

**Estudio técnico para la elaboración de jabón a
partir del sebo generado en la planta de
cárnicos de Zamorano**

Fernando Cruz Lázaro

Honduras
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Fernando Cruz Lázaro

Honduras
Diciembre, 2004

El autor otorga a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copia de este
Trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Fernando Cruz Lázaro

Honduras
Diciembre, 200

**Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo
generado en la planta de cárnicos de Zamorano**

Presentado por

Fernando Cruz Lázaro

Aprobado

Luis Roberto Cerna, Dipl.-Ing. (HS)
Asesor principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Coordinador de la carrera
de Agroindustria

Francisco J. Bueso, Ph.D.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres Hilario Cruz y Julia de Cruz.

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por darme la fuerza y el motivo a seguir adelante para lograr mis metas.

A mis padres por la confianza, consejo, comprensión y todo el apoyo brindado durante estos cuatro años para alcanzar una de mis metas.

A mis hermanos por darme su apoyo y cariño para seguir adelante.

Al Ing. Luis Roberto Cerna por toda su colaboración, paciencia, confianza, consejo, oportunos para la realización de este proyecto.

Al Dr. Francisco Javier Bueso por su ayuda en la realización de este proyecto

A la Dra. Adela Acosta por su ayuda en la colaboración de este proyecto.

A la Ing. Griselda Montoya por su colaboración en la realización de este proyecto.

A mis amigos Patrick Vilus, Luis Tirado y Guillermo Cachimuel por su amistad y apoyo en la realización de mi proyecto.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADOR

A la corporación suiza para el desarrollo (COSUDE) por el financiamiento de mis estudios durante los 4 años de estudio.

A mis padres y mi hermano Raúl por el financiamiento y el apoyo brindado durante mis 4 años de estudio.

RESUMEN

Cruz Lázaro, Fernando. 2004. Estudio técnico para elaboración de jabón a partir del sebo generado en la Planta de Cárnicos de Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 45p.

En la Planta de Cárnicos de Zamorano se generan desperdicios de sebo que no son aprovechados de ninguna forma. El jabón es una opción de cercano alcance para dar un valor agregado al sebo que es considerado un desperdicio. El objetivo de este estudio fue contribuir al aprovechamiento de ese sebo, definir una formulación y un proceso de elaboración de jabón. A fin de obtener las características deseadas del jabón se necesita agregar aceite vegetal a la mezcla. La formulación óptima se determinó con cuatro niveles de aceite. Se diseñó una planta de fabricación y se determinó la rentabilidad del proceso. Los ingredientes del jabón definidos son: sebo, aceite, hidróxido de sodio, etanol, sal, colorante, fragancia; todos son de fácil obtención local. Se usó un Diseño experimental Completamente al Azar (DCA) con cuatro niveles de aceite añadidos a la mezcla (0, 5, 10 y 15%). Se evaluó en el jabón obtenido la textura, cantidad de espuma, solubilidad, peso del jabón y tiempo de saponificación. El mejor jabón es el que tiene la proporción sebo 85% y aceite 15%. Éste no llega a la cantidad de espuma de los jabones comerciales analizados debido a la falta de un agente espumante en la formulación empleada. Se recomienda realizar un estudio para aumentar la cantidad de espuma del jabón formulado. Para justificar, bajo criterios de rentabilidad, la instalación de una planta de procesamiento de jabón en Zamorano se tendría que obtener al menos tres veces la cantidad de sebo generada actualmente.

Palabras clave: aceite, espuma, rentabilidad, saponificación.

Luis Roberto Cerna, Dipl.-Ing. (HS)

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firma.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimiento.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	xii
	Índice de figuras.....	xiii
	Índice de anexos.....	xiv
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.4	LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	2
1.5	OBJETIVOS.....	2
1.5.1	Objetivos generales.....	2
1.5.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	HISTORIA DEL JABÓN.....	3
2.2	COMPÓSICION Y CARACTERÍSTICA DE GRASAS Y ACEITES PARA LA FABRICACIÓN DE JABÓN.....	3
2.2.1	Selección de grasas y aceites.....	3
2.2.2	Definición