*

- Con la caracterización físico-química y organoléptica de los residuos de la operación de descarnado de la Curtiduría Tungurahua se determinará la composición del residuo.
- Mediante la identificación de las variables de diseño se desarrollarán los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso de la recuperación del sebo.
- A través de la caracterización del sebo recuperado en la operación de descarnado se procurará determinar la composición del sebo la misma que se utilizará como materia prima del detergente industrial.
- Con la identificación de las variables de diseño se efectuarán los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso para realizar un diseño de obtención de detergentes de uso industrial.

- Con la validación del proceso se obtendrá detergentes de uso industrial que cumpla con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.

### ***2.1.3 Identificación de Variables***

#### *2.1.3.1 Variables Independientes*

- Densidad de la carnaza
- Viscosidad
- Índice de saponificación
- Índice de acidez
- Índice de yodo
- Índice de peróxido

#### *2.1.3.2 Variables Dependientes*

- Flujo másico
- Flujo volumétrico
- Temperatura
- Presión
- Ph

2.1.4 Operacionalización de variables.

Tabla 1-2: Operacionalización de Variables.

CATEGORÍA	CONCEPTO	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICE
INVESTIGACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DEL SEBO DE LA OPERACIÓN DE DESCARNADO	El descarne es una operación en la que se retiran las carnazas de la piel. Estas carnazas son tejidos adiposos, subcutáneos, musculares y sebos adheridos a la cara interna de la piel.	1.- Composición del sebo	Ácidos grasos	%	-
		2.- Investigación de la recuperación del sebo	Calidad Rendimiento Económicamente factible	-	-
		3.- Diseño del proceso de recuperación del sebo.	Diámetro Altura Volumen Presión Temperatura Tiempo	m m m <sup>3</sup> psi °C H	-

Continuará:...

Continúa...

		4.- Validación del Diseño	Flujo másico Flujo volumétrico Temperatura Presión	Kg Kg °C PSI	-
OBTENCIÓN DE DETERGENTES INDUSTRIALES A PARTIR DEL SEBO RECUPERADO	El efecto limpiador de jabones y detergentes se debe a que en su molécula existe una parte lipofílica por medio de la cual se unen a la grasa o aceite, mientras que la otra parte de la molécula es hidrofílica, tiene afinidad por el agua, por lo que se une con ella; así el jabón toma la grasa y la lleva al agua formando una emulsión	5.- Caracterización físico – químicas del sebo empleada como materia prima para procesos industriales	Punto de fusión Índice de Saponificación Índice de acidez Índice de yodo Índice de peróxido.	°C ml/mg	NTE INEN 3657:2013  NTE INEN 660:2013  NTE INEN 3961:2013  NTE INEN 3960:2013
		6.- Validación del detergente industrial	Materia activa Materia insoluble en agua Materia insoluble en alcohol	% (m/m)	NTE INEN 0848:1982  <b>Ver Anexo A</b>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

### 2.1.5 Matriz de consistencia

**Tabla 2-2: Matriz de Consistencia.**

<b>PROBLEMA GENERAL</b>		<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	
<p>La reacción bajo la cual se crea la grasa, es un proceso reversible, es decir algunas moléculas de esta pueden reaccionar con el agua produciendo glicerina y ácidos grasos. A este proceso se denomina hidrólisis de la grasa, debido a que su descomposición es producida por el agua. Industrialmente el proceso se realiza con vapor de agua a presión, en autoclaves. Los ácidos grasos obtenidos a partir de la hidrólisis de la grasa, se pueden emplear en varios procesos productivos, como en la aplicación de jabones y tensoactivos.</p> <p>La Curtiduría Tungurahua S.A con el fin de disminuir el impacto ambiental a través de la producción más limpia, está enfocado en recuperar y aprovechar las grasas generadas que se da en la operación del descarnado para la obtención de tensoactivos.</p>		<p>Estudiar y diseñar 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.</p>	<p>Con el 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, se logrará reducir la cantidad de residuos sólidos y a la vez se dará un valor agregado a la empresa obteniendo un tensoactivo.</p>	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLES ESPECÍFICAS</b>	<b>MÉTODOS DE ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se desconoce la proporción del sebo contenido en las carnazas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la caracterización físico-química y organoléptica de los residuos del descarnado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con la caracterización físico-química y organoléptica de los residuos del descarnado se determinará la composición del residuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinación de grasa, cenizas, humedad y proteína; color, olor, textura.</li> </ul>	<p>Equipos de Laboratorio</p>

Continúa:...

<ul style="list-style-type: none"> <li>No se conoce cuál es el proceso adecuado para recuperar el sebo contenido en las carnazas.</li> <li>No se conocen las características físico-químicas que tendrá el sebo recuperado</li> <li>Se desconoce el proceso para obtener detergentes industriales con sebos recuperados de curtiembres.</li> <li>No se conoce si el detergente industrial obtenido a partir del sebo recuperado cumplirá con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las variables de diseño para desarrollar los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso de la recuperación del sebo.</li> <li>Ejecutar la caracterización físico-química del sebo recuperado, la cual será utilizada como materia prima del detergente industrial.</li> <li>Identificar las variables de diseño para desarrollar los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso de obtención de detergentes de uso industrial.</li> <li>Validar el proceso para la obtención de detergentes de uso industrial, a partir del sebo recuperado de la operación de descarnado bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante la identificación de las variables de diseño se desarrollarán los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso de la recuperación del sebo.</li> <li>A través de la caracterización del sebo recuperado de la operación de descarnado se pretenderá determinar las propiedades físicas y químicas del sebo.</li> <li>Con la identificación de las variables de diseño se efectuarán los cálculos de ingeniería y el dimensionamiento del proceso para realizar un diseño de obtención de detergentes de uso industrial.</li> <li>Con la validación del proceso se obtendrá detergentes de uso industrial que cumpla con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 848.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura, presión, capacidad calorífica, viscosidad, densidad, pesos específicos</li> <li>Índice de Saponificación acidez, yodo, peróxido, punto de fusión.</li> <li>Temperatura, presión, capacidad calorífica, viscosidad, densidad, pesos específicos</li> <li>Materia activa, materia insoluble en agua, materia insoluble en alcohol</li> </ul>	<p>NTE INEN 3657:2013 NTE INEN 660:2013  NTE INEN 3961:2013  NTE INEN 3960:2013  Equipos de Laboratorio   NTE INEN 0848:1982</p>
---	---	--	--	--

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

## **2.2 Tipo y Diseño de Investigación.**

La investigación fue de tipo exploratoria debido a que la propuesta estipulada no contiene una exhaustiva información y además es poco conocida en el País, motivo por el cual se trató el tema de una manera general, es decir, no se profundizó demasiado, dejando este campo abierto a futuras investigaciones relacionadas.

El proyecto se basó específicamente en la recuperación de la grasa, teniendo en cuenta que en el proceso de separación se obtienen tres residuos; la grasa, líquido y lodos, siendo el objeto de estudio la grasa sin considerar el resto de residuos.

### **2.2.1 Inductivo**

La investigación se apoyó de indagaciones anteriores realizadas fuera del país, la misma que sirvió como guía para la utilización de la metodología apropiada para llevar el proceso de recuperación de grasa y elaboración del tensoactivo de nivel de laboratorio a nivel de planta para la Curtiduría Tungurahua S.A.

Para realizar el estudio se tomarán 93 muestras de la etapa de descarnación, con el propósito de realizar el balance de masa de la operación, a la vez sirvieron para conocer los resultados de los análisis correspondientes de la muestra.

### **2.2.2 Deductivo**

Mediante el método deductivo en este estudio permitirá dar solución al problema que generan los desperdicios producidos en la operación del descarnado, realizando la recuperación de la grasa y obteniendo un producto.

### **2.2.3 Experimental**

El diseño experimental de la investigación se efectuó mediante la toma de muestras en la etapa del proceso de descarnación, toma de datos del peso de las carnazas, recuperación de la grasa a nivel de laboratorio con ayuda de un autoclave que funciona con arrastre de vapor, ensayos de laboratorio para la obtención del producto final, determinación de las variables como densidad,

viscosidad de la grasa, la mezcla de las carnazas con agua y del producto final y los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso industrial.

### **2.3 Unidad de Análisis.**

El objeto de estudio son las carnazas obtenidas de la operación del descarnado, a las cuales se les realizó los análisis físico-químicos como son: grasa, ceniza, humedad y proteína razón por lo cual se envió al laboratorio certificado LACONAL ubicado en la ciudad de Ambato en la Universidad Técnica de Ambato.

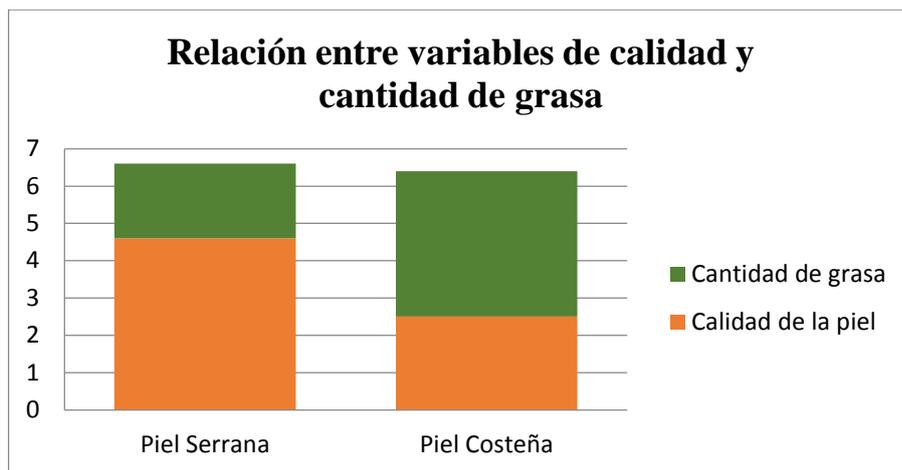
Una vez recuperado la grasa los análisis de la caracterización físico – química como: índice de saponificación, índice de yodo, índice de acidez y índice de peróxido se realizó en el laboratorio certificado MULTIANALITYCA CIA LTDA ubicada al Norte de la ciudad de Quito, dirección Edmundo Chiriboga N47-153 y Jorge Aníbal Paéz.

Estos análisis fueron efectuados siguiendo la guía del Proyecto de Investigación realizado por el Instituto de Investigación y desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química – UMSA, la Paz – Bolivia. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – Ing. Química - UMSA, 2004)

### **2.4 Población de Estudio**

Uno de los principales aspectos al iniciar la investigación fue la relación existente entre las variables de calidad del cuero y la cantidad de grasa. Un cuero de calidad proviene de pieles de espesor uniforme, sanas y de buena resistencia, libre de arañazos, parásitos, etc.

En la Curtiduría Tungurahua se hace énfasis en la calidad del cuero, 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 3-2: Relación entre variables de calidad y cantidad de grasa.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

Esta relación indica que las dos clases de pieles proporcionarán grasa, la misma que será extraída para uso de procesos industriales, sea el caso de producción de tensoactivos. Curtiduría Tungurahua adquieren los dos tipos de pieles, teniendo en cuenta la calidad y el precio.

Producción de pieles promedio a partir de 560 piezas por día. Se recogieron cuatro muestras, cada una fue recogida en días diferentes, y en distintos lotes ya sean las carnazas recién descarnadas y las carnazas guardadas.

## 2.5 Tamaño de Muestra:

Debido a que el tamaño de la población es demasiado grande se tomó un número de datos manejables como muestra de la población total. La muestra fue tomada mediante un muestreo compuesto.

$$n = \frac{N}{6} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

N = Cantidad de pieles promedio que ingresan a los tres bombos

n= tamaño de muestra.

## Muestra compuesta

Es la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras. (IDEAM, 2011)

**Tabla 3-2: Tamaño de muestras**

Lugar de muestreo	Días de muestreo	Numero de muestras diarias	Total de muestras en la semana	Total de muestras
Operación del descarnado	11	1	2	11

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

**Tabla 4-2: Tamaño de muestra en la operación**

OPERACIÓN DESCARNADO	TAMAÑO DE MUESTRA
Entrada	13637 Kg/día
Salida	6545,6 Kg/día
Descarnado	7091,41 Kg/día

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2016

## 2.6 Selección de muestra

La selección de la muestra se efectuó por inspección visual. Se puso especial énfasis en las siguientes características:

- Mayor cantidad de grasa en las carnazas.
- Carnazas recién descarnadas.

Cada muestra es trasladada al laboratorio certificado (LACONAL) con su respectiva identificación para sus análisis, posteriormente llevados al laboratorio para el estudio.

**Ver Anexo B**

## **2.7 Técnicas de recolección de datos**

La recuperación de la grasa y la obtención de jabón de uso industrial fueron elaboradas en los laboratorios de Microbiología y Analítica de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Panamericana Sur km 1 1/2, de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

La investigación se fundamentó en la observación directa de los hechos durante el proceso de elaboración, fue apoyada también con la información obtenida en libros, tesis, artículos relacionados con el tema y resultados de los análisis obtenidos del laboratorio certificado como grasa, humedad, ceniza, proteína (LACONAL), índice de saponificación, índice de peróxido, índice de yodo, índice de acidez y punto de fusión, humedad, materia grasa total, cloruros, alcalinidad, acidez en jabón, materia insaponificada e insaponificable, Ph, materia insoluble en agua y materia insoluble en alcohol (MULTIANALITYCA CIA LTDA).

Las muestras de las carnazas fueron recopiladas de la siguiente manera:

- Fecha de recolección
- Peso de la muestra
- Cadena de frío

**Ver Anexo C**

Una vez que se inició la recuperación de la grasa, se tomaron los siguientes datos en registros:

- Carga de la muestra en el autoclave
- Porcentaje de agua
- Porcentaje de lodos o sedimentos
- Porcentaje de grasa recuperada

**Ver Anexo D**

## 2.7.1 Caracterización Fisicoquímica y organoléptica de las carnazas

### 2.7.1.1 Caracterización físico-química

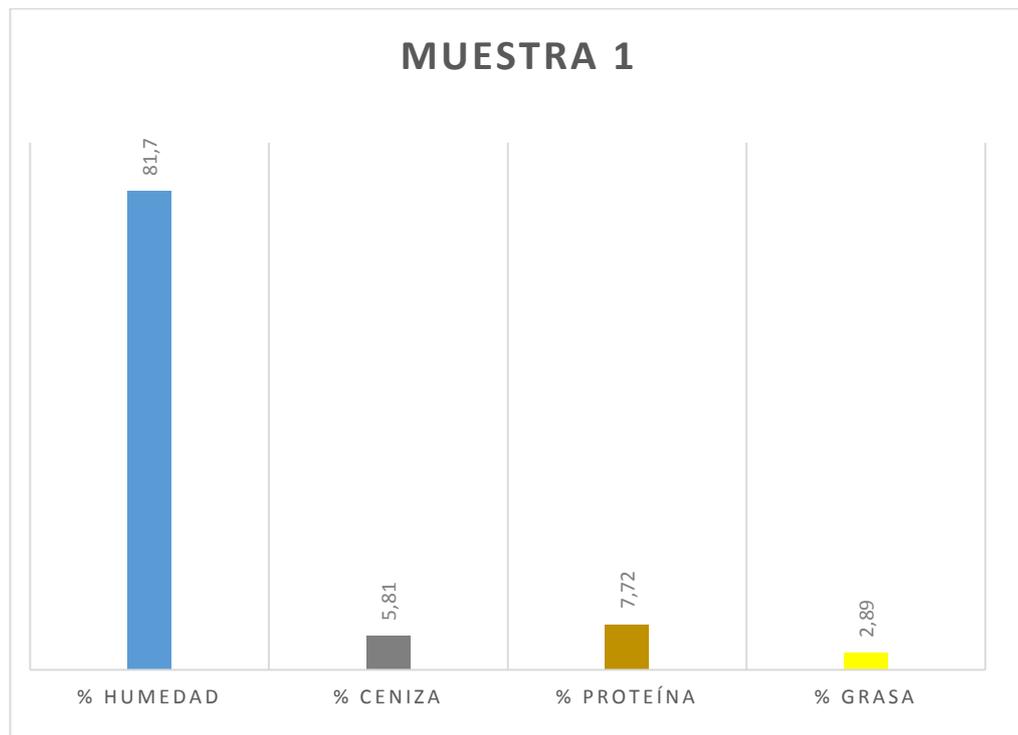
Con los datos obtenidos del laboratorio certificado LACONAL, se procedió a realizar gráficos estadísticos del porcentaje de cenizas, humedad, proteína y grasas presentes en la carnaza.

**Tabla 5-2: Análisis físico-químico de las carnazas.**

Muestra	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa
1	81.7	5.81	7.72	2.89
2	79.4	4.64	9.11	<b>6.30</b>
3	83.5	6.15	8.28	3.87
4	73.8	5.72	8.41	<b>4.35</b>

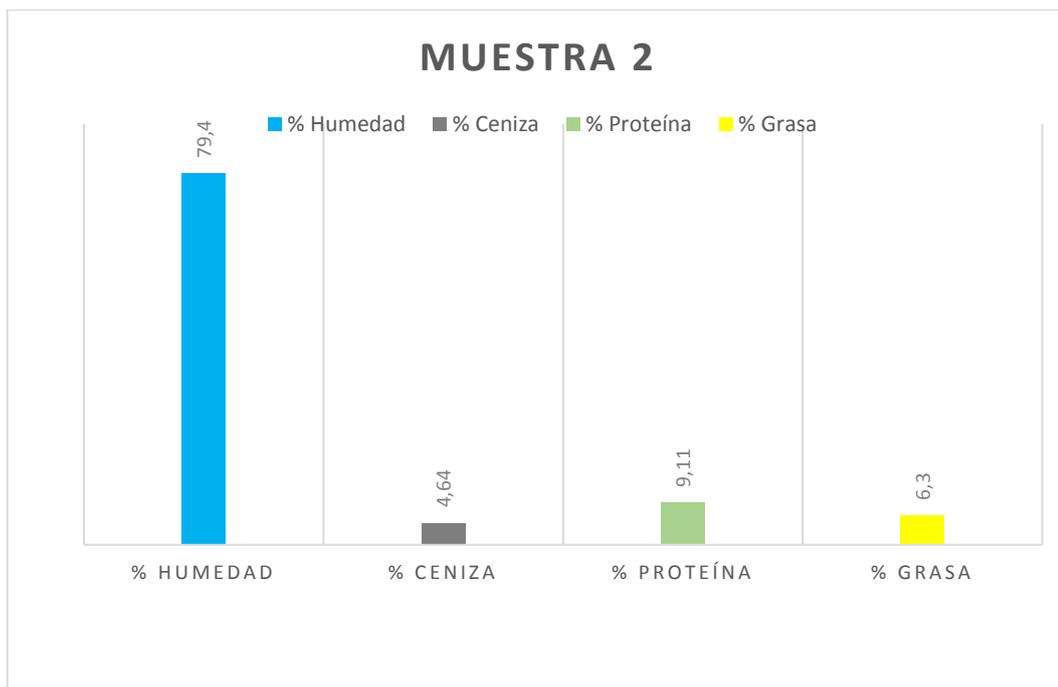
Fuente: LACONAL

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



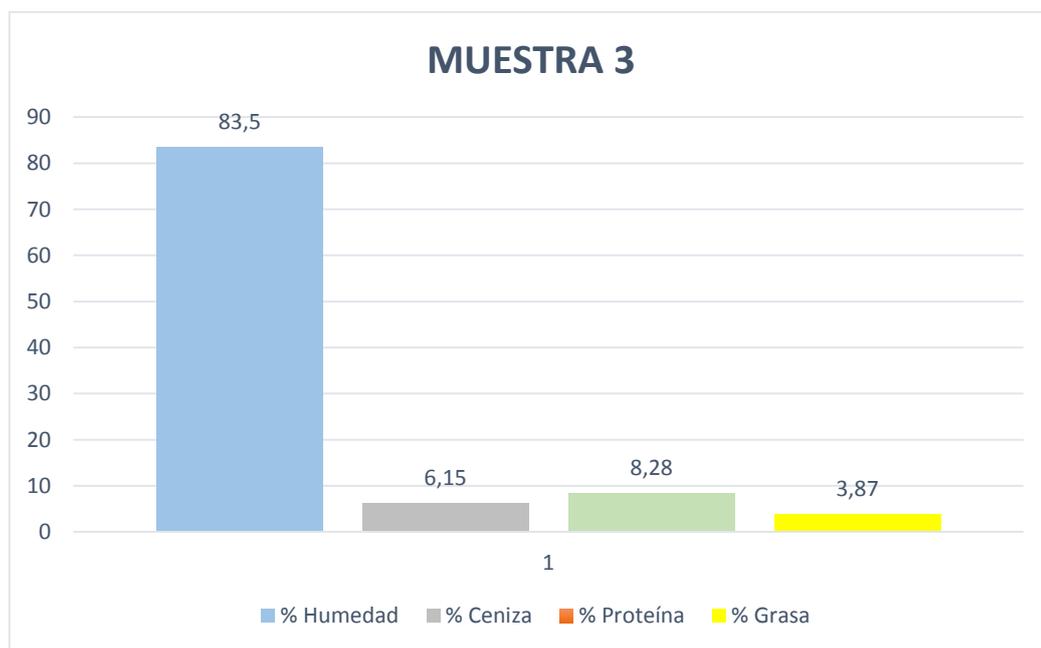
**Gráfico 4-2: % Composición de la carnaza muestra 1.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



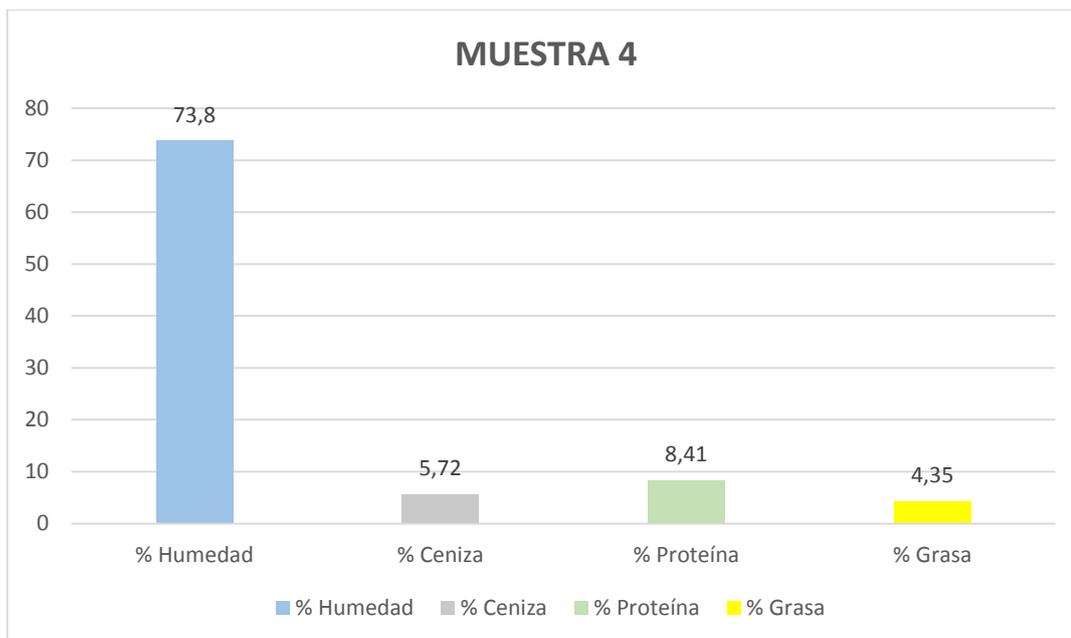
**Gráfico 5-2: % Composición de la carnaza muestra 2.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



**Gráfico 6-2: % Composición de la carnaza muestra 3.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



**Gráfico 7-2: % Composición de la carnaza muestra 4.**

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

En las gráficas 5-2 y 7-2 muestran altos valores de % grasa; la cantidad es mayor cuando las muestras son tomadas en el momento de descarnación, es decir son frescas, mientras que las gráficas 4-2 y 6-2 presentan valores bajos debido a que se tomaron muestras de las carnazas guardadas.

### 2.7.1.2 Caracterización organoléptica

La caracterización organoléptica se los realizó en la operación del descarnado en la Curtiembre (in situ). Las principales características organolépticas que presentaron las carnazas se muestran a continuación:

- Apariencia: tiras más o menos largas de aspecto desagradable
- Coloración: varía de amarillenta-verdosa a grisácea.
- .Olor: rancio desagradable
- Textura: de pastosa a gelatinosa
- Húmedo y suave al tacto.
- Presencia de residuos (rabos).
- Presencia de tendones
- Restos de tejido adiposo.

### 2.7.2 Caracterización físico-química de la grasa recuperada

Los datos obtenidos del laboratorio MULTIANALITYCA CIA. LTDA., de la grasa se ilustran en la siguiente tabla:

**Tabla 6-2: Propiedades físico-químicas de sebo**

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

Fuente: MULTIANALYTICA CIA. LTDA

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Ver Anexo E**

### 2.7.3 Análisis estadístico

#### 2.7.3.1 Determinación de la media aritmética.

Con la finalidad de mejorar el análisis de los datos de entrada y salida de pieles y el residuo del descarnado, se calcula la media aritmética de todos los datos obtenidos en la operación del descarnado, mediante la siguiente ecuación. (Suárez, 2016 pp. 22-23)

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

$\bar{X}$  = Media aritmética

$N$  = Número total de datos

$X_i$  = Datos individuales

**Tabla 7-2: Media aritmética del descarnado.**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Descarnado (residuo)</b>
Descarnado	24,35	11,69	12,66

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

#### 2.7.4 Proceso de recuperación de grasa (autoclave laboratorio).

La grasa animal se extrajo calentando con vapor en el autoclave, es un proceso de fundición donde la grasa se separa, una vez fundida la grasa se utilizan para realizar distintos tipos de tensoactivos.

**Tabla 8-2: Recuperación de Grasa**

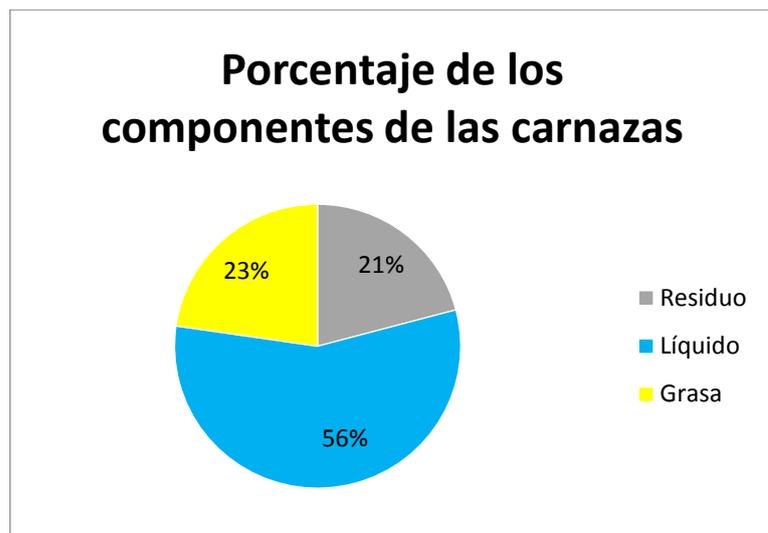
<b>Muestra</b>	<b>Entrada(g)</b>	<b>Residuo(g)</b>	<b>Líquido(ml)</b>	<b>Grasa(g)</b>
1	2111	646,57	860	535,97
2	4010	766,89	2260	849,30
3	3305	650	1800	752
4	3860	786	2098	800
5	11100	2124	6415	2475

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 9-2: Porcentaje de Grasa Recuperada**

<b>Muestra</b>	<b>% Grasa Recuperada</b>	<b>% Líquido Residuo</b>	<b>% Residuo (Iodos)</b>
1	<b>25,39</b>	40,74	30.63
2	21,18	56,36	19.12
3	22,75	54,46	19.67
4	20,73	54,35	20.36
5	22,30	<b>57,79</b>	19.14
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>56</b>	<b>21</b>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



**Gráfico 8-2: Porcentaje de los componentes de las carnazas.**

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

En la gráfica 8-2 se observan los porcentajes promedios de los componentes de la carnaza, una vez realizado el proceso de separación se obtienen tres fases: grasa, líquido y el residuo; se logró recuperar un 23% de grasa, 56% de líquido o agua y finalmente un 21% de lodos, proceso elaborado a nivel de laboratorio.

Para realizar el dimensionamiento del proceso industrial para la obtención del tensoactivo se utilizó los porcentajes mayores tanto de la grasa como del líquido.

### ***2.7.5 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 debe reaccionar con ácido sulfúrico concentrado en medio frío y neutralizarse con hidróxido de sodio.

El hidruro de litio y aluminio reduce los ácidos carboxílicos a alcoholes.

Para que el alcohol pueda reaccionar con el ácido sulfúrico debe presentar las siguientes características:

- Intensidad de absorción de 3500 a 3600  $\text{cm}^{-1}$ .

- Debe presentar un hidroxilo libre el mismo que ostenta un enlace aislado, con la longitud y fuerza propia del tipo OH.
- El grupo OH característico de los alcoholes, se pueden presentar puentes de hidrógeno, que hace que los primeros alcoholes sean solubles en el agua, mientras que a mayor cantidad de hidrógeno, dicha característica va desapareciendo debido a que el grupo hidroxilo va perdiendo significancia y a partir del hexanol la sustancia se torna aceitosa.
- En los alcoholes el punto de ebullición aumenta con la cantidad de átomos de carbono y disminuye con el aumento de las ramificaciones. Todo esto se presenta porque el grupo OH al tener puentes de hidrogeno, son más difíciles de romper. (Erney, 2010)

Para conocer la presencia del alcohol libre, la muestra realizada se lo llevó a un espectrómetro de infrarrojo.

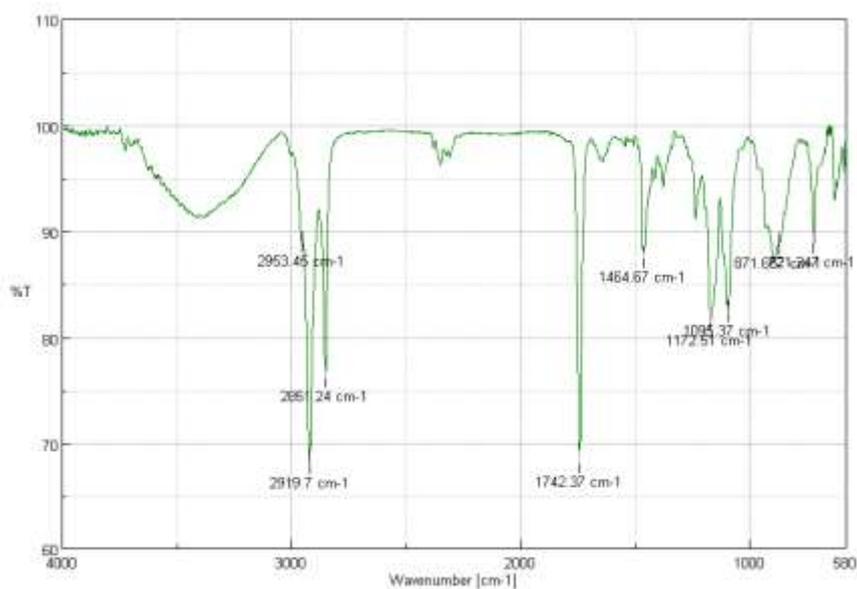
**Tabla 10-2: Espectroscopia Infrarroja del alcohol.**

<b>Enlace</b>	<b>Tipo de enlace</b>	<b>Rango e intensidad de absorción (cm<sup>-1</sup>)</b>
O-H	Alcohol	3500 – 3600 (alcohol, libre)
		3300 (alcohol y ácido, puente de H)

**Fuente:** Conley Robert; Barcelona: Alhambra, 1979

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

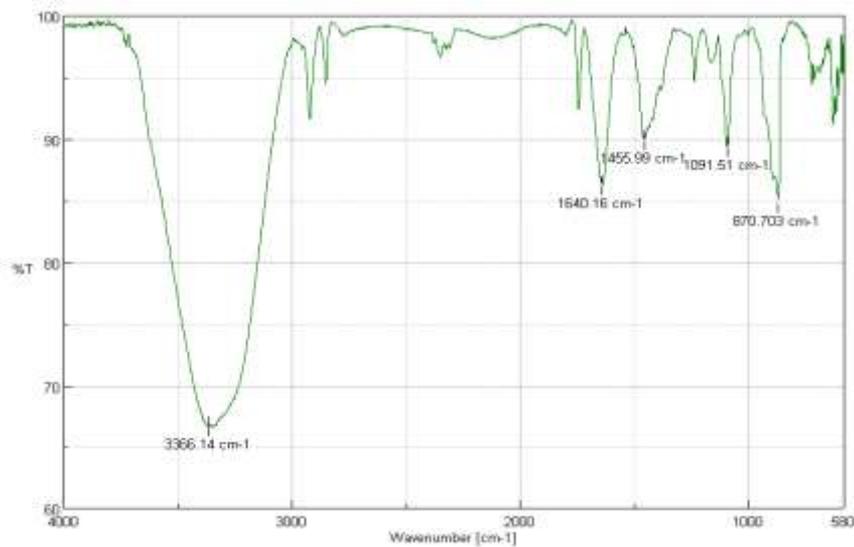
**Prueba 1:** Alcohol a partir de 2 ml dietiléter, 0.5gr LiAlH<sub>4</sub>, 10ml grasa, 3ml agua.



**Gráfico 9-2:** Espectro IR: 2 ml dietiléter, 0.5gr LiAlH<sub>4</sub>, 10ml grasa, 3ml agua.

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

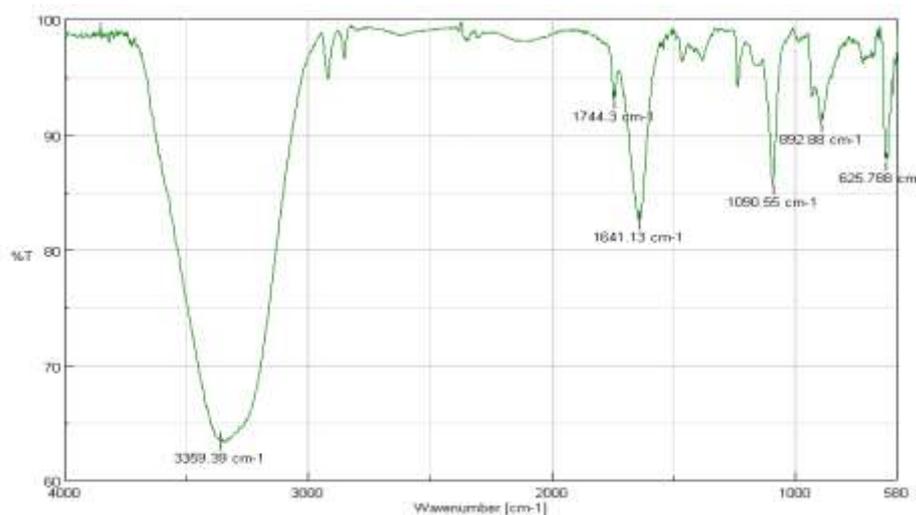
**Prueba 2:** Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 1.0gr LiAlH<sub>4</sub>, 10ml grasa, 3ml agua.



**Gráfico 10-2:** Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1.0gr LiAlH<sub>4</sub>, 10ml grasa, 3ml agua.

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

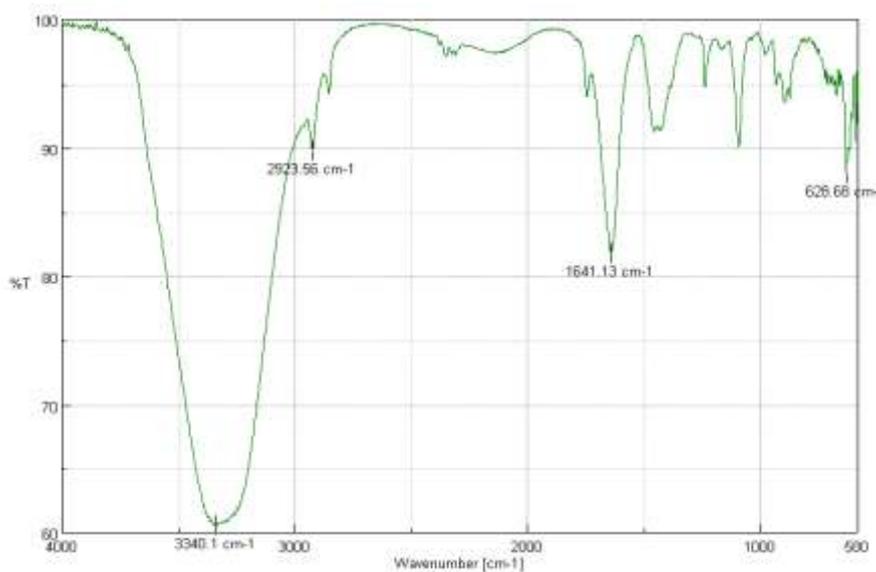
**Prueba 3:** Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 1.5gr  $\text{LiAlH}_4$ , 10ml grasa, 3ml agua.



**Gráfico 11-2:** Espectro IR: 3 ml dietiléter, 1.5gr  $\text{LiAlH}_4$ , 10ml grasa, 3ml agua.

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Prueba 4:** Alcohol a partir de 3 ml dietiléter, 2.0gr  $\text{LiAlH}_4$ , 10ml grasa, 3ml agua.



**Gráfico 12-2:** Espectro IR: 3 ml dietiléter, 2.0gr  $\text{LiAlH}_4$ , 10ml grasa, 3ml agua.

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

- De las cuatro graficas 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.
- El alcohol extraído se llevó a filtros al vacío.

Los espectros expuestos muestran la formación del alcohol con intensidad de absorción baja en comparación con las frecuencias de onda del alcohol propio que hace referencia a la Tabla 10-2; por lo que dificulta el proceso de sulfonación y neutralización para obtener el detergente.

El alcohol graso obtenido fue líquido de color amarillento, lo que nos indica que es un alcohol contaminado aceitoso. **Ver Anexo F**

Por motivos de los resultados mostrados anteriormente al no poder formar el detergente se propone otra alternativa de tensoactivo como es el caso del jabón.

#### ***2.7.6 Pruebas de laboratorio para la obtención de jabón.***

Para la formación de jabones se efectuó el proceso de saponificación, para ello se utilizó una formulación comercial que se indica a continuación:

**Tabla 11-2: Formulación para un litro de Jabón.**

<b>Sustancias</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Grasa	300	Gr
Aceite	150	Gr
Glicerina	200	Gr
Sosa caustica de 36° Bé	125	ml
Agua	100	ml
Alcohol etílico	115	ml
Aroma	10	ml

Fuente: Formulación comercial.

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

#### *2.7.6.1 Procedimiento a nivel de laboratorio.*

- Liquidar a fuego indirecto la grasa y el aceite.
- Previa remoción moderada añadir la glicerina y lentamente la sosa caustica.
- Retirar del fuego e inmediatamente agregar el agua y el alcohol etílico.
- Removiendo moderadamente añadir el aroma y una pisco de colorante, continuar con la remoción hasta hallar consistencia miel. **Ver Anexo G**

#### **Preparación de solución de hidróxido de sodio al 36 °Bé**

- Pesar 89,26 gr., de hidróxido de sodio.
- Colocar en un balón de aforo y diluir
- Aforar a 125 ml de agua.

#### *2.7.6.2 Dosificación a nivel industrial.*

Para la elaboración de la dosificación a nivel industrial se ejecutó una relación con el porcentaje más alto de grasa recuperada y la cantidad de grasa que se utilizó para un litro de jabón.

Si con 2,111 kg de carnaza se recuperó en el laboratorio 0,53597 kg de grasa, entonces con 7091,41 kg de carnaza del balance del descarnado se pretenderá recuperar 1800 kg de grasa, materia prima que servirá para realizar las dosificaciones a nivel industrial.

Con 1800,47 Kg de grasa recuperada se podrá obtener alrededor de 6001,56 litros de jabón.

**Tabla 12-2: Formulación para 6000 litros de Jabón por lote.**

Sustancias	Cantidad	Unidad
Grasa	1800	kg
Aceite	900	kg
Glicerina	1200	kg
Sosa caustica de 36° Bé	750	L
Agua	600	L
Alcohol etílico	690	L
Aroma	60	L

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### 2.7.7 *Proceso de elaboración de jabón a partir de la recuperación de la grasa a nivel industrial.*

El diseño y capacidad de los equipos se fundamentó 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.

Antes del diseño del proceso industrial del jabón es necesario conocer las siguientes variables.

- ***Determinación de la muestra y sus propiedades físico-químicas***

La muestra utilizada para la experimentación en el laboratorio fue de 50 ml de grasa animal fundida.

**Tabla 13-2: Determinación de la densidad de la grasa animal.**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Balanza analítica Picnómetro Probeta de 10 mL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar 10 mL de grasa en la probeta.</li> <li>• Pesar el picnómetro vacío (P1)</li> <li>• Añadir los 10 mL de grasa al picnómetro y pesar en la balanza analítica. (P2)</li> <li>• Anotar el volumen del picnómetro. (V)</li> </ul>	$\delta = \frac{P2 - P1}{V}$ $\delta = \frac{23,64 - 10,98}{10ml}$ $\delta = 1,266 \frac{g}{ml}$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 14-2: Determinación de la viscosidad de la grasa**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Viscosímetro Vaso de 10 mL	<ul style="list-style-type: none"> <li> Tomar 10 mL de grasa en el vaso.</li> <li> Encender el viscosímetro</li> <li> Colocar el electrodo en la muestra</li> <li> Lectura de la viscosidad</li> </ul>	$\mu = 0,2136 \text{ Pa.s}$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 15-2: Determinación de la densidad de la carnaza.**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Balanza analítica Picnómetro Probeta de 10 mL	<ul style="list-style-type: none"> <li> Tomar 10 mL del residuo del lavado en la probeta.</li> <li> Pesar el picnómetro vacío (P1)</li> <li> Añadir los 10 ml del residuo del lavado al picnómetro y pesar en la balanza analítica. (P2)</li> <li> Anotar el volumen del picnómetro. (V)</li> </ul>	$\delta = \frac{P2 - P1}{V}$ $\delta = \frac{23,5190 - 13,0347}{10ml}$ $\delta = 1,048 \frac{g}{ml}$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 16-2: Determinación de la densidad de jabón.**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Balanza analítica Picnómetro Probeta de 10 mL	<ul style="list-style-type: none"> <li> Tomar 10 mL de jabón en la probeta.</li> <li> Pesar el picnómetro vacío (P1)</li> <li> Añadir los 10 ml de jabón al picnómetro y pesar en la balanza analítica. (P2)</li> <li> Anotar el volumen del picnómetro. (V)</li> </ul>	$\delta = \frac{P2 - P1}{V}$ $\delta = \frac{22,7318 - 10,9833}{10ml}$ $\delta = 1,175 \frac{g}{ml}$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 17-2: Densidad y viscosidad del agua.**

<b>Densidad del agua a 20 °C (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	998,2
<b>Viscosidad del agua a 20 °C (Pa.s)</b>	1002x10 <sup>-6</sup>

Fuente: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/Geofis/practicas/propiedades%20agua.pdf>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 18-2: Capacidad calorífica de la carnaza**

<b>Capacidad calorífica de la carnaza(BTU/lb °F)</b>	53,12
--	-------

Fuente: <http://www.upv.es/entidades/DTRA/infoweb/dtra/info/U0639388.pdf>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 19-2: Viscosidad de la grasa más agua.**

<b>Viscosidad de la grasa (Pa.s)</b>	0,2136
--------------------------------------	--------

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 20-2: Determinación del número de revoluciones para el rodete del tanque de lavado**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Balanza analítica Vaso de precipitación de 250 ml Probeta de 10 ml Varilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar 20g de carnaza en un vaso de precipitación.</li> <li>Añadir los 20 ml de agua al vaso.</li> <li>Agitar con varilla.</li> <li>Contar el número de agitaciones por minuto.</li> <li>Realizar 10 repeticiones</li> </ul>	$100+102+100+104+102+100+100+96+100=1004/$ $10rpm= 100,4$ $rv/s= 1,67$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 21-2: Determinación del número de revoluciones para el rodete del saponificador.**

Materiales	Procedimiento	Cálculos y Resultados
Balanza analítica Vaso de precipitación de 2000 ml Varilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar 1 L de jabón en un vaso de precipitación</li> <li>Agitar con varilla.</li> <li>Contar el número de agitaciones por minuto.</li> <li>Realizar 10 repeticiones</li> </ul>	$128+132+128+140+128+132+128+128+132+128=1304/$ $10$ $rpm= 130,4$ $rv/s= 2,17$

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

2.7.7.1 Balance de masa del proceso.

- Balance de masa de la operación del descarnado

**Tabla 22-2: Datos de la entrada al descarnado**

Entrada al Descarnado									
N°	Peso piel (Kg)								
1	23,5	25	22,4	22,1	25	24,3	25,8	28	24,9
2	24,3	23,8	21,9	24,9	25,9	26,5	23,2	26,6	21,0
3	20,7	19,5	22,3	23,4	24	25,9	24,2	27	18,4
4	21,5	20,5	22,2	24,6	26,5	25,3	25,2	28,7	27
5	23,1	27,5	19,7	20,2	26	25,8	24,8	23	23,5
6	22,8	19,5	21,7	25,5	27,3	26	26,2	22,8	25,8
7	23,9	21,2	20,3	24,9	28	26,2	25,3	23,7	24,3
8	23,4	20,1	26,9	25,1	26	26,1	23,5	24,7	27,8
9	23,3	26,2	23,6	22,5	22,4	27,6	25,3	25,9	26
10	21,2	25,4	25,3	21,8	25,3	27	27,2	25,9	26,3
11	25,6	26,2	26,2						
<b>Total</b>			<b>Promedio</b>			<b>Entrada (balance)</b>			
2264,72			24,35			13637			

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 23-2: Datos de la salida del descarnado**

Salida del Descarnado									
N°	Peso piel (Kg)								
1	12,3	11,03	13,97	12,2	11,12	10,88	12,8	13	13,3
2	11,27	10,85	10,9	13,22	13,15	11,6	12,6	13,1	10,89
3	10,08	13,28	12,88	10,11	12,84	12,58	10,2	12,6	12,7
4	12,74	11,17	11,68	10,5	13,16	11,5	11,2	12,9	13,03
5	11,97	10,14	10,9	12,96	13,06	10,6	10,6	11,9	11,6
6	10,08	13,08	12,50	10,75	13,03	10,1	10,1	11,12	10,1
7	11,75	10,09	10,3	12,7	13,28	11,9	12,9	11,6	11,5
8	10,34	11,1	11,14	11,28	12,4	12,5	10,4	10,91	11,4

9	11,89	12,72	13,25	11,59	11,16	11,2	11,89	10,67	11,91
10	10,87	10,55	10,78	12,24	10,01	10,4	11,6	9,66	10,42
11	13,95	11,96	12,89						
<b>Total</b>			<b>Promedio</b>			<b>Salida (balance)</b>			
1087			11,69			6545,6			

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 24-2: Datos del residuo total.**

Entrada (kg)	Salida (kg)	Residuo (kg)
13637	6545,6	7091,41

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



### Tamaño de la muestra

Utilizando la Ecuación 1 se tiene el tamaño de la muestra.

$$N = \frac{560}{6} = 93,33 \text{ pieles}$$

### Entrada Descarnado

$$\bar{P}_{\text{piel}} = 24,35 \text{ Kg}$$



### 2.7.7.2 *Diseño del proceso*

- **Pesaje de la muestra**

Es necesario conocer el peso de las carnazas que ingresarán al tanque de lavado, para ello se ha escogido el modelo **FLOORCELL 2456**, diseñada para uso industrial, la estructura y la plataforma son de construcción sólida en acero inoxidable A-304, con refuerzos que la hacen indeformable hasta un 150% de su capacidad. **Ver Anexo H**

#### **Características:**

- Balanza industrial de plataforma estriada
- Capacidad para 10000 kg
- Resistencia al agua
- Diseñada para trabajo pesado.
- Funciona a corriente eléctrica y/o batería recargable.
- Interface RS232 para conexión a computadora e impresora.
- Fijación de tara por teclado
- Caja de unión de acero inoxidable.
- Estructura pintada mediante proceso de recubrimiento electrostático.

- **Tanque de lavado**

La finalidad es eliminar impurezas encontradas en las carnazas para así incrementar la calidad de la grasa. Su forma es cilíndrica vertical construido de acero inoxidable. **Ver Anexo I**

#### ***Volumen del cilindro***

$$fs = 0,10$$

El factor de seguridad sirve para evitar desbordamientos, el valor de 0,10 se utilizó tratándose de un líquido teniendo en cuenta que tanto sólidos como líquidos tienden ir hacia abajo.

$$m_{carnaza} = 7091,41 \text{ Kg} \approx 15636,6 \text{ lb}$$

$$V = \frac{m}{\delta} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$V = \frac{7091,41 \text{ Kg}}{1,02 \text{ Kg/l}}$$

$$V = 6952,34 \text{ L} = 6,95 \text{ m}^3$$

$V_{\text{agua}}$  = Para un volumen de carnaza de  $6,95 \text{ m}^3$  se necesitan aproximadamente la mitad de agua para lavar la carnaza, valor de  $6,95/2 = 3,38 \text{ m}^3$ .

$$Vr = V_{\text{carnaza}} + V_{\text{agua}} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$Vr = 6,95 + 3,38$$

$$Vr = 10,43 \text{ m}^3 = 10430 \text{ L}$$

$$V = fc * Vr \quad \text{Ecuación 5}$$

$$V = 0,10 * 10430 \text{ L}$$

$$V = 1043 \text{ L}$$

*Volumen total del cilindro*

$$V_T = Vr + V \quad \text{Ecuación 6}$$

$$V_T = 10430 + 1043$$

$$V_T = 11473 \text{ L} = 11,47 \text{ m}^3$$

*Diámetro del tanque*

$$V = \pi * r^2 * h \quad \text{Ecuación 7} \quad h = 1,2 \text{ dt}$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * h}{4}$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * 1,2dt}{4}$$

$$4(11,43) = 3,77dt^3$$

$$dt = \sqrt[3]{12,12}$$

$$dt = 2,30m * \frac{100cm}{m} = 230cm$$

#### *Altura del tanque*

$$h = 1,2dt$$

$$h = 1,2 * 2,30$$

$$h = 2,76 m = 2,80m = 280 cm$$

#### *Cálculo sistema de agitación*

Para el tanque de lavado se utilizará una hélice bipala o aspas curvas, permite el manejo de grandes caudales de fluido, utiliza bajo consumo de energía, fabricado en acero inoxidable.

#### **Ver Anexo J**

- **Agitación media**= 100 rpm/60s=1,67 rev/s
- **Diámetro tanque**= 230 cm

#### *Longitud del brazo*

$$Lb = \frac{1}{2} dt \quad \text{Ecuación 8}$$

$$Lb = \frac{1}{2} (230)$$

$$Lb = 115 \text{ cm}$$

El tanque al ser alto y para obtener una mejor eficiencia en el lavado se aumenta el largo del brazo a 230 cm.

*Espesor rodete*

$$Er = \frac{1}{4}Lb \quad \text{Ecuación 9}$$

$$Er = \frac{1}{4} * 115$$

$$Er = 28,75 \text{ cm}$$

*Diámetro del rodete*

$$dr = \frac{2}{3}(dt) \quad \text{Ecuación 10}$$

$$dr = \frac{2}{3}(230)$$

$$dr = 153,33 \text{ cm}$$

*Distancia fondo del tanque y rodete*

L = la altura del tanque de lavado es de 2,80 m

$$x = L - Lb \quad \text{Ecuación 11}$$

$$x = 280 - 230$$

$$x = 50 \text{ cm}$$

*Alto de la paleta*

$$Ap = \frac{1}{5}Lb \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Ap = \frac{1}{5} * 115$$

$$Ap = 23 \text{ cm}$$

### **Ancho de la paleta**

$$Anp = 68 \text{ cm a cada lado}$$

Tomando en referencia el diámetro del tanque  $dt = 230 \text{ cm}$  se determinó que el ancho de la paleta será 68 cm a cada lado

### **Cálculo potencia para accionar el rodete**

#### **Cálculo del número de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{dt^2 * N * \delta}{\mu} \text{ Ecuación 13}$$

Dónde:

$dt$  = diámetro del tanque(m)

$N$  = Número de revoluciones por segundo

$\mu$  = Viscosidad del fluido (Pa.s)

$\delta$  = Densidad del fluido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Con esto tenemos:

$$\mu_{agua} = 1002 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}$$

$$\delta_{agua} = 998,2 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$N_{Re} = \frac{(2,30)^2 * (1,67) * (998,2)}{1002 \times 10^{-6}}$$

$$N_{Re} = 8800796,7$$

#### **Cálculo potencia del agitador**

Por medio de la gráfica del número de potencia  $Np$  en función de  $Nre$  el número de potencia es:

$$Np = \frac{P}{N^3 * dr^5 * \delta_{mezcla}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Con el número de Reynolds utilizamos la gráfica de correlaciones de potencia tomando en cuenta la curva 5: propulsor inclinado sin reflectores. **Ver Anexo K**

Teniendo un valor de:

$$Np = 0,38$$

$$P = \frac{Np * N^3 * dr^5 * \delta_{mezcla}}{gc} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$P = \frac{(0,38) * (1,67)^3 * (5,03)^5 * (65,47)}{32,14}$$

$$P = 11608.32 \frac{ft * lb}{s} * \frac{Np}{550 ft * \frac{lb}{s}} = 21,11Hp$$

Dónde:

P=Potencia (hp)

Np= Es número de potencia

N= Número de revoluciones por segundo

Dr = Diámetro del rodete (ft)

$\delta_{mezcla}$  = Densidad de la mezcla (lb/ft<sup>3</sup>)

Gc = gravedad específica (pies/s<sup>2</sup>)

- **Bandas transportadoras**

Las bandas transportadoras serán tipo Z con bandejas, para que las carnazas no resbalen y puedan recorrer su camino hacia el autoclave con facilidad, para el diseño de la banda se utilizó los datos de la siguiente tabla. **Ver Anexo L**

**Tabla 25-2: Datos para la banda transportadora**

Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Capacidad de transporte	Q	2,64	Tn/h
Velocidad de la banda	V	4.5	m/s
Longitud Banda	L	4.328	m
Ancho de banda	B	1.466	m

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

***Peso del producto transportado***

$$W_m = \frac{33.3Q}{V} \quad \text{Ecuación 16}$$

Dónde:

W<sub>m</sub>: Peso del producto transportado (lb/pie)

Q: Alimentación (Tn/h)

V: Velocidad de la banda (pie/min)

Entonces

$$W_m = \frac{33.3(2,64 \frac{Tn}{h})}{885,87(ft/min)} = 0,099 lb/pie$$

- **Autoclave.**

El equipo que se plantea para la operación de separación consiste en un autoclave a presión, usando como medio de calentamiento la inyección directa de vapor saturado. Su forma es cilíndrica vertical construido de acero inoxidable, el autoclave reposará sobre **Ver Anexo M** forma de cierre será con tapas torisféricas.

***Volumen***

$$fs = 0,10$$

$$m_{\text{carnaza}} = 7091,41 \text{ Kg} \approx 15636,6 \text{ lb}$$

$$\delta_{\text{carnaza}} = 1,02 \frac{\text{Kg}}{\text{l}} \approx 63,7 \text{ lb/ft}^3$$

$$V = \frac{m}{\delta} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$V = \frac{15636,6 \text{ lb}}{63,7 \text{ lb/ft}^3}$$

$$V = 245,47 \text{ ft}^3$$

### *Volumen del cilindro*

$$V_{\text{tanque}} = V_{\text{carnaza}} + fs \quad \text{Ecuación 18}$$

$$V_{\text{tanque}} = 245,47 + 0,10$$

$$V_{\text{tanque}} = 24,547 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = V_{\text{carnaza}} + V_{\text{tanque}} \quad \text{Ecuación 19}$$

$$V_{\text{tanque}} = 245,47 + 24,547$$

$$V_{\text{tanque}} = 270 \text{ ft}^3 * \frac{1 \text{ m}^3}{35,31 \text{ ft}^3} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 7646,55 \text{ l}$$

### *Volumen del cono*

$$V = \frac{\pi * r^2 * h}{3} \quad \text{Ecuación 20}$$

$$V = \frac{\pi * (0,85 \text{ m})^2 * (0,50 \text{ m})}{3} = 0,38 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 380 \text{ L}$$

$$VT = V_{\text{tanque cilindrico}} - V_{\text{tanque cónico}} \quad \text{Ecuación 21}$$

$$VT = 7646.55L - 380L = 7266,55L * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{35,31ft^3}{1m^3} = 256,58ft^3$$

**Diámetro del tanque**

$$V = \frac{\pi}{4} * D^2 * L \quad \text{Ecuación 22}$$

$$\frac{L}{D} = 2$$

$$V = \frac{\pi}{4} * D^2 * 2D$$

$$D^3 = \frac{2V}{\pi}$$

$$D^3 = \frac{2(256,58ft^3)}{\pi}$$

$$D = \sqrt[3]{163,34} = 5,47ft * \frac{0,3048m}{1ft} = 1.67m$$

$$D = 5,47ft * \frac{1m}{3.281ft} * \frac{1plg}{2,54 \times 10^{-2}m} = 65,64plg$$

$$R = 5,47/2 = 2,735ft * \frac{0,3048m}{1ft} = 0,834m$$

**Altura del casco**

$$V = \frac{\pi}{4} * D^2 * L$$

$$256,58ft^3 = \frac{\pi}{4} * 5,47ft^2 * L$$

$$L = 10.92ft \approx 3,33m$$

Para la construcción del casco cilíndrico se recomienda la utilización de acero inoxidable austenítico, con relación al cuadro de resistencias química de los metales para contenedores de grasas es aceptable utilizar aceros inoxidables 302, 304, 316, se recomienda utilizar el acero austenítico AISI 304L el cual equivale al ASTM A-240-340L por su bajo costo.

**Tabla 26-2: Propiedades mecánicas del Acero**

ASTM A-240-340 L		
Esfuerzo a la cedencia	25x10 <sup>3</sup> lb/plg <sup>2</sup>	
Esfuerzo mínimo a la tensión	70x10 <sup>3</sup> lb/plg <sup>2</sup>	
Esfuerzo máximo permisible en tensión (S)	200 °F	300 °F
	15.7x10 <sup>3</sup> lb/plg <sup>2</sup>	15.3x10 <sup>3</sup> lb/plg <sup>2</sup>

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4053/Capitulo4.pdf>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Para obtener el esfuerzo máximo permisible S se interpola de la tabla 26-2 con la temperatura de diseño  $T_{diseño}$  y se obtiene de la siguiente forma:

$$T_{max.operacion} = 250,33^{\circ}F$$

$$P_{max.operacion} = 30lb/plg^2$$

$$T_{diseño} = T_{maxima operacion} + 25^{\circ}F \quad \text{Ecuación 23}$$

$$T_{diseño} = 250,33^{\circ}F + 25^{\circ}F = 275,33^{\circ}F$$

$$P_{diseño} = 1,2 * P_{máxima operación} \quad \text{Ecuación 24}$$

$$P_{diseño} = 1,2 * \frac{30lb}{plg^2} = 36lb/plg^2$$

### Diseño del casco

#### *Espesor requerido de diseño y nominal*

$$e_r = \frac{Pd * R}{SE + 0.4Pd} \quad \text{Ecuación 25}$$

Dónde:

E = Eficiencia de la junta es 100% ya que no existirían muchas soldaduras

R = Radio en (plg)=2,73ft  $\approx$  32,82plg

S = 15601,3 lb/plg<sup>2</sup> Interpolando a 250,33°F de la Tabla 22-3

C = coeficiente de corrosión 0,0625

$$e_r = \frac{\frac{36lb}{plg^2} * 32,82plg}{\left(\frac{15601,3lb}{plg^2} * 1\right) + 0,4 \left(\frac{36lb}{plg^2}\right)} = 0,076plg \frac{25,40mm}{1plg} = 1,92mm$$

$e_{diseño} = e_r * c$       **Ecuación 26**

$$e_{diseño} = 0,076plg * 0,0625$$

$$e_{diseño} = 0,14 plg \approx 0,012ft$$

**Peso del acero del casco**

$P_{ac} = \frac{\pi L}{4} (d_e^2 - d_i^2) \delta_{acero}$       **Ecuación 27**

Dónde:

$d_i$ = diámetro interior del casco, plg

$d_e$ = diámetro exterior del casco, plg

$$\delta_{acero} = 489.526 lb/plg^3$$

$d_{in} = d_{ex} - ed$       **Ecuación 28**

$$d_{in} = 5,47 - 0,0127 = 5,45ft \approx 65,48plg$$

$$r_{in} = 2,725ft$$

$$P_{ac} = \frac{\pi 10,92}{4} (5,47^2 - 5,45^2) * 489.526$$

$$P_{ac} = 916,94 \text{ lb}$$

### Diseño de tapas

- *Espesor de la tapa de diseño (tapa torisférica)*

$$e_{td} = \frac{P_d * r_a * W}{2SE + P_d(W - 0,2)} + C \quad \text{Ecuación 29}$$

**Tabla 27-2: Parámetros de diseño de la tapa torisférica**

$d_e$ (plg)	$r_a$ (plg)	$i_{cr}$ (plg)	$sf$ (plg)
60	60	$3 \frac{5}{8}$	3

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4053/Capitulo4.pdf>

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

$$\frac{r_a}{i_{cr}} = \frac{60}{3,625} = 16,55 \text{ plg}$$

Interpolando encontramos W

**Tabla 28-2: Datos para la interpolación.**

$\frac{r_a}{i_{cr}}$	W
16,00	1,75
<b>16,55</b>	<b>1,76</b>
16,66	1,77

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Dónde:

W= intensificación de esfuerzos

$r_a$ = radio de abombado (plg)

$i_{cr}$ =radio interior de transición (plg)

$sf$ =longitud de ceja recta (plg)

$d_e$ =diámetro exterior de la tapa (plg)

$$e_{td} = \frac{36 * 60 * 1,76}{2 (15601,3 * 1) + 36(1,76 - 0,2)} + 0,0625 = 0,18 \text{ plg}$$

### ***Diámetro plano de la tapa***

$$d_p = 1,0416 d_e + 2(sf - i_{cr}/3) \quad \text{Ecuación 30}$$

$$d_p = 1,0416 * 60 + 2(3 - 3,625/3)$$

$$d_p = 70,91 \text{ plg}$$

### ***Profundidad y abombado en las tapas sin considerar ceja recta***

$$P = \left[ r_a - \left\{ (r_a - i_{cr})^2 - \left( \frac{din}{2} - e_{td} - i_{cr} \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \frac{dex}{din} \quad \text{Ecuación 31}$$

$$P = \left[ 60 - \left\{ (60 - 3,625)^2 - \left( \frac{65,48}{2} - 0,18 - 3,625 \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \frac{65,64}{65,48}$$

$$P = 11,65 \text{ plg} * \frac{2,54 \times 10^{-2}}{1 \text{ plg}} * \frac{3,281 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 0,97 \text{ ft}$$

### *Peso del acero de la tapa*

$$P_{at} = \frac{\pi * (dp)^2 * e_{td} * \left(\frac{\delta_{ac}}{1728}\right)}{4} * \# \text{ de tapas} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$P_{at} = \frac{\pi * (70,91)^2 * 0,18 * \left(\frac{489,526}{1728}\right)}{4} * 1$$

$$P_{at} = 201,37 \text{ lb}$$

### **Diseño de las silletas**

- *Distancia de cabeza a sileta*  $\leq 0,2L$  autoclave

$0,2(10,92) = 2,18$  por lo que la distancia de cabeza a silla será de 2 ft

- **Espesor del alma de la placa**

### **Carga de la sileta**

$$fs = 0,10$$

$$Q_{silla} = \frac{\text{Peso del recipiente}}{\# \text{ de silletas}} = P_{acero \text{ casco}} + P_{tapa} + P_{carnaza} + fs \quad \text{Ecuación 33}$$

### *Peso del recipiente*

$$P_R = 1,1(P_{acero \text{ casco}} + P_{tapa} + P_{carnaza}) \quad \text{Ecuación 34}$$

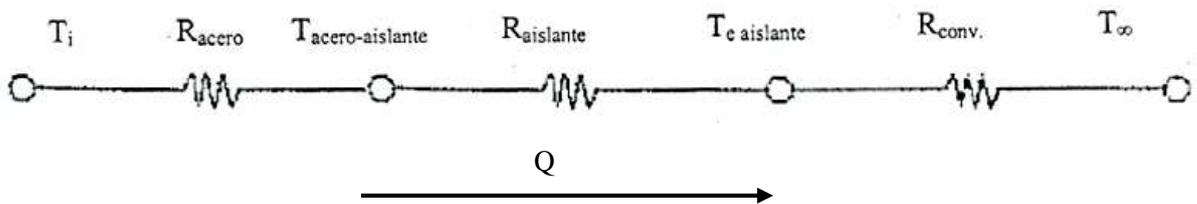
$$P_R = 1,1(916,94 \text{ lb} + 201,37 \text{ lb} + 15636,56 \text{ lb})$$

$$P_R = 18430,36 \text{ lb}$$

$$Q_{silla} = \frac{18430,36 \text{ lb}}{3} = 6143,45 \text{ lb}$$

El ancho estándar de la silleta es de 12 pulgadas para acero y de 15 pulgadas para concreto

**Calor disperso en el casco**



Dónde:

$T_i$  = Temperatura en el interior del autoclave, °F

$R_{acero}$  = Resistencia térmica del acero del casco por conducción, BTU/hft°F

$T_{acero-aislante}$  = Temperatura interfase del casco y el aislante, °F

$R_{aislante}$  = Resistencia térmica del aislante por conducción, BTU/hft°F

$T_{e \text{ aislante}}$  = Temperatura en la superficie del aislante, °F

$R_{conveccion}$  = Resistencia térmica por convección libre, BTU/hft°F

$T_{\infty}$  = Temperatura del medio ambiente, °F

$Q$  = Calor disperso, BTU/h

Para determinar el calor disperso

$$Q_{disp} = \frac{\Delta T_{sobre \text{ el total}}}{\sum R_i} \quad \text{Ecuación 35}$$

$$Q_{disp} = \frac{T_i - T_{\infty}}{R_{acero} + R_{aislante} + R_{conveccion}} \quad \text{Ecuación 36}$$

Conociendo que resistencia de convección y conducción es:

$$R_{conduccion} = \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2\pi KL} \quad \text{Ecuación 37}$$

$$R_{conveccion} = \frac{1}{2\pi r_{ext} L h} \quad \text{Ecuación 38}$$

Dónde:

$K$  = Conductividad térmica del material, BTU/hft<sup>2</sup>°F

$h$  = Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie, ft

$L$  = Longitud del tanque, ft

$r_i$  = Radio interno del autoclave, ft

$r_e$  = Radio externo del autoclave, ft

$L$  = Longitud del casco cilíndrico del autoclave, ft

$$R_{acero} = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi K_{acero} L} \quad \text{Ecuación 39}$$

$$R_{acero-aislante} = \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi K_{aislante} L} \quad \text{Ecuación 40}$$

$$R_{convección} = \frac{1}{2\pi r_3 L h} \quad \text{Ecuación 41}$$

Dónde:

$r_1$  = Radio interno del casco cilíndrico del autoclave, ft

$r_2$  = Radio exterior del casco cilíndrico del autoclave, ft

$r_3$  = Radio exterior del aislante en el autoclave, ft

Se da un valor aproximado de h para problemas de convección libre, este es 1,76 BTU°Fft

Sustituyendo se tiene:

$$Q_{disp} = \frac{T_i - T_\infty}{\frac{r_2^2}{2\pi K_{acero} L} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi K_{aislante} L} + \frac{1}{2\pi r_3 L h}} \quad \text{Ecuación 42}$$

$$Q_{disp} = \frac{(275,33 - 68)^\circ F}{\frac{\ln \frac{2,735}{2,725}}{2\pi(9,66)(10,92)} + \frac{\ln \frac{2,985}{2,735}}{2\pi(0,039)(10,92)} + \frac{1}{2\pi(2,985)(10,92)(1,76)}}$$

$$Q_{disp} = 5845,65 \frac{BTU}{h} * 3h = 17536,95 BTU$$

Calor disperso con aislamiento en el casco

$$R_1 = 2,725 ft$$

$$R_2 = 2,735 ft \quad r_2 + \text{Espesor del aislante} = 2,735 + 0,25 = 2,985 ft$$

$$R_3 = 2,985 ft$$

$$\text{Espesor del aislante} = 3'' = 0,25 ft$$

$$K_{aislante} = 0,039 \frac{BTU}{h^\circ F ft} \quad \text{Filtro de asbesto laminado}$$

$$K = \text{Conductividad térmica del acero } 9,66 \frac{BTU}{h^\circ F ft}$$

$$h = \text{Coeficiente convectivo térmico del aislante, } 1,76 \frac{BTU}{h^\circ F ft}$$

### ***Calor disperso sin aislamiento en el casco***

$$R_{cov} = \frac{1}{2\pi * 2,985 * 11 * 1,76} = 0,00275 \frac{^{\circ}F}{BTU}$$

Para el proceso a 250,33°F sin aislamiento

$$Q_{disp} = \frac{207,33^{\circ}F}{0,00275 \frac{^{\circ}F}{BTU}} = 75392,73 BTU$$

Se tomará el calor de las tapas como el 60% del calor dispuesto sin aislamiento

$$Q_{disp. \text{ en las tapas}} = 0,6(75392,73)$$

$$Q_{disp. \text{ en las tapas}} = 45235,64 BTU$$

La energía total dispuesta total a 250,33°F durante 180 min de proceso será la sumatoria de la energía dispuesta en el casco más la dispersa en las tapas.

$$Q_{Total} = Q_{disp} + Q_{disp. \text{ en las tapas}} \quad \text{Ecuación 43}$$

$$Q_{Total} = 17536,95 + 45235,64$$

$$Q_{Total} = 62772,59 BTU$$

$$Energía = 62772,59 BTU * \frac{1054,85 J}{BTU}$$

$$Energía = 62215666,56 J$$

### ***Calor necesario para calentar la cámara***

$$Cp_{carnaza} = 15240 \frac{J}{Kg^{\circ}K} * \frac{BTU}{1054,85 J} * \frac{Kg}{2,205 lb} * \frac{274^{\circ}K}{1^{\circ}C} * \frac{1^{\circ}C}{33,8^{\circ}F} = 53,12 \frac{BTU}{lb^{\circ}F}$$

$$Q_{carnaza} = m_{carnaza} * Cp_{carnaza} * \Delta T \quad \text{Ecuación 44}$$

$$Q_{carnaza} = 15636,6 lb \left( 53,12 \frac{BTU}{lb^{\circ}F} \right) (275,33 - 68)^{\circ}F$$

$$Q_{carnaza} = 172211214,6 BTU$$

**Calor necesario para calentar el acero en el autoclave**

$$Cp_{acero} = 304 L = 0,12 \frac{BTU}{lb^{\circ}F}$$

$$Q_{acero} = m_{(casco+tapas)} * Cp_{acero} * \Delta T \quad \text{Ecuación 45}$$

$$m_{(casco+tapas)} = 916,94 + 201,37 = 1118,31 lb$$

$$Q_{necesario} = 1118,31 \left( 0,12 \frac{BTU}{lb^{\circ}F} \right) (275,33 - 68)^{\circ}F$$

$$Q_{necesario} = 27823,11 BTU$$

**Calor total para cocción**

$$Q_{Total} = Q_{carnasa} + Q_{acero} + Q_{Total\ disperso\ tapas} + Q_{total\ disperso\ casco} \quad \text{Ecuación 46}$$

$$Q_{Total} = 172211214,6 + 27823,11 + 45235,64 + 17536,95$$

$$Q_{Total} = 172301810,3 = 1,72 \times 10^8 BTU$$

### *Vapor requerido para el cocimiento*

$$Q_{Total} = m_{vapor} * \lambda_{vapor} \quad \text{Ecuación 47}$$

El vapor para  $\lambda_{vapor}$  se obtiene de la tabla de vapor saturado **Ver Anexo N**  $T_{max.operacion} = 250,33^{\circ}F$  Y 30 lb/plg2

$$\lambda_{vapor} = 1164,1 \text{ lb}$$

$$m_{vapor} = \frac{Q_{Total}}{\lambda_{vapor}} \quad \text{Ecuación 48}$$

$$m_{vapor} = \frac{1,72 \times 10^8}{1164,1 \text{ BTU/lb}}$$

$$m_{vapor} = 147753,63 \text{ lb}$$

- **Saponificación**

Para este proceso se diseñó un equipo tipo reactor Batch discontinuo, el material de construcción será de acero inoxidable. **Ver Anexo O**

### *Volumen cilindro reactor*

$$Vr = 6000L * \frac{m^3}{1000L}$$

$$fs = 0,10$$

$$V = fs * Vr \quad \text{Ecuación 49}$$

$$V = 0.1 * 6000L = 600L \approx 0,6m^3$$

$$V_T = Vr + V \quad \text{Ecuación 50}$$

$$V_T = 6000L + 600L = 6600L \approx 6,6 m^3$$

Dónde:

V: Volumen cilindro (m<sup>3</sup>)

Dt: diámetro del cilindro (cm)

H: Altura del cilindro (cm)

Fc= factor de seguridad

***Cálculo del diámetro del tanque***

$$V = \pi * r^2 * h \quad \text{dónde} \quad h = 1,2dt$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * h}{4} \quad \text{Ecuación 51}$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * 1,2dt}{4}$$

$$4(6,6) = 3,77dt^3$$

$$dt = \sqrt[3]{7,00}$$

$$dt = 1,91m * \frac{100cm}{m} = 191cm \approx 195cm$$

***Altura del tanque***

$$h = 1,2dt$$

$$h = 1,2 * 1,95$$

$$h = 2,34m \approx 2,35m \approx 235cm$$

## Calculo sistema de agitación

Para el saponificador se utilizará una agitador de paleta plana que girará sobre un eje vertical impulsando al líquido radial y tangencialmente, el agitador es ideal para líquidos viscosos, material de construcción acero inoxidable. **Ver Anexo P**

- **Agitación media**= 130 rpm/60s=2,17 rev.s
- **Diámetro tanque**=195 cm

### *Altura del tanque agitador*

$$L = 1,2dt \quad \text{Ecuación 52}$$

$$L = 1,2(1,95)$$

$$L = 2,34 \text{ m}$$

Por criterios propios basándonos en la altura del tanque que mide 2,35 m se determinó que la altura del agitador deberá ser la misma de 2,35 m.

### *Longitud del brazo*

$$Lb = \frac{1}{2}dt \quad \text{Ecuación 53}$$

$$Lb = \frac{1}{2}(195)$$

$$Lb = 97,5 \text{ cm}$$

Al diseñar el tanque más alto y así obtener una mejor eficiencia en el mezclado se aumenta el largo del brazo a 190 cm

### *Espesor rodete*

$$Er = \frac{1}{4}Lb \quad \text{Ecuación 54}$$

$$Er = \frac{1}{4}97,5$$

$$Er = 24,38 \text{ cm}$$

*Diámetro del rodete*

$$dr = \frac{2}{3}(dt) \text{ Ecuación 55}$$

$$dr = \frac{2}{3}(195)$$

$$dr = 130 \text{ cm} \approx 4,27 \text{ ft}$$

*Distancia fondo del tanque y rodete*

$$x = L - Lb \text{ Ecuación 56}$$

$$x = 230 - 190$$

$$x = 40 \text{ cm}$$

*Alto de la paleta*

$$Ap = \frac{1}{5}Lb \text{ Ecuación 57}$$

$$Ap = \frac{1}{5}(97,5)$$

$$Ap = 19,5 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

*Ancho de la paleta*

$$Anp = 62 \text{ cm a cada lado}$$

Tomando en referencia el diámetro del tanque  $dt = 195 \text{ cm}$  se determinó que el ancho de la paleta será 62 cm a cada lado

### **Cálculo potencia para accionar el rodete**

#### ***Cálculo del número de Reynolds***

$$N_{Re} = \frac{dt^2 * N * \delta}{\mu} \quad \text{Ecuación 58}$$

Dónde:

$dt$  = diámetro del tanque(m)

$N$  = Numero de revoluciones por segundo

$\mu$  = viscosidad del fluido (Pa.s)

$\delta$  = densidad del fluido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Con esto tenemos:

$$\delta = 1266 \text{ Kg}/\text{m}^3 \text{ (Grasa)}$$

$$\mu = 0,2136 \text{ Pa. s (Grasa)}$$

$$N_{Re} = \frac{(1,95)^2 * (2,17) * (1266)}{0,2136}$$

$$N_{Re} = 48905,92$$

#### ***Cálculo potencia del agitador***

Por medio de la gráfica del número de potencia  $N_p$  en función de  $N_{re}$  el número de potencia es:

$$Np = \frac{P}{N^3 * dr^5 * \delta_{mezcla}} \quad \text{Ecuación 59}$$

Con el número de Reynolds utilizamos la gráfica de correlaciones de potencia tomando en cuenta la curva 5: propulsor inclinado sin reflectores.

Teniendo un valor de:

$$Np = 0,38$$

$$\delta_{mezcla} = 73,19 \text{ lb/ft}^3$$

$$gc = 32,14 \text{ ft/s}^2$$

$$P = \frac{Np * N^3 * dr^5 * \delta_{mezcla}}{gc} \quad \text{Ecuación 60}$$

$$P = \frac{(0,38) * (2,17)^3 * (4,27)^5 * (73,19)}{32,14}$$

$$P = 12551,86 \frac{\text{ft} * \text{lb}}{\text{s}} * \frac{Np}{550 \text{ft} * \frac{\text{lb}}{\text{s}}} = 22,82 \text{ Hp}$$

Dónde:

P=Potencia (hp)

Np= es número de potencia

N= Número de revoluciones por segundo

dr= Diámetro del rodete (ft)

$\delta_{mezcla}$  = Densidad de la mezcla (lb/ft<sup>3</sup>)

gc= gravedad específica (pies/s<sup>2</sup>)

- **Moldeado, secado y almacenamiento.**

Una vez elaborado el jabón se procederá a colocar en bandejas y dejar secar durante 24 horas en un cuarto libre de polvo, para luego ser cortados.

- **Diseño tanque reservorio de agua residual**

Las aguas provenientes tanto del tanque de lavado como del autoclave serán recogidas en un solo tanque.

### **Volumen del tanque**

$$V = V_{autoclave} + V_{lavado} \quad \text{Ecuación 61}$$

$$V_{autoclave} = 6415ml * \frac{1L}{1000ml} * \frac{m^3}{1000l} = 0,06415 m^3$$

$$V_{lavado} = 3,38 m^3$$

Haciendo referencia al volumen en ml que se obtiene de agua residual del autoclave al recuperar el sebo.

$$Vr = 0,06415 + 3,38$$

$$Vr = 3,4 m^3$$

$$V = Vr * fs \quad \text{Ecuación 62}$$

$$V = 3,4m^3 * 0,10$$

$$V = 0,34m^3$$

$$V_{Total} = V + Vr \quad \text{Ecuación 63}$$

$$V_{Total} = 0,34m^3 + 3,4 m^3$$

$$V_{Total} = 3,74 m^3$$

*Diámetro del tanque*

$$V = \pi * r^2 * h \quad \text{dónde} \quad h = 1,2dt$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * h}{4} \quad \text{Ecuación 64}$$

$$V = \frac{\pi * dt^2 * 1,2dt}{4}$$

$$4(3,74) = 3,77dt^3$$

$$dt = 1,58m = 1,60m \approx 160cm$$

*Altura del tanque*

$$h = 1,2dt \quad \text{Ecuación 65}$$

$$h = 1,2(1,60m)$$

$$h = 1,95m$$

## CAPITULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1.1 *Análisis de resultados*

#### 3.1.2 *Resultados de la caracterización físico-químico de las carnazas.*

Los resultados obtenidos del análisis de las carnazas se ilustran en la siguiente tabla:

**Tabla 1-3: Análisis físico-químico de las carnazas.**

<b>Muestra</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Ceniza</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>
1	81.7	5.81	7.72	2.89
2	79.4	4.64	9.11	<b>6.30</b>
3	83.5	6.15	8.28	3.87
4	73.8	5.72	8.41	<b>4.35</b>

Fuente: LACONAL

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### 3.1.3 Resultados de la caracterización físico-químico del sebo o grasa recuperada.

**Tabla 2-3: Propiedades físico-químicas de sebo**

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

Fuente: MULTIANALYTICA CIA. LTDA

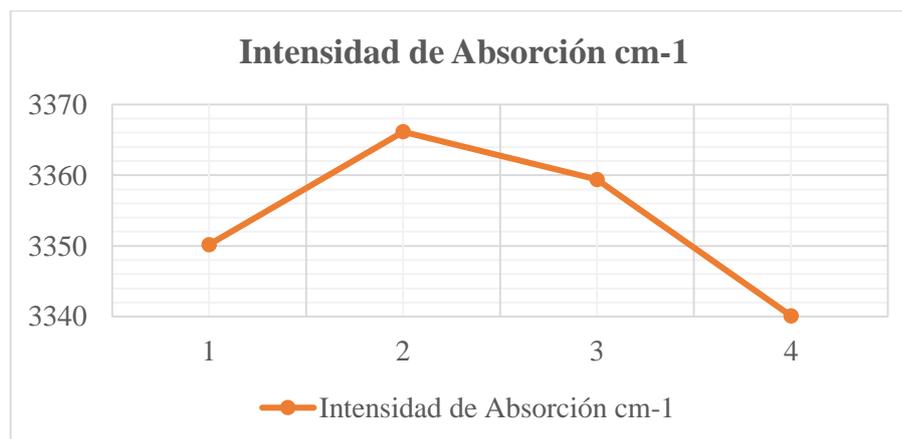
Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### 3.1.4 Resultados de las pruebas realizadas al alcohol a nivel de laboratorio (espectrómetro).

**Tabla 3-3: Resultados de los espectros**

Pruebas	1	2	3	4
Intensidad de Absorción $\text{cm}^{-1}$	3350,18	3366,14	3359,39	3340,1

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017



**Gráfico 1-3: Comparación de Intensidad de absorción de las muestras.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

En la gráfica 1-3 se observa que la intensidad de absorción más alta es de la prueba 2 llegando a ser un valor de 3366,14  $\text{cm}^{-1}$

### 3.1.5 Resultados del proceso industrial del jabón.

**Tabla 4-3: Resultados del proceso industrial del jabón.**

Proceso	Características				
<i>Pesaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza industrial de plataforma estriada</li> <li>Capacidad para 10000 kg</li> <li>Resistencia al agua</li> <li>Diseñada para trabajo pesado.</li> <li>construcción sólida en acero inoxidable A-304.</li> </ul>				
<i>Lavado</i>	Parámetros	Símbolo	Valor	Unidad	Características  Acero Inoxidable Cilíndrico Paleta: hélice bipala o aspas curvas
	Volumen	V	11,47	$\text{m}^3$	
	Diámetro del tanque	dt	2,30	m	
	Altura del tanque	h	2,80	m	
	Longitud del brazo del rodete	Lb	230	cm	
	Espesor del rodete	Er	28,75	Cm	
	Diámetro del rodete	dr	153.33	Cm	
	Distancia fondo del tanque y rodete	X	50	Cm	
	Alto de la paleta	Ap	23	Cm	
	Ancho de la paleta	Anp	68	Cm	
	Número de Reynolds	$N_{Re}$	8800796,7		
Potencia del agitador	P	21,11	Hp		
<i>Banda Transportadora</i>	Capacidad de transporte	Q	1.04	Tn/h	Tipo Z Acero Inoxidable
	Velocidad de la banda	V	4.5	m/s	
	Longitud banda	L	4.328	M	
	Ancho de banda	B	1.466	M	
	Peso del producto transportado	$W_m$	0,099	lb/pie	
<i>Autoclave</i>	Volumen cilindro autoclave	V	7266,55	L	Acero Inoxidable
	Diámetro alimentación	dt	1,67	M	
	Altura Casco	h	3,33	M	
	Espesor del casco	e	3,56	mm	
	Peso del acero del casco	Pac	415,92	Kg	
	Espesor de tapa torisférica	etd	4, 57	mm	
	Diámetro plano de la tapa	dp	1,80	M	
	Profundidad de abombado de la tapa	P	0,30	M	
	Peso del acero de la tapa	Pat	91,34	Kg	

Continúa:...	Calor disperso en el casco	Q <sub>dc</sub>	17536,95	BTU	austenítico AISI-304 L Cilíndrico Cónico Paleta: hélice bipala o aspas curvas
	Calor disperso en las tapas	Q <sub>dt</sub>	45235,64	BTU	
	Energía Total	E <sub>t</sub>	62772,59	BTU	
	Calor necesario para calentar la carnaza		172211214,6	BTU	
	Calor necesario para calentar el acero del autoclave	Q <sub>ac</sub>	27823,11	BTU	
	Calor total para cocción	Q <sub>total</sub>	172301810,3	BTU	
	Vapor requerido para cocimiento	m <sub>vapor</sub>	67019,92	Kg	
<i>Saponificador</i>	Volumen	V	6,6	m <sup>3</sup>	Acero Inoxidable Cilíndrico Paleta plana
	Diámetro del tanque	dt	1,95	M	
	Altura del tanque agitador	L	2,35	M	
	Altura del tanque	h	2,35	M	
	Longitud del brazo del rodete	L <sub>b</sub>	190	Cm	
	Espesor del rodete	E <sub>r</sub>	24,31	Cm	
	Diámetro del rodete	d <sub>r</sub>	130	Cm	
	Distancia fondo del tanque y rodete	X	40	Cm	
	Alto de la paleta	A <sub>p</sub>	20	Cm	
	Ancho de la paleta	A <sub>np</sub>	62	Cm	
	Número de Reynolds	N <sub>Re</sub>	48905,92		
	Potencia del agitador	P	22,82	Hp	
<i>Tanque Reservorio</i>	Volumen	V	3,74	m <sup>3</sup>	Acero Inoxidable Cilíndrico
	Diámetro del tanque	dt	1,60	m	
	Altura del tanque	h	1,95	m	

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

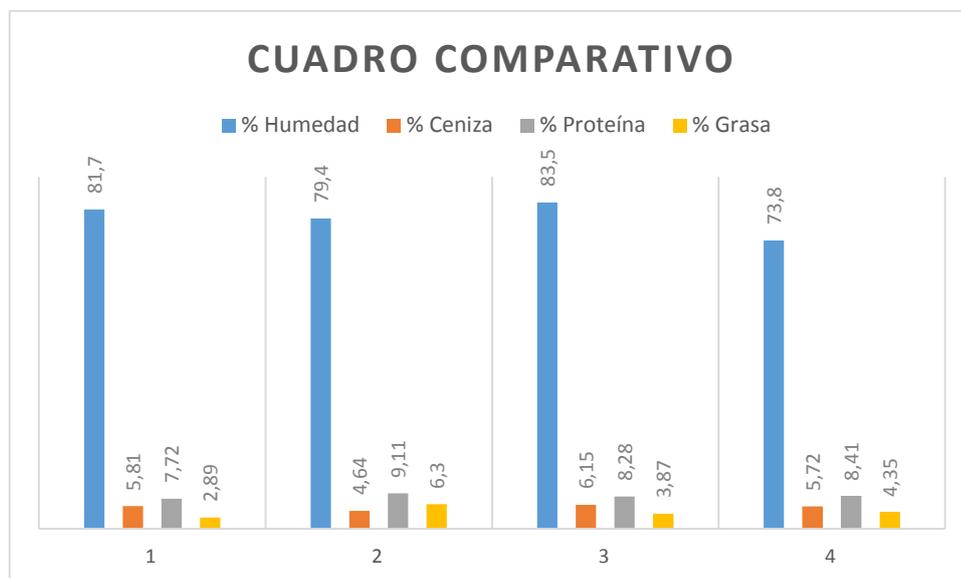
## 3.2 Prueba de Hipótesis

### 3.2.1 Hipótesis 1

Se levantó información de la caracterización físico-química, realizadas a las carnazas en un laboratorio certificado (LACONAL), las cuales fueron % ceniza, % humedad, % proteína, % grasa; como se puede ilustrar en la tabla 1-3. De esta forma se determinó los porcentajes de grasa existente en la muestra por lo que enseguida se procedió a recuperar la grasa, tomando en consideración que los altos porcentajes de grasas son debido a carnazas frescas.

La caracterización organoléptica realizada a las carnazas presentaron las siguientes características:

- Apariencia: tiras más o menos largas de aspecto desagradable
- Coloración: varía de amarillenta-verdosa a grisácea.
- Olor: rancio desagradable
- Textura: de pastosa a gelatinosa
- Húmedo y suave al tacto.
- Presencia de residuos (rabos).
- Presencia de tendones
- Restos de tejido adiposo.



**Gráfico 2-3: Cuadro comparativo de los análisis físico-químicos de las carnazas.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

En el gráfico 2-3 se puede apreciar que las muestras 2 y 4 tienen un porcentaje más elevado de grasa ya que fueron tomadas de las carnazas frescas, mientras que las muestras 1 y 3 poseen bajo contenido en grasa por lo que fueron carnazas guardadas.

### 3.2.2 Hipótesis 2

Las variables obtenidas para el diseño del dimensionamiento del equipo AUTOCLAVE que se utilizará para recuperar la grasa de las carnazas se muestran a continuación en la tabla siguiente:

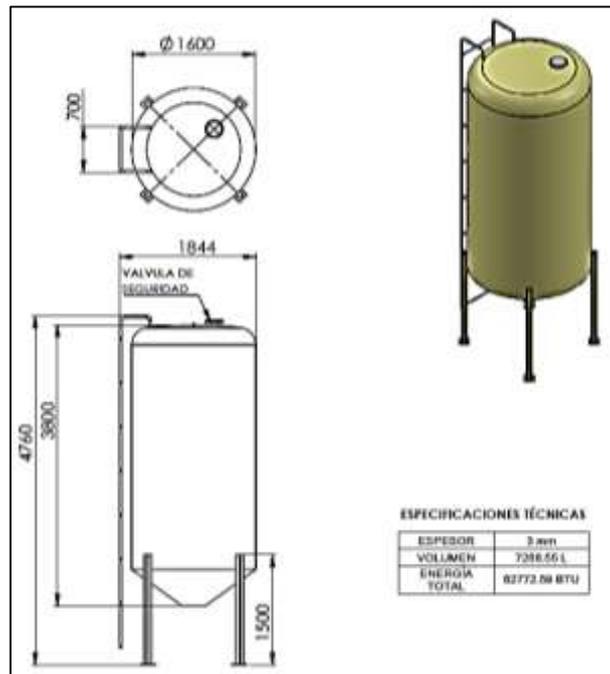
**Tabla 5-3: Variables de diseño del autoclave**

Proceso	Parámetros	Símbolo	Valor	Unidad
Autoclave	Volumen cilindro autoclave	V	7266,55	L
	Diámetro alimentación	dt	1,67	M
	Altura Casco	h	3,33	M
	Espesor del casco	e	3,56	Mm
	Peso del acero del casco	Pac	415,92	Kg
	Espesor de tapa torisférica	etd	4,57	Mm
	Diámetro plano de la tapa	dp	1,80	M
	Profundidad de abombado de la tapa	P	0,30	M
	Peso del acero de la tapa	Pat	91,34	Kg
	Calor disperso en el casco	Qdc	17536,95	BTU_
	Calor disperso en las tapas	Qdt	45235,64	BTU
	Energía Total	Et	62772,59	BTU
	Calor necesario para calentar la carnaza		172211214,6	BTU
	Calor necesario para calentar el acero del autoclave	Q <sub>ac</sub>	27823,11	BTU
	Calor total para cocción	Q <sub>total</sub>	172301810,3	BTU
Vapor requerido para cocimiento	m <sub>vapor</sub>	67019,92	Kg	

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Siendo las variables más importantes a controlar la temperatura y la presión, las mismas que indicarán el estado de cocimiento de las carnazas cuando éstas empiecen a separarse en sus fases.

## Diseño del Autoclave

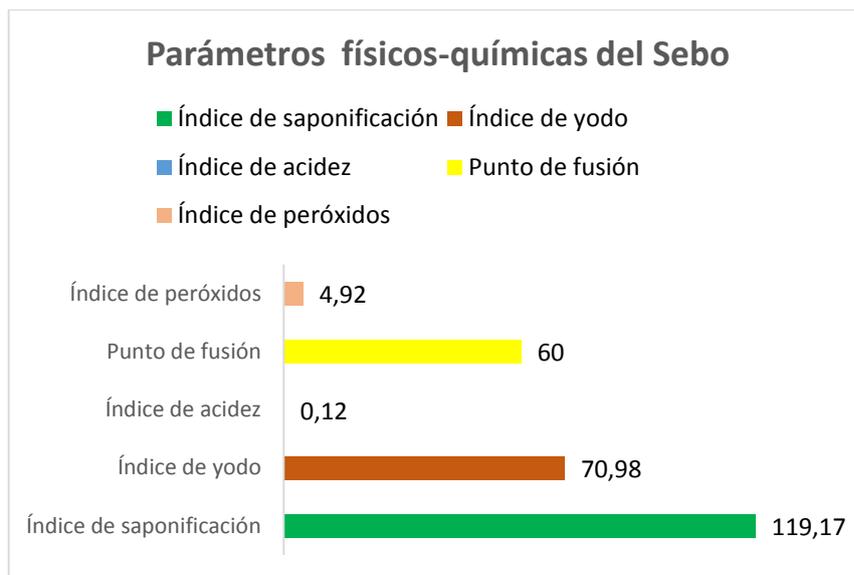


**Figura 1-3: Diseño del autoclave**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### 3.2.3 Hipótesis 3

Una vez recuperado el sebo se procedió a determinar las propiedades físico-químicas las mismas que se indican en la tabla 2-3. El sebo recuperado tiene las propiedades necesarias para ser utilizado como materia prima para tenso activos.



**Gráfico 3-3: Parámetros físico-químicos del sebo (grasa)**

**Realizado por:** COBA, Ligia; YANES, María, 2017

En base a la observación del gráfico 3-3 se concluye de acuerdo los siguientes parámetros mostrados a continuación.

- Cuanto mayor 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.

#### **3.2.4 Hipótesis 4**

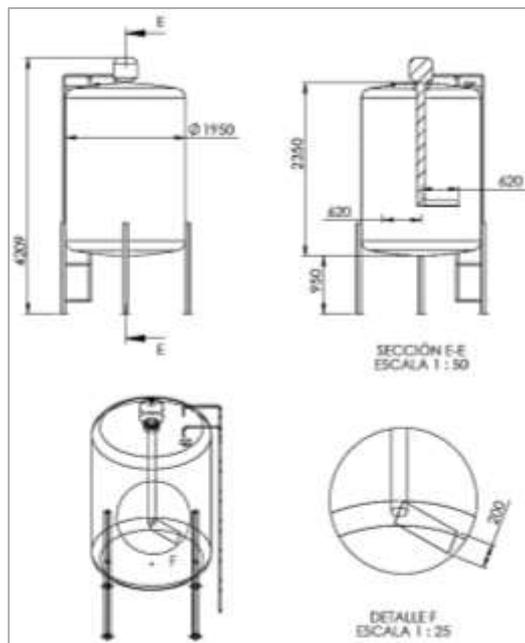
Tomando en cuenta el estudio y las pruebas realizadas a nivel de laboratorio con la grasa se logró obtener un tensoactivo, dando como resultado el jabón. Por lo que las variables de diseño y el dimensionamiento se realizaron para obtención del jabón, que se ilustra en la tabla siguiente.

**Tabla 6-3: Variables de diseño del saponificador**

Proceso	Parámetros	Símbolo	Valor	Unidad
<i>Saponificador</i>	Volumen cilindro	V	6600	l
	Diámetro tanque	dt	195	cm
	Altura del tanque	h	235	cm
	Altura del tanque agitador	h	2,35	m
	Longitud del brazo	Lb	190	cm
	Revoluciones por minuto	rpm	130	---
	Espesor del rodete	Er	24,38	cm
	Diámetro del rodete	dr	130	cm
	Distancia del fondo del tanque y el rodete	x	40	cm
	Alto de la paleta	Ap	20	cm
	Numero de Reynolds	$N_{RE}$	48905,42	
	Potencia del Agitador	P	22,82	Hp

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### Diseño del Saponificador



**Figura 2-3: Diseño del saponificador**

Fuente: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

### 3.2.5 Hipótesis 5

Durante la ejecución del trabajo de investigación arrojaron resultados negativos frente a la formación de detergentes por lo que no se puede comprobar la hipótesis planteada pero se da la alternativa de que la grasa es ideal para elaboración de jabones.

En el gráfico 8-2 se observa la intensidad de absorción de alcohol más alta que se consiguió alcanzar con la grasa recuperada, con la dosificación probada anteriormente se logró llegar a  $3366.14 \text{ cm}^{-1}$  de intensidad de absorción, realizando la comparación con la tabla 12-2, 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 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  $3600 \text{ cm}^{-1}$ ), a causa del alcohol contaminado no reacciona con el ácido sulfúrico para formar el sulfato ácido de alquilo siguiendo con la neutralización para finalmente obtener el alquil sulfato de sodio (detergente).

Finalmente se concluye que la grasa recuperada no es apta para la elaboración de detergentes, motivo por el cual no se puede validar el proceso de obtención de detergentes, pero si se puede utilizar la materia grasa para realizar jabones, a continuación se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 7-3: Parámetros Físico- químicos del jabón.**

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 insaponificable 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.

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Conforme a la norma NTE INEN 0839 del jabón los parámetros obtenidos como la humedad, acidez, materia insoluble en agua y materia insoluble en alcohol cumplen con la norma, mientras

**Ver Anexo Q**

que las otras no, por lo que está abierto a nuevas investigaciones o dosificaciones teniendo en cuenta que la obtención del jabón fue una alternativa al producto original de la investigación.

### 3.3 Discusión de resultados.

El objetivo principal fue reducir la cantidad de residuos sólidos generados en la Curtiembre específicamente en la operación de descarnación y a la vez dar un valor agregado, llegándose a cumplir con lo estipulado, se logró recuperar parte del residuo como es la grasa y está se utilizó como materia prima para la obtención de jabones adquiriendo ganancias de \$ **1410,9** diarios y un valor mensual de \$ **28218** para la empresa

Los resultados de los análisis físico-químicos de las carnazas obtenidos del laboratorio LACONAL revelaron los porcentajes promedios 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 éste.

En las recuperaciones del sebo se presentan 3 fases: una superior que es la grasa siendo nuestro objeto de estudio, segundo una fase líquida y por último sedimentos. Se obtuvo un promedio de 25% de grasa (tabla 9-2) como resultado de la recuperación, siendo este el mayor y sirviendo como base para los cálculos del diseño del proceso; teniendo en cuenta que un alto porcentaje de grasa se consigue cuando las carnazas son frescas, de igual manera el porcentaje más alto del líquido se tomó para realizar el diseño del tanque reservorio de agua residual.

Los análisis físicos-químicos realizados al sebo en el laboratorio MULTIANALYTICA CIA LTDA presentaron 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; sabiendo que mientras 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.

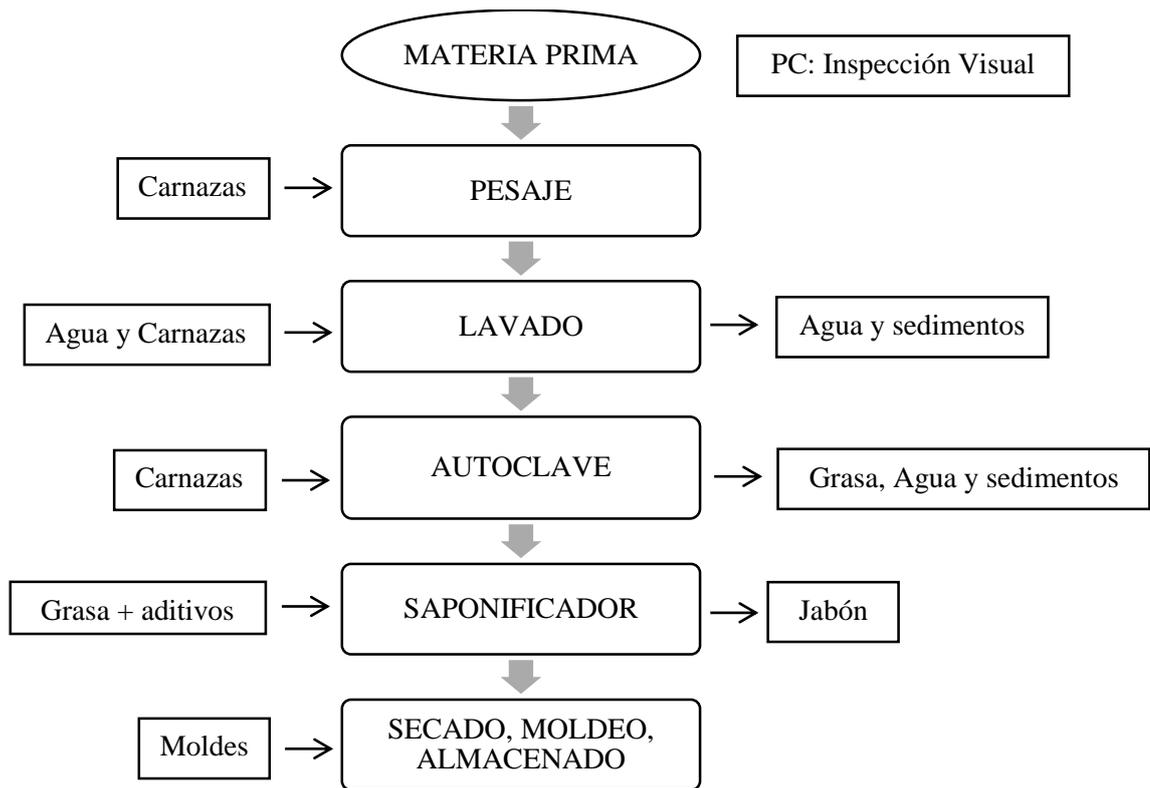
Para la formación del tensoactivo específicamente el detergente líquido industrial se realizaron varias pruebas de laboratorio proyectando resultados negativos ante la propuesta mencionada (gráfico 6-2), sabiendo que la calidad de la grasa afecta a la formación de un alcohol puro debido a que las carnazas fueron antes tratadas con sulfuros y cal en la operación de pelambre, el alcohol

propio o puro debe presentar las siguientes características: intensidad de absorción de 3500 a 3600  $\text{cm}^{-1}$  mostrando espectros puntiagudos, debe presentar un hidroxilo libre el mismo que ostenta un enlace aislado con la longitud y fuerza propia del tipo OH; el alcohol obtenido a nivel de laboratorio se presenta combinado entre un alcohol y ácido de color amarillento formando puentes de hidrógeno que hace que los espectros se vean anchos llegando a una intensidad de 3300  $\text{cm}^{-1}$  (Figura 6-1), este alcohol no es ideal para la formación de este tipo de tensoactivos, se propone otra alternativa como es el caso de producción de jabones, los resultados de los cálculos obtenidos son para el diseño del proceso del producto antes mencionado (tabla 3-3).

Para el dimensionamiento del proceso de saponificación a nivel industrial, se efectuó con el 25% de grasa obtenido de la recuperación en el laboratorio y la cantidad de grasa que se obtendrá a partir de 7091 Kg de carnaza teniendo como resultado 1800 Kg que se utilizará para obtener 6000 L de jabón. Estos datos sirvieron como base de cálculo para la dosificación y el diseño del proceso, el resto es subproducto que corresponde al líquido y a los lodos, se recomienda dar tratamiento tanto a los lodos como el líquido, al sólido para que sirva como compostaje u obtención de biogás y al líquido para ser descargado al sistema de alcantarillado.

Una vez obtenida las tres fases de las carnazas presentaron los siguientes porcentajes promedio siendo el 23% de grasa, 56% líquido y 21% lodos (tabla 9-2).

El diseño del proceso consta de las siguientes etapas:



**Gráfico 4-3: Diagrama del proceso de recuperación del sebo y obtención del jabón.**

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Todos los equipos fueron diseñados con un factor de seguridad del 10%, para evitar desbordamientos tanto del agua como del producto final, el material de construcción de los equipos será de acero inoxidable utilizando un área de 176 m<sup>2</sup> **Ver Anexo R**

## **CAPÍTULO IV**

### **4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

#### **4.1 Propuesta para la solución del problema**

Para la reducción de los residuos sólidos originados en operación del descarnado se logró recuperar parte de residuo como es el caso de la grasa, sirviendo como materia prima para jabones, una vez obtenidos los análisis físico-químicos del jabón se propone experimentar nuevas dosificaciones para la elaboración del tensoactivo y así pueda cumplir con los parámetros establecidos según la norma.

#### **4.2 Costos de implementación de la propuesta**

Los costos de implementación en el caso de que se pusiera en marcha el proceso serán manejados exclusivamente por la Empresa. Por motivos de confidencialidad no se tuvo acceso a la parte financiera que maneja la Curtiduría Tungurahua S.A.

Sin embargo se ha hecho una proforma real de los precios de los equipos, tomando en consideración las variables obtenidas a través del cálculo de ingeniería, además se ha realizado costos de la producción obteniendo como resultados los ingresos y egresos hacia la Empresa.

**Ver Anexo S**

**Tabla 1-4: Costos reales de los equipos.**

Nombre	Equipo	Costo \$
Pesaje		51 300,00
Tanque de lavado		102 600,00
Banda transportadora		19 735,68
Autoclave		188 100,00
Saponificador		82 650,00
Tanque reservorio		2 872,00
<b>TOTAL</b>		447257,68

Fuente: Proformas comerciales

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, Marfa, 2017

**Tabla 2-4: Costos de los insumos para elaboración del jabón**

Insumos	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costos total (\$)
Grasa	1800 Kg	-----	-----
Glicerina	1200 Kg	1,10 (c/kg)	1320
Aroma	52 Kg	25 (c/kg)	1300
Sosa caustica de 36° Bé	500 Kg	18 (c/kg)	9000
Aceite	900 L	0.92 (c/L)	828
Agua	600 L	0,001 (c/L)	0,60
Alcohol etílico	690 L	1,20 (c/L)	828
<b>Total</b>			13276,6

Fuente: Costos comerciales

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 3-4: Costo de producción diario.**

Cantidad Jabón (L)	Cantidad Jabón (Kg)	Peso jabón c/u (g)	Unidades de jabón producción	Costo por c/u	Total Ingresos (\$)
6000	7050	240	29375	0.50	14687.5

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

**Tabla 4-4: Costos de producción**

<i>Ingresos</i>			
Diario	Semanal	Mensual	Anual
14687.5	73437.5	293750	3525000
<i>Egresos</i>			
Diario	Semanal	Mensual	Anual
13276,6	66383	265532	3186384
<i>Total de ganancias</i>			
Diario	Semanal	Mensual	Anual
1410,9	7054.5	28218	338616

Realizado por: COBA, Ligia; YANES, María, 2017

Los ingresos, egresos y totalidad de ganancias se realizaron considerando solo los insumos.

La planta de producción de jabón puesta en marcha costará \$ 447257,68 realizando los costos de producción la planta genera ganancias alrededor de \$ 338616, eso indica que la cantidad de dinero invertida en la planta se logrará recuperar al cabo de dos años aproximadamente.

## CONCLUSIONES

- Mediante el estudio y diseño del proceso para la recuperación del sebo, de la operación del descarnado y obtención de detergentes de uso industrial en la Curtiduría Tungurahua S.A, se estableció que el sebo recuperado al estar contaminado no es viable para la obtención de detergentes, 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, razón por la cual no se logró conseguir el detergente. 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 la empresa a través de la fabricación de jabones.
- Al realizar la caracterización físico-química y organoléptica de los residuos de la operación del descarnado, se pudo conocer el porcentaje de grasa existente, utilizando el valor más alto del 25 % de grasa indispensable para realizar los cálculos pertinentes para el diseño.
- Para el dimensionamiento del proceso de recuperación del sebo se diseñó un Autoclave presentando las siguientes parámetros de diseño como son: diámetro (1,67m), altura (3,33m), volumen (7266,55L), presión (36lb/plg<sup>2</sup>), temperatura (275,33 F), capacidad calorífica (53,12 BTU/lbF), densidad (1,048 g/ml) y viscosidad (0,2136 Pa.s); siendo relevante las variables de temperatura y presión importantes para el cocimiento de la carnaza.
- La caracterización del sebo recuperado nos permite conocer si el sebo puede ser empleado en procesos industriales; los principales parámetros encontrados en esta caracterización son: índice de saponificación, índice de acidez, índice de yodo, índice de peróxido y punto de fusión.
- 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, motivos por el cual se realizó el diseño de este proceso, siendo el equipo importante el saponificador el cual presenta los parámetros siguientes como: Volumen (6600L), altura (235cm), diámetro (195cm), densidad (1,175g/ml), viscosidad (0,2136 Pa.s), potencia del agitador (22,82 Hp); las variables más significativas son las revoluciones del rodete (130,4 rpm) y la viscosidad importantes para determinar el tipo de paleta.

- 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 se presentó de color amarillento debido a que se encuentra combinado entre la formación de un alcohol y un ácido, además los puentes de hidrógeno hacen que las bandas de los espectros del alcohol sean más anchas llegando hasta un valor de  $3300\text{ cm}^{-1}$ , el alcohol puro debe presentar enlaces aislados con la longitud y fuerza propia del tipo OH, la región de tensión del alcohol propio va desde  $3500$  a  $3600\text{ cm}^{-1}$ , razón por la cual no se llega a la sulfonación y a la neutralización interponiéndose a la validación del proceso de obtención del detergente.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el predescarne en la Curtiduría Tungurahua, teniendo en cuenta que no entra en contacto con sustancias tóxicas, la calidad de la grasa no se vería afectado más bien se obtendrá grasas de alta eficiencia y porcentajes aún mayores de grasa presente.
- Es necesario que la recuperación de la grasa se realice diariamente para evitar la oxidación, enranciamiento y la baja calidad de la grasa.
- En base a la separación de las fases de las carnazas: grasa, líquido y lodos se recomienda dar tratamiento a los lodos y utilizarlo como compostaje u obtención de biogás.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**1. TEXTOS CIENTÍFICOS.COM.** [En línea] 6 de Junio de 2005.

[Citado el: 5 de Enero de 2017.]

Disponible en: <https://www.textoscientificos.com/jabon/introduccion>.

**2. ROJAS, Franklin.** *Estudio económico - financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte "UNCHE" derivado del proceso de curtición en el municipio de Villapinzón - Cundinamarca* [En línea]. Bogotá - Colombia: 2010.

Citado el: 25 de Noviembre de 2016.]

Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3052/1/790655.2010.pdf>.

**3. JABÓN INDUSTRIA** [En línea]. 8 de Febrero de 2017.

[Citado el: 9 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://www.jmcprl.net/GLOSARIO/JABON,%20INDUSTRIA.htm>.

**4. BIODISOL** [En línea]. 5 de Febrero de 2017.

[Citado el: 10 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/la-produccion-de-biodiesel-materias-primas-procesos-calidad/>.

**5. ARANGO, Carlos.** *Sistema de Referenciación Ambiental para el sector Curtiembre en Colombia (SIRAC)* [En línea]. Colombia: Febrero de 2004.

Citado el: 13 de Febrero de 2016.]

Disponible en: <http://www.sirac.info/curtiembres/html/Archivos/Publicaciones/Manual.pdf>.

**6. ARMENDARIS, Gerardo.** *Química Orgánica Moderna. Edición. 1ª.* Quito - Ecuador: Gallo capitán. 1981. p. 200.

**7. CARRERO, Isabel & HERRÁEZ, Angel.** *Jabones y Detergentes* [En línea]

[Citado el: 19 de Diciembre de 2016.].

Disponible en: <http://biomodel.uah.es/model2/lip/jabondet.htm>.

**8. CLUB ENSAYOS.** Obtención de la grasa purificada [En línea] 4 de Marzo de 2015.

[Citado el: 12 de Febrero de 2016.].

Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/OBTENCI%C3%93N-DE-LA-GRASA-PURIFICADA/2367920.html>.

**9. CRISTINA.** *Neetesuela* [En línea], 20 de Octubre de 2011.

[Citado el: 16 de Diciembre de 2016.].

Disponible en: <http://neetesuela.org/proceso-de-saponificacion/>.

**10. CURTIDURIA TUNGURAHUA.** *Amerpages.* [En línea]

[Citado el: 12 de Febrero de 2016.].

Disponible en: <http://amerpages.com/spa/ecuador/items/view/33051/curtiduria-tungurahua>.

**11. CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.** *Curtiduría Tungurahua.* [En línea]

[Citado el: 3 de Mayo de 2016.].

Disponible en: <http://www.ctu.com.ec/productos.php?id=7>.

**12. DEFINICIÓN ABC.** *Definición abc.* [En línea]

[Citado el: 6 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://www.definicionabc.com/general/aceite.php>.

**13. EQUIPOS Y LABORATORIO DE COLOMBIA S.A.S.** *Equipos y Laboratorio.* [En línea] 2011.

[Citado el: 8 de Enero de 2017.]

Disponible en: [http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos\\_mo.php?it=5919](http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=5919).

**14. ERNEY, Camila.** [En línea] 2010.

[Citado el: 6 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://alcoholesquimica.blogspot.com/>.

**15. ESCOBAR RUIZ, Cinthia Dennisse & PEÑA BARRETO, Fanny Carmita. 2016.** Utilización de viruta de cuero en la elaboración de productos de fibrocemento para interiores en la empresa TUBASEC C.A. (TESIS) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ingeniería Química. Riobamba - Ecuador: 2016. p. 6.

**16. FOND, María.** *Infrarrojo.* [En línea]

[Citado el: 6 de Febrero de 2017.]

[http://www.ancap.com.uy/docs\\_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2011/REF%2022\\_2011%20TECNICO%20LABORATORIO%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/INFRARROJO1.PDF](http://www.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2011/REF%2022_2011%20TECNICO%20LABORATORIO%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/INFRARROJO1.PDF).

**17. DEVORE, G.** *Química Orgánica.* Edición 2da. Distrito Federal - México: 1983. p. 601.

**18. HART, Harold, HART, David y CRAINE, Leslie.** *Química Organica*. Edición 9na. Distrito Federal - México : McGRAW-HILL, 1995. pp. 439,440.

**19. HOINACKI, Eugenio.** *Peles e couros*. Edición 2da. Porto Alegre - Brasil: Pallotti. 1989, p. 98.

**20. IDEAM.** Técnicas de Muestreo [En línea] 2011.

[Citado el: 26 de Enero de 2017.].

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento\\_Contenido\\_en\\_linea/leccin\\_27\\_tcnicas\\_de\\_muestreo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento_Contenido_en_linea/leccin_27_tcnicas_de_muestreo.html).

**21. INGRAO, Michele & MARTINI, Martha.** *Curso de Formacion sobre las Tecnologias empleadas en la Elaboracion y acabado de Objetos de piel*. Edición 1era. Cuenca - Ecuador: 1996. pp. 48,49.

**22. SCRIBD.** *Instituto de investigación y desarrollo de procesos químicos – Ing. Química - UMSA*. [En línea] Agosto de 2004.

[Citado el: 2 de Junio de 2016.].

<https://es.scribd.com/doc/225899658/RESIDUOS-GRASAS-RASTROS-Y-CURTIEMBRES-pdf>.

**23. MARTÍNEZ, Carla.** *Uncomo* [En línea]. 2017.

[Citado el: 5 de Enero de 2017.]

<https://belleza.uncomo.com/articulo/cuales-son-los-usos-de-la-glicerina-28583.html>.

**24. MENDOZA, Pablo & ZAVALA, Karla.** Diseño y pruebas de funcionamiento de un sistema para esterilización comercial de alimentos. [En línea] Marzo 2013.

[Citado el: 31 de Enero de 2017.]

<http://ri.ues.edu.sv/3251/1/Dise%C3%B1o%20y%20pruebas%20de%20funcionamiento%20de%20un%20sistema%20para%20esterilizaci%C3%B3n%20comercial%20de%20alimentos.pdf>.

**25. MILLER, Jr.** *Preparación, curtido y arte de trabajar el cuero, Química técnica de tenería.* Edición 1ª. Buenos Aires - Argentina: Albastros, 1960, p. 346

**26. COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** *Guía ambiental para la industria del curtido y preparado de cueros.* Edición 2da. Bogotá - Colombia: By Print Digital Ltda, 2006. pp. 9-20.

**27. PÉREZ PORTO, Julián & GARDEY, Ana.** *Definicion.com.* [En línea] 2011.

[Citado el: 12 de Noviembre de 2016.].

Disponible en: <http://definicion.de/cuero/>.

**28. RAMIREZ GOMEZ, Jorge Andrés.** *Curtiembres* [En línea] 2014.

[Citado el: 8 de Noviembre de 2016.].

Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/curtiembres%20TRABAJO%20FINAL.pdf>.

**29. ROJAS, Franklin.** Estudio económico - financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte "UNCHE" derivado del proceso de curtiembre en el municipio de Villapinzón - Cundinamarca [En línea] (**TESIS DE MAESTRÍA**) Universidad de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá - Colombia, 13 de Mayo de 2010. pp. 30-115.

[Citado el: 6 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3052/1/790655.2010.pdf>.

**30. ROMERO, Benjamín & PARATORE, Paco.** *Introducción a la Química II Orgánica*. Edición 2da. Lima - Perú: Brasa S.A. 1980. pp. 110,111.

**31. RUBINSON, Kennet & RUBINSON, Judith.** *Análisis Instrumental*: Madrid - España: Pearson Educación, 2000. p. 125.

**32. SALINAS, Verónica.** El Cuero, producción Industrial y artesanal en el Ecuador Análisis comparativo sobre el método de producción del cuero entre las provincias de Tungurahua y Azuay [En línea] (Tesis). Universidad del Azuay, Facultad de diseño, Ecuador. 2014. pp. 21-23

[Citado el: 3 de Febrero de 2017.]

Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3849>.

**33. SOLOMONS, Graham.** *Química Orgánica*. Edición 2da. Distrito Federal - México: Limusa Willey. 2004. p. 1246.

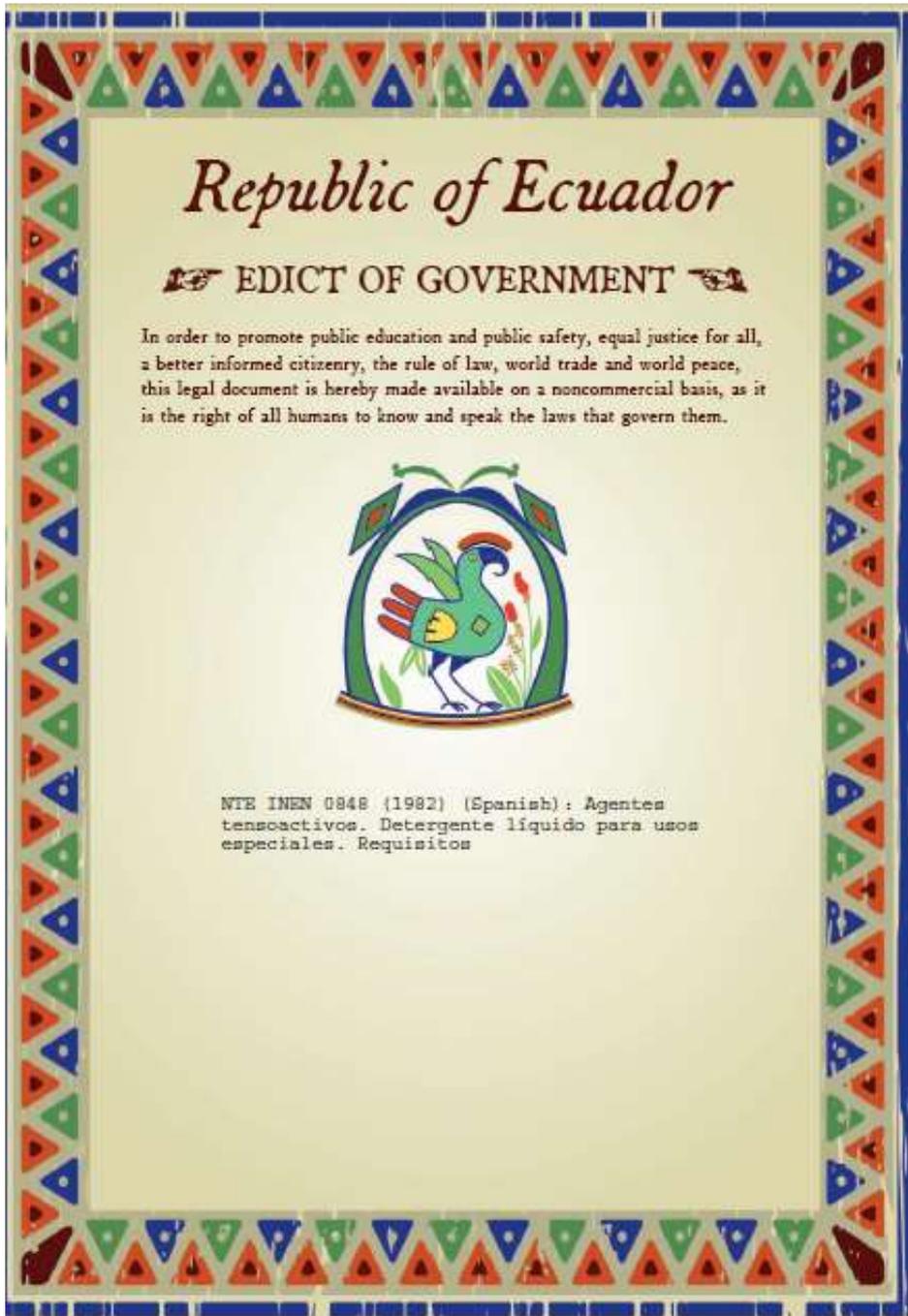
**34. STEGER, Eva & GUTIÉRREZ, Joseph.** *Producción de jabón* [En línea], Marzo de 2012. [Citado el: 5 de Enero de 2017].

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/wp-content/uploads/proyecto-final.pdf>.

**35. SUÁREZ, Katherine.** Determinación del índice melasigénico en las etapas del proceso de elaboración de azúcar blanco en el ingenio azucarero del norte IANCEM y su influencia global en la recuperación de sacarosa. (TESIS). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ingeniería Química. Riobamba - Ecuador. 2016. pp. 22-23.

## ANEXOS

### ANEXO A. INEN 848 1982-02 - AGENTES TENSOACTIVOS. DETERGENTE LIQUIDO PARA USOS ESPECIALES. REQUISITOS



Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

**AGENTES TENSOACTIVOS.  
DETERGENTE LIQUIDO PARA USOS ESPECIALES.  
REQUISITOS**
**INEN 848  
1982-02**
**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los detergentes líquidos para uso industrial y máquinas lavadoras de uso doméstico.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se refiere a los detergentes líquidos basados principalmente en activos sintéticos.

**3. REQUISITOS GENERALES**

3.1 Los detergentes líquidos deben poseer aptitud para eliminar la suciedad.

3.2 El producto debe estar libre de materias extrañas a su composición y fórmula declarada.

3.3 Debe presentarse en forma de soluciones o dispersión.

3.4 Los detergentes líquidos de uso especial deben cumplir con las especificaciones establecidas en la Tabla 1.

**TABLA 1. Especificaciones de los detergentes líquidos de uso especial.**

REQUISITO	UNIDAD	MÁQUINAS LAVADORAS		USO INDUSTRIAL		METODO DE ENSAYO
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Materia activa	% (m/m)	15		1		INEN 833
Materia insoluble en agua	% (m/m)		3		libre	INEN 816
Materia insoluble en alcohol	% (m/m)		50		5	INEN 817
pH	-	7	11			INEN 820

**4. ENVASADO, EMPAQUETADO Y ETIQUETADO**

4.1 Los detergentes líquidos de uso especial deben envasarse en recipientes de material apropiado, a fin de que no se alteren sus características básicas, el envase debe sellarse convenientemente para su expendio.

(Continúa)

4.2 Cada unidad de empaque debe presentar un rótulo perfectamente legible, que incluya la información siguiente:

- a) razón social del fabricante y marca comercial,
- b) denominación del producto,
- c) identificación del lote respectivo,
- d) volumen o masa neta al envasar, en centímetros cúbicos o gramos,
- e) Norma INEN de referencia,
- f) número del Registro Sanitario,
- g) dirección del fabricante, ciudad y país,
- h) y demás especificaciones exigidas por ley.

4.3 No debe presentar leyendas de significado ambiguo ni descripción de características que no puedan ser debidamente comprobadas.

## 5. MUESTREO

5.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la Norma INEN 815.

**APENDICE Z****Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

- INEN 815 Agentes tensoactivos. Muestreo.
- INEN 816 Agentes tensoactivos Determinación de la materia insoluble en agua.
- INEN 817 Agentes tensoactivos Determinación de la materia insoluble en alcohol.
- INEN 818 Agentes tensoactivos Determinación de humedad y materia volátil.
- INEN 820 Agentes tensoactivos. Determinación del pH.
- INEN 833 Agentes tensoactivos. Determinación de la materia activa.

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

- Norma Hindú IS: 4956. Specification for synthetic detergents for industrial purposes Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 848	<b>TÍTULO:</b> AGENTES TENSOACTIVOS. DETERGENTE LIQUIDO PARA USOS ESPECIALES. REQUISITOS.	<b>Código:</b> QU 08.01-410
-----------------------------------	---	--------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Caracter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de 1980-04-07 a 1980-05-30

La Norma INEN 848 fue sometida a Consulta Pública de 1980-04-07 a 1980-05-30, periodo que fue ampliado hasta 1980-07-30, y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

**Subcomité Técnico:** QU 08.01 AGENTES TENSOACTIVOS

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1981-09-04

**Integrantes del Subcomité Técnico:**

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Sr. Jacinto Velaz  
 Ing. Medardo Parra  
 Dra. María A. Cueto  
 Ing. Carlos E. Grini  
 Sr. Pedro Raimoso  
 Dr. Armando Hartmann  
 Sr. Francisco Nussbaum  
 Ing. Gerardo Vintasa  
 Dra. Isabel de Caceres  
 Sr. Juan Vilasaca  
 Sr. José Lacambra  
 Sr. José Peñe  
 Sr. Wolfgang W. Klein  
 Sr. Eric Chimboza  
 Ing. Diego Zabala  
 Ing. Fernando Casco  
 Dr. Raúl Vintasa  
 Ing. Juan Navarro  
  
 Dr. Ramón Hidalgo  
 Ing. Eduardo Berg  
 Sr. Enrique Yáñez  
 Sr. Ricardo Echeverría  
 Ing. César Izan

MULTIQUIM S.A.  
 MULTIQUIM S.A.  
 COLGATE PALMOLIVE DEL ECUADOR  
 COLGATE PALMOLIVE DEL ECUADOR  
 COLGATE PALMOLIVE DEL ECUADOR  
 JABONERIA NACIONAL  
 JABONERIA WILSON  
 JABONERIA WILSON  
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE  
 L.J.E.S.A.  
 L.J.E.S.A.  
 L.J.E.S.A.  
 INDUSTRIAS ALES C.A.  
 FABRIL  
 FABRIL  
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO  
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO  
 UNIVERSIDAD CENTRAL INGENIERIA  
 QUIMICA  
 JABONERIA GUAYAQUIL  
 DANEC  
 QUIMICAMP DEL ECUADOR  
 QUIMICAMP DEL ECUADOR  
 INEN

Otros trámites: \*<sup>13</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de: 1982-02-04

Oficializada como: **OBLIGATORIA**  
 Registro Oficial No. 198 del 1982-03-10

Por Acuerdo Ministerial No. 154 del 1982-02-26

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E5-29 y Av. 6 de Diciembre  
Cañilla 17-01-3999 - Telfs: (003 2) 2 801888 al 2 801891 - Fax: (003 2) 2 867818  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inentlaboratorios@inen.gov.ec](mailto:inentlaboratorios@inen.gov.ec)  
Regional Guayaquil: E-Mail: [inenquayazs@inen.gov.ec](mailto:inenquayazs@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inenazucosa@inen.gov.ec](mailto:inenazucosa@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

## ANEXO B. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA CARNAZA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-153		R01-5.10.06				
Solicitud N°: 16-153		Pág: 1 de 1				
Fecha recepción: 06 junio 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 06 - 07 junio 2016				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0603920430					
Representante: Ligia Carolina Coba Guaynlema	Tel: 032904205					
Dirección: San Andrés	Celular: 0995570967					
Ciudad: Guano	E mail: carolcoba_b3@hotmail.com					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Carnaza	Peso: 4 lbs					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda de plástico					
Lote: n/a	No de muestras: una					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 06 junio 2016					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Carnaza	15316451	Ninguno	Cenizas	AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	5.81
			Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	7.72
			Humedad	AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	81.7
			Ceniza	AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	2.89
Conds. Ambientales: 17.8 °C; 50%HR						
Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si X No						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:16-159</b>		R01-5.10 06				
Solicitud N°: 16-159		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 08 junio 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 08 - 09 junio 2016				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0603920430					
Representante: Ligia Carolina Coba Guayanlema	Tlf: 032904205					
Dirección: San Andrés	Celular: 0995570967					
Ciudad: Guano	E mail: carolcoba_b3@hotmail.com					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Carnaza	Peso: 5.42 kg					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Funda de plástico					
Lote: n/a	No de muestras: una muestra					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 08 junio 2016					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Carnaza	15916462	Ninguno	Cenizas	AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	4.64
			Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	9.11
			Humedad	AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	79.4
			Grasa	AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	6.30
Conds. Ambientales: 18.6 °C; 48%HR						
 <b>Ing. Gladys Risueño</b> Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si X No						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.  
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:16-163</b>		021-010 20				
Solicitud N°: 16-163		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 13 junio 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 13 - 14 junio 2016				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0609920430					
Representante: Ligia Carolina Coba Guayalima	Tlf: 092904205					
Dirección: San Andrés	Celular: 0995370987					
Ciudad: Guano	E mail: carolcoba_b3@hotmail.com					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Carnaza	Peso: 3.3 kg					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Fmda de plástico					
Lote: n/a	No de muestras: una muestra					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierre seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 junio 2016					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Carnaza	16316471	Ninguno	Contas	FE14-S-A-PQ, ADAC Ed 19, 2012 923.02	%	6,15
			*Proteína	ADAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	8,28
			*Humedad	ADAC Ed 19, 2012 925.10	%	83,5
			Grasa	FE17-S-A-PQ, ADAC Ed 19, 2012 2003.04	%	3,87
Conds. Ambientales: 18.0 °C; 48%HR.						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						CO
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si X No						

Nota: Los resultados asignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

Se es un documento susceptible. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

<b>Certificado No:16-184</b>		B01-5.10 06
Solicitud N°: 16-184		Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 27 junio 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 28 junio 2016
<b>Información del cliente:</b>		
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0603920430	
Representante: Ligia Carolina Cobo Guayanlema	TIF: 032904205	
Dirección: San Andrés	Celular: 0995570967	
Ciudad: Guano	E mail: carolcoba_b3@hotmail.com	
<b>Descripción de las muestras:</b>		
Producto: Carnaza	Peso: 1.93kg	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda plástica	
Lote: n/a	No de muestras: una muestra	
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab: 7 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 27 junio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Carnaza	18416505	Ninguno	Cenizas	AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	5.72
			*Proteína	AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	8.41
			Humedad	AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	73.8
			Grasa	AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	4.35

Conds. Ambientales: 17.5 °C; 47%HR

Nota: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ingl. Gladys Risueño  
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si X No

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**ANEXO C. TABLA DE REGISTRO**

<b>Numero de Muestras</b>	<b>Fecha</b>	<b>Peso de muestra (Kg)</b>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

**ANEXO D. TABLA DE REGISTRO**

<b>Cantidad de Alimentación (Autoclave)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad de grasa (ml)</b>	<b>Cantidad de agua(ml)</b>	<b>Cantidad de lodos(g)</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

# ANEXO E. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA GRASA RECUPERADA



**Multianalityca** Cia. Ltda

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

## INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.25184

Cliente:	COBA LIGIA	Lote:	---
Dirección:	GLIANO SAN ANDRES	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	MATERIA PRIMA	Fecha Recepción:	09/08/2016
Descripción:	CARNASA	Hora Recepción:	8:56
		Fecha Análisis:	15/08/2016
		Fecha Entrega:	16/08/2016
		Código:	---

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	SOLIDO
Contenido Declarado:	3019g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

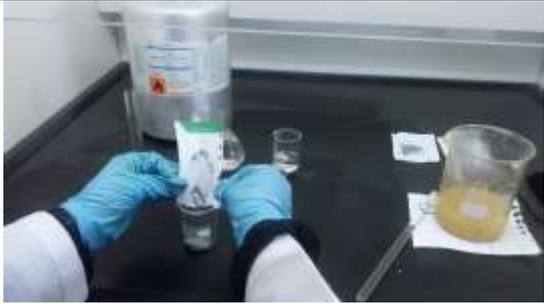
### RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
GRASA	%	16.27	MFQ-02	AOAC 2003.06
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	mg/g	119.17	MFQ-46	INEN ISO 3657
ACIDEZ EN GRASAS Y ACEITES	% (Ácido Oléico)	0.12	MFQ-81	INEN ISO 660
PEROXIDOS	meqO2 Peroxido/Kg	4.92	MFQ-09	INEN ISO 3960
INDICE DE YODO	cg/g	70.98	MFQ-45	INEN ISO 3961



Dra. Pamela Jácome  
GERENTE TÉCNICO

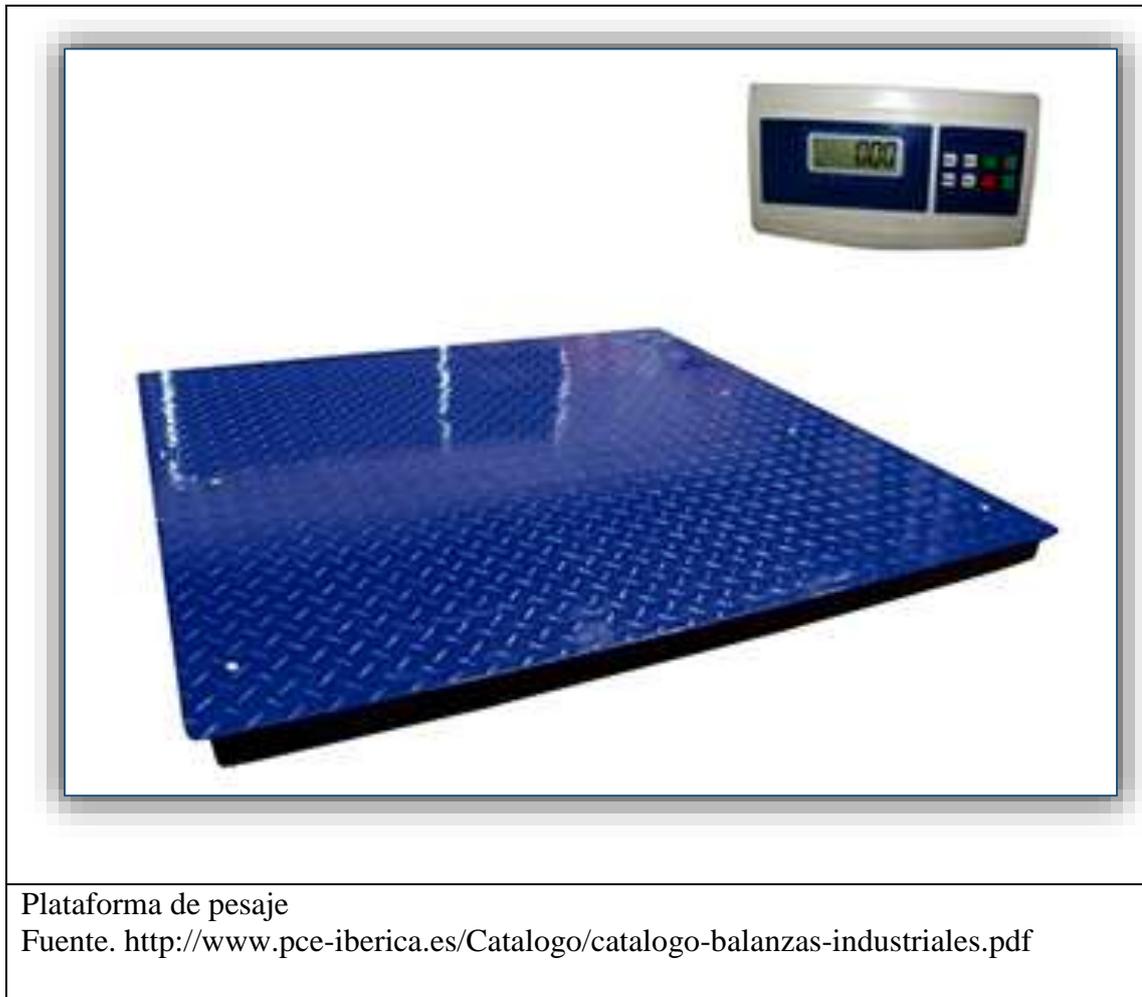
## ANEXO F. OBTENCIÓN DEL ALCOHOL A NIVEL DE LABORATORIO

	
<p>1. Adición de <math>\text{LiAlH}_4</math> Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>2. Adición de Éter Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>
	
<p>3. Agitación de la mezcla Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>4. Añadir la grasa a la mezcla anterior Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>
	
<p>5. Colocar en tubo y centrifugamos Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>6. Alcohol obtenido amarillento Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>

## ANEXO G. OBTENCION DEL JABÓN A NIVEL DE LABORATORIO

	
<p>1.Preparacion de insumos Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>2.Adicion del aceite al sebo líquido Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>
	
<p>3.Agitacion de la mezcla y adición de glicerina y sosa caustica Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>4.Añadir el agua y alcohol etílico Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>
	
<p>5 el aroma y colorante Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>	<p>6.Moldeado Fuente. Coba Ligia, Yanes María</p>

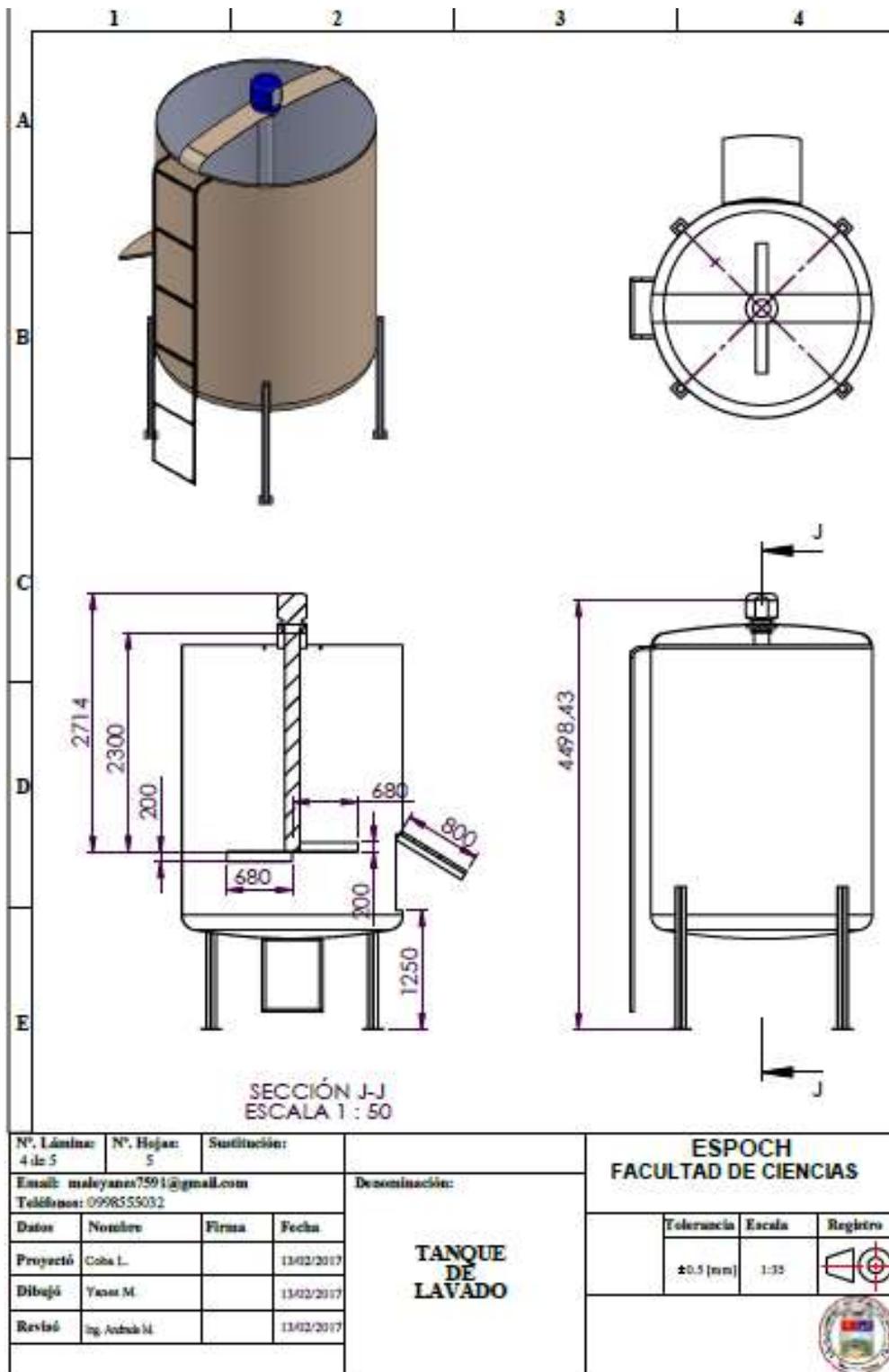
## ANEXO H. PLATAFORMA DE PESAJE



Plataforma de pesaje

Fuente. <http://www.pce-iberica.es/Catalogo/catalogo-balanzas-industriales.pdf>

## ANEXO I. ESQUEMA DEL TANQUE DE LAVADO



## ANEXO J. PALETA PARA TANQUE DE LAVADO



Paleta hélice bipala o aspas curva

Fuente.<http://industria.com/productos/agitadoresindustriales/agitadores-flow-control>

ANEXO K. CORRELACIONES DE POTENCIA PARA IMPULSORES Y DEFLECTORES

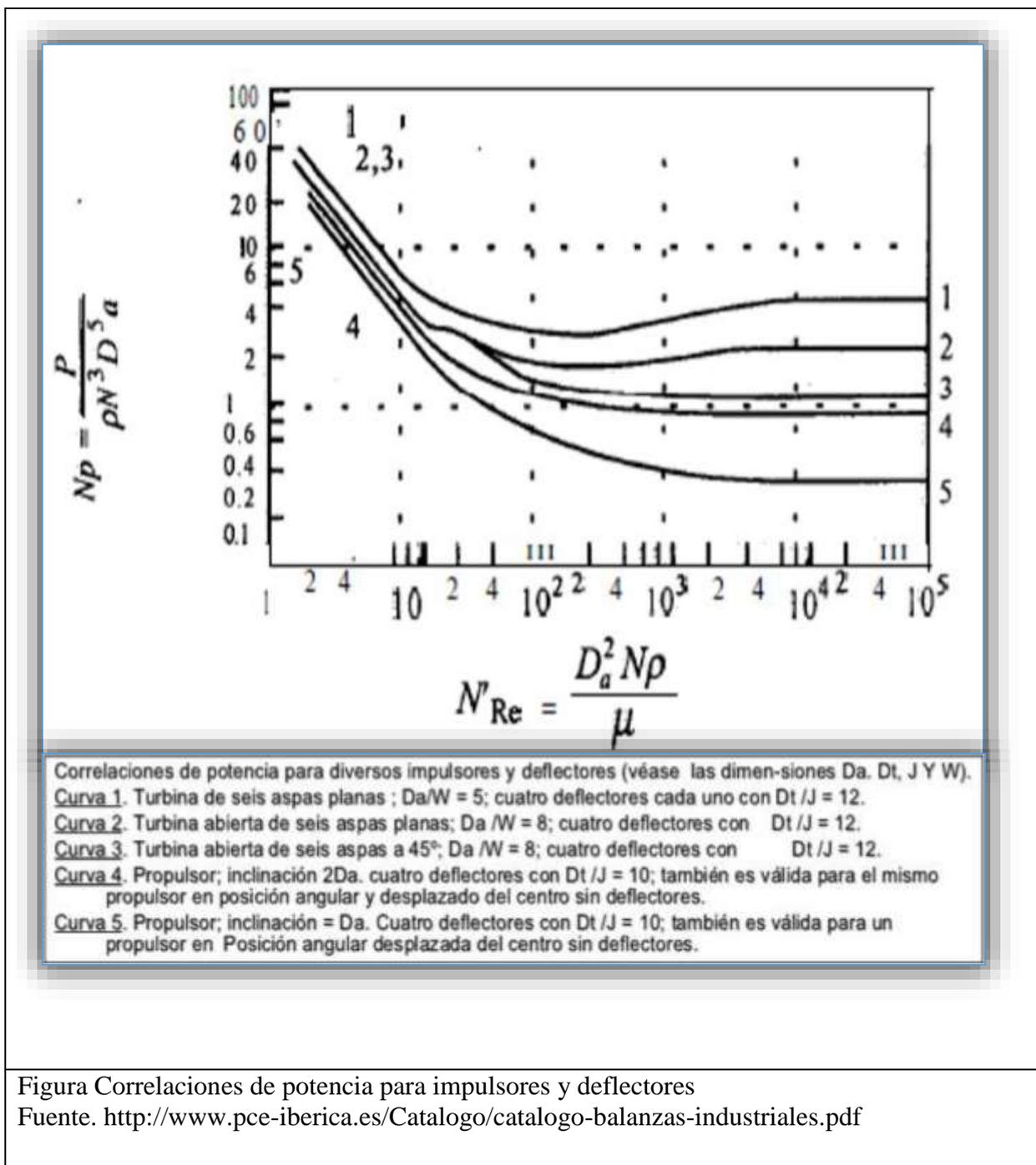


Figura Correlaciones de potencia para impulsores y deflectores  
 Fuente. <http://www.pce-iberica.es/Catalogo/catalogo-balanzas-industriales.pdf>

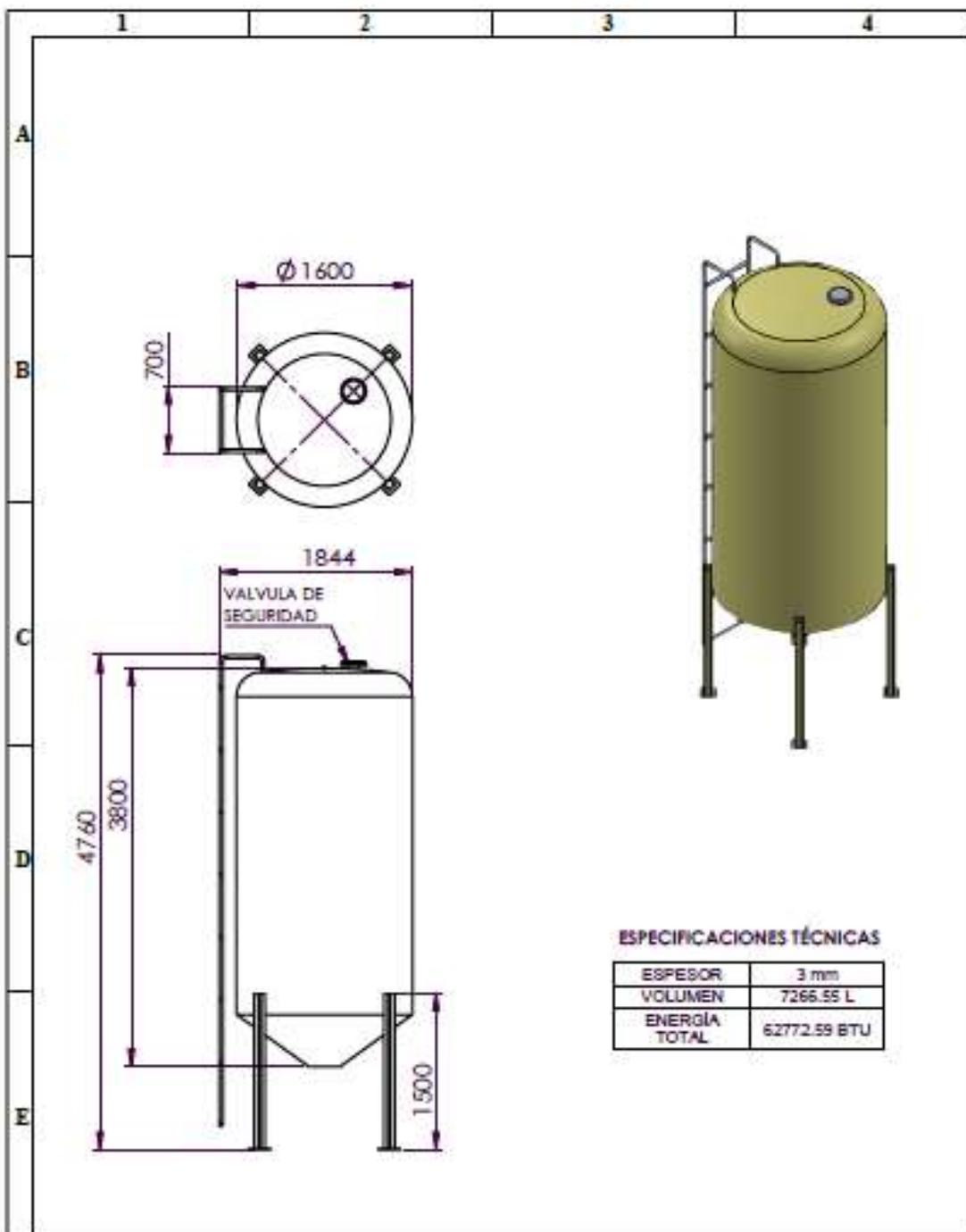
## ANEXO L. BANDA TRANSPORTADORA



Banda Transportadora tipo z

Fuente. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/z-type-conveyor-belt-133395114.html>

## ANEXO M. ESQUEMA DEL AUTOCLAVE



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPEJOR	3 mm
VOLUMEN	7266.55 L
ENERGÍA TOTAL	62772.59 BTU

Nº. Láminas: 5 de 5	Nº. Hojas: 5	Sustitución:	Denominación:  <b>AUTOCLAVE</b>	<b>ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS</b>		
Email: maleyaner7591@gmail.com Teléfono: 0998555032				Tolerancia	Escala	Registro
Datos	Nombre	Firma		±0.5 (mm)	1:35	
Proyectó	Coba L.					
Dibujó	Yana M.					
Revisó	Ing. Andrés M.					

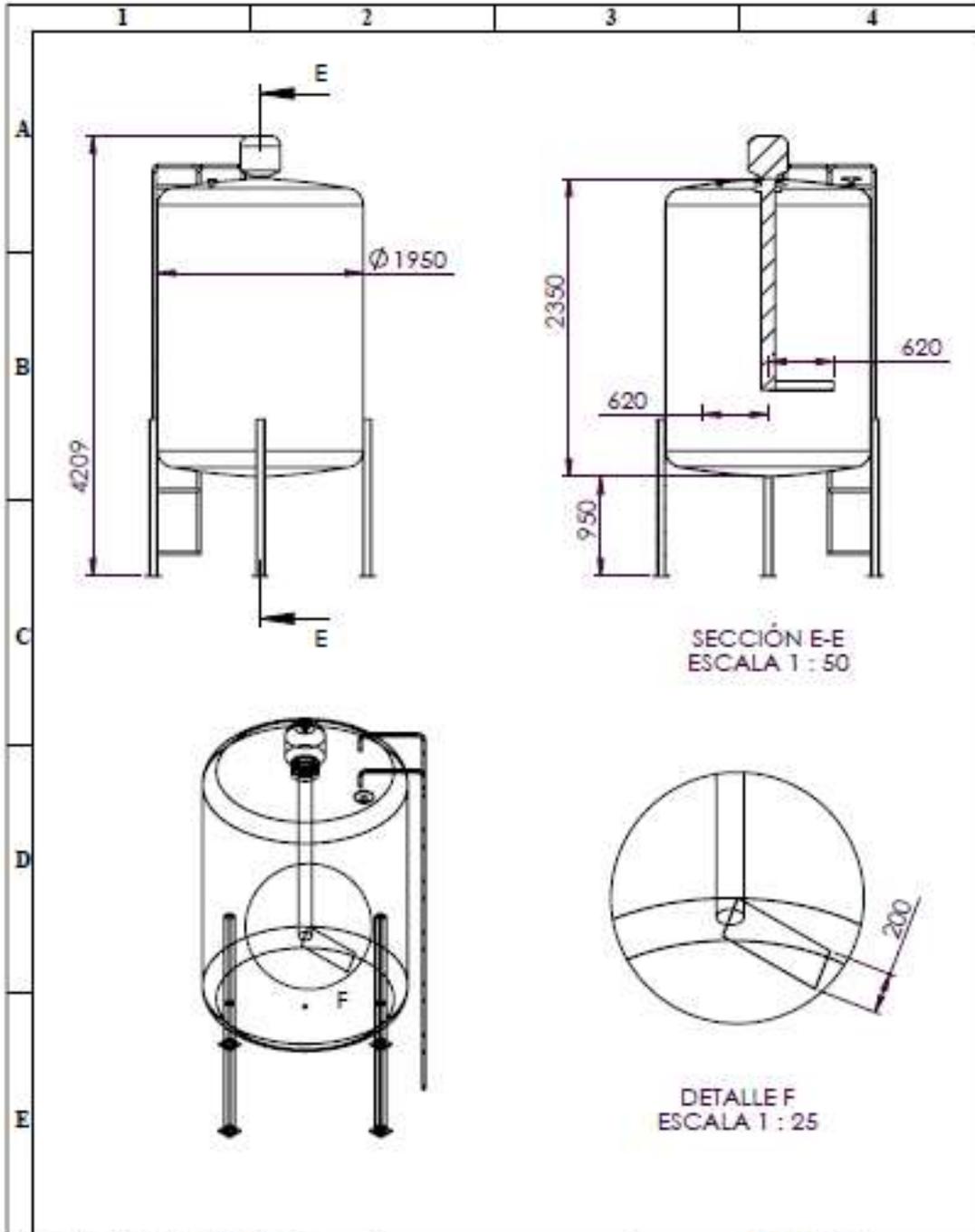
## ANEXO N. TABLA DE VAPOR SATURADO

PRESIÓN MANOMÉTRICA (PSIG)	PRESIÓN ABSOLUTA (PSIA)	TEMP. DEL VAPOR (°F)	CALOR DE LÍQUIDO SAT. (BTU/LB)	CALOR LATENTE (BTU/LB)	CALOR TOTAL DEL VAPOR (BTU/LB)	VOLUMEN ESPECÍFICO DE LÍQUIDO SAT. (PIES3/LB)	VOLUMEN ESPECÍFICO DE VAPOR SAT. (PIES3/LB)
29,743	0,08854	32,00	0,00	1075,8	1075,8	0,096022	3306,00
29,516	0,2	53,14	21,21	1063,8	1085,0	0,016027	1526,00
27,886	1,0	101,74	69,70	1036,3	1106,0	0,016136	333,60
19,742	5,0	162,24	130,13	1001,0	1131,1	0,016407	73,52
9,562	10,0	193,21	161,17	982,1	1143,3	0,016590	38,42
7,536	11,0	197,75	165,73	979,3	1145,0	0,016620	35,14
5,490	12,0	201,96	169,96	976,6	1146,6	0,016647	32,40
3,454	13,0	205,88	173,91	974,2	1148,1	0,016674	30,06
1,418	14,0	209,56	177,61	971,9	1149,5	0,016699	28,04
0,0	14,696	212,00	180,07	970,3	1150,4	0,016715	26,80
1,3	16,0	216,32	184,42	967,6	1152,0	0,016746	24,75
2,3	17,0	219,44	187,56	965,5	1153,1	0,016768	23,39
5,3	20,0	227,96	196,16	960,1	1156,3	0,016830	20,09
10,3	25,0	240,07	208,42	952,1	1160,6	0,016922	16,30
15,3	30,0	250,33	218,82	945,3	1164,1	0,017004	13,75
20,3	35,0	259,28	227,91	939,2	1167,1	0,017078	11,90
25,3	40,0	267,25	236,03	933,7	1169,7	0,017146	10,50
30,3	45,0	274,44	243,36	928,6	1172,0	0,017209	9,40
40,3	55,0	287,07	256,30	919,6	1175,9	0,017325	7,79
50,3	65,0	297,97	267,50	911,6	1179,1	0,017429	6,66
60,3	75,0	307,60	277,43	904,5	1181,9	0,017524	5,82
70,3	85,0	316,25	286,39	897,8	1184,2	0,017613	5,17
80,3	95,0	324,12	294,56	891,7	1186,2	0,017696	4,65
90,3	105,0	331,36	302,10	886,0	1188,1	0,017775	4,23

Tabla de vapor saturado

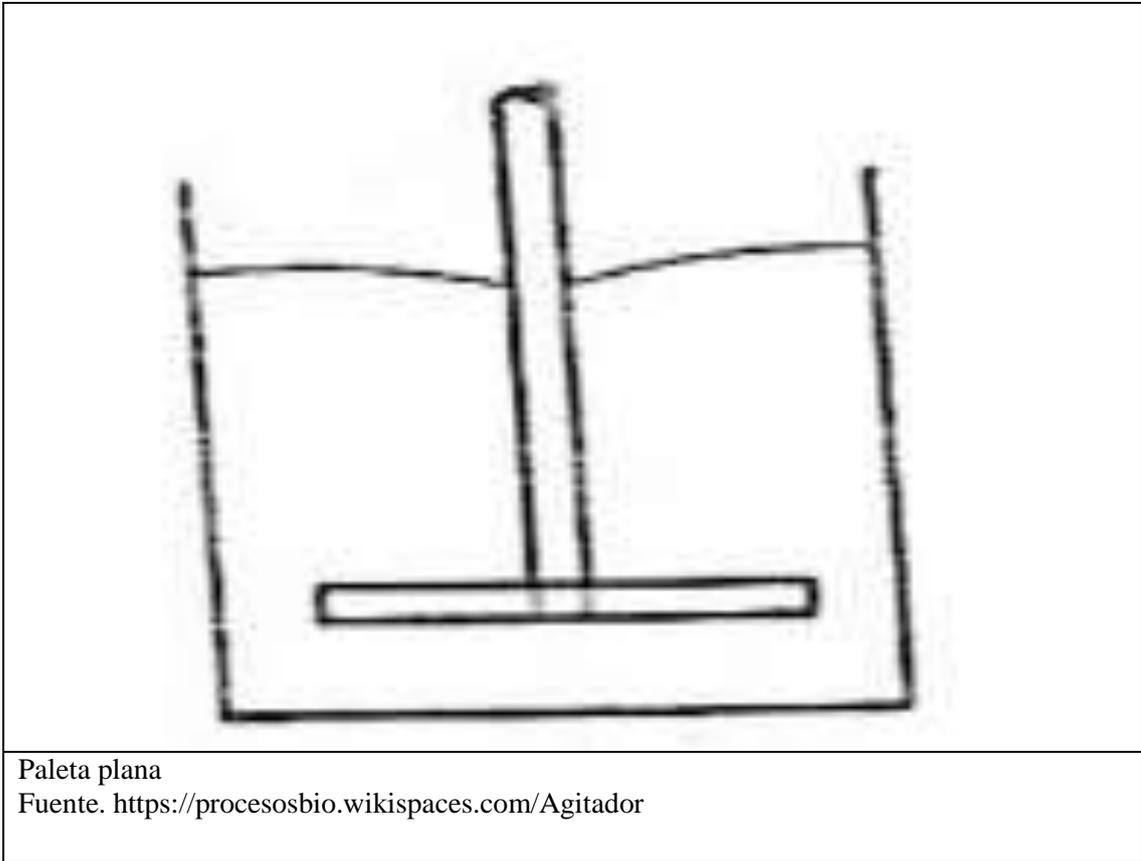
Fuente. <https://www.armstronginternational.com/es/tablas-de-vapor>

**ANEXO O. ESQUEMA DEL SAPONIFICADOR**



N°. Lámina: 1 de 5		N°. Hojas: 5		Sustitución:		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>			
Email: maleyanes7591@gmail.com Teléfonos: 0998555032				Denominación:  <b>SAPONIFICADOR</b>					Tolerancia
Datos	Nombre	Firma	Fecha			±0.1 (mm)		1:30	
Proyectó	Coba L.		13/02/2017						
Dibujó	Yaso M.		13/02/2017						
Revisó	Ing. Anibal M.		13/02/2017						

## ANEXO P. PALETA PARA EL SAPONIFICADOR



## ANEXO Q. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL JABÓN OBTENIDO



### INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.26375

SA 32179a

Cliente:	COBA LIGIA	Lote:	---
Dirección:	GUANO SAN ANDRES	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	COSMETICO	Fecha Recepción:	21/11/2016
Descripción:	JABON INDUSTRIAL	Hora Recepción:	14:23
		Fecha Análisis:	24/11/2016
		Fecha Entrega:	12/12/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	280g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

### RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	22.41	MFQ-04	AOAC 925.10
MATERIA GRASA TOTAL	%	34.91	MFQ-02	AOAC 2003.06
CLORUROS JABON	%	15.72	MFQ-135	INEN 819
ALCALINIDAD NaOH	%	6.42	MFQ-54	INEN 821
ACIDEZ EN JABON	% (ac. Oleico)	0.00	MFQ-81	INEN ISO 660
MATERIA INSAPONIFICADA E INSAPONIFICABLE	%	4.77	MFQ-331	INEN ISO 1067
pH (T: 25,0 °C)	-----	10.19	MFQ-18	INEN ISO 1842



Dña. Pamela Jácome  
GERENTE TECNICO

Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Jorge Anibal Páez Telf: 2267895 - 2269743 - 2444670 Cel.: 0958850754 - 0998281144

EDICION RG: 05

www.multianalityca.net Quito - Ecuador

RFQ-4.1-6 Página 1/1

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV-IN.20625

SA 32181a

Cliente:	COBA LIGIA	Lote:	---
Dirección:	GUANO SAN ANDRES	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	21/11/2016
Muestra de:	COSMÉTICO	Hora Recepción:	14:29
Descripción:	JABÓN INDUSTRIAL	Fecha Análisis:	22/11/2016
		Fecha Entrega:	01/12/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	280g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

**RESULTADO INSTRUMENTAL**

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
MATERIA INSOLUBLE EN AGUA	%	0.83	MIN-26	INEN 816
MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL	%	1.00	MIN-27	Pearson



  
Dra. Pamela Jácome  
GERENTE TECNICO



**ANEXO R. PROCESO INDUSTRIAL DE RECUPERACION DE SEBO Y OBTENCIÓN  
DE JABÓN**

## ANEXO S. PROFORMA DEL PROCESO INDUSTRIAL



Dirección: Orozco y Pichincha.

Tel. (032) 946578

e-mail: camiprosos@yahoo.com

### PROFORMA 1679

Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:



Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada cotizar lo siguiente:

#### BALANZA INDUSTRIAL DE PLATAFORMA ESTRIADA

MODELO	Z 5T- RA
MATERIAL	CHAPA ACERO INOX -304X 3mm
CAPACIDAD	10 000 KG
Referencias	Antideslizante Trabajo pesado
IVA 14%	USD\$ 45 000,00
Imp. IVA	USD\$ 6 300,00
TOTAL	USD\$ 51 300,00

#### FORMA DE PAGO

CONTADO

#### TIEMPO DE ENTREGA

45 DIAS A PARTIR DE LA  
TRANSFERENCIA

#### VALIDEZ DE LA OFERTA

30 DIAS

#### LUGAR DE LA ENTREGA

Riobamba

Lo vulnerable del Equipo son sus componentes eléctricos

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente



Dirección: Orozco y Pichincha.

Telf. (032) 946578

e-mail: camiprocesos@yahoo.com

## PROFORMA 1680



Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:

Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada cotizar lo siguiente:

### TANQUE DE LAVADO

MODELO	12M3-22
MATERIAL	CHAPA ACERO INOX -304X 3mm
VOLUMEN	11.47 M3
POTENCIA AGITADOR	21 Hp, 220 voltios Trifásico
Referencias dimensionales	Diá, 2300 mm; altura 2800mm, Diá del rodete 1530 mm; Brazo del rodete 2200 mm;
IVA 14%	USD\$ 90 000,00
Imp. IVA	USD\$ 12 600,00
TOTAL	USD\$ 102 600,00

FORMA DE PAGO  
CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA  
90 DIAS A PARTIR DE LA  
TRANSFERENCIA

VALIDEZ DE LA OFERTA  
30 DIAS

LUGAR DE LA ENTREGA  
Riobamba

Lo vulnerable del Equipo es el agitador y sus componentes eléctricos

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente



## PROFORMA 1681

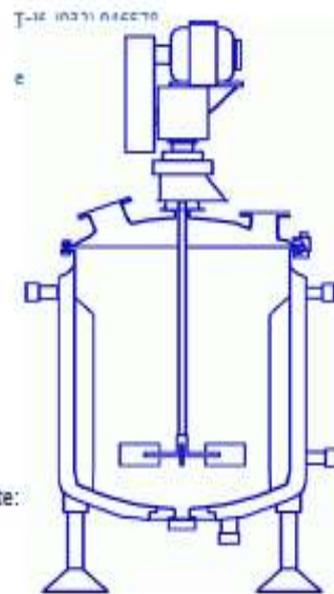
Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:

Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada cotizar lo siguiente:

Dirección: Orozco y Pichincha.



### AUTOCLAVE

MODELO	FK-14358T
MATERIAL	CHAPA ACERO INOX -304X 3.6mm
VOLUMEN	7266.55 LITROS
POTENCIA CALORICA	172211214 BTU
Referencias dimensionales	Diá, alimentación 1670mm; altura 3300mm, Diá de la tapa 1800 mm; Altura del abombado 300 mm;
IVA 14%	USD\$ 165 000,00
Imp. IVA	USD\$ 23 100,00
TOTAL	USD\$ 188 100,00

FORMA DE PAGO  
CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA

90 DIAS A PARTIR DE LA  
TRANSFERENCIA

VALIDEZ DE LA OFERTA  
30 DIAS

LUGAR DE LA ENTREGA  
Riobamba

Lo vulnerable del Equipo es el agitador y sus componentes eléctricos

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente



Dirección: Orozco y Pichincha.

Tel. (032) 946578

e-mail: camiprocessos@yahoo.com

## PROFORMA 1682

Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:

Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada

cotizar lo siguiente:

**BANDA DE TRANSPORTE ANGULAR**



MODELO	Z-2L- > 20-<30, made IN BRASIL
POTENCIA	10 Hp, Motorreductor, 220 V trifásico
CAPACIDAD	1.04 Ton /hora
VELOCIDAD	4.5 m/s
DIMENSIONES	4328 X1466 MM
IVA 14%	USD\$ 17 312,00
Imp. IVA	USD\$ 2 423,68
TOTAL	USD\$ 19 735,68

FORMA DE PAGO

CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA

60 DIAS A PARTIR DE LA

TRANSFERENCIA

VALIDEZ DE LA OFERTA

30 DIAS

LUGAR DE LA ENTREGA

Riobamba

Incluye Caja Guarda motor y control de pare Remoto

Lo vulnerable del Equipo INCLYE, LONA, RODAMIENTOS, COMPONENTES ELÉCTRICOS

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente



Dirección: Orozco y Pichincha.

Tel. (032) 946578.

e-mail: camiprosesos@yahoo.com

## PROFORMA 1683

Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:

Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada cotizar lo siguiente:



### SAPONIFICADOR

MODELO	C- PP-23
MATERIAL	CHAPA ACERO INOX -304X 3mm
VOLUMEN	6600 LITROS
POTENCIA AGITADOR	22.82 Hp, 380 voltios trifásico
Referencias dimensionales	Diá, 1950mm; altura 2350mm, Diá del rodete 1300 mm
IVA 14%	USD\$ 72 500,00
Imp. IVA	USD\$ 10 150,00
TOTAL	USD\$ 82 650,00

FORMA DE PAGO  
CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA  
90 DIAS A PARTIR DE LA  
TRANSFERENCIA

VALIDEZ DE LA OFERTA  
30 DIAS

LUGAR DE LA ENTREGA  
Riobamba

Lo vulnerable del Equipo es el agitador y sus componentes eléctricos

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente



Dirección: Orozco y Pichincha.

Telf. (032) 946578

e-mail: camiprocessos@yahoo.com

## PROFORMA 1684

Riobamba 12 de Febrero del 2017

Señor: LIGIA COBA

Dirección:

Estimado Cliente, atendiendo a vuestra solicitud nos agrada cotizar lo siguiente:



### ANQUE RESERVORIO

MODELO	Q-3.74M3
MATERIAL	CHAPA ACERO INOX -304X 3mm
VOLUMEN	3740 LITROS
Referencias dimensionales	Día, 1600mm; altura 1950mm
IVA 14%	USD\$ 2 520,00
Imp. IVA	USD\$ 352,80
<b>TOTAL</b>	<b>USD\$ 2 872,00</b>

**FORMA DE PAGO**  
CONTADO

**TIEMPO DE ENTREGA**  
30 DIAS A PARTIR DE LA  
TRANSFERENCIA

**VALIDEZ DE LA OFERTA**  
30 DIAS

**LUGAR DE LA ENTREGA**  
Riobamba

Esperando SERVIRLE:

Atentamente.

TITO F. CALVA BERMEO Ms.C.

Gerente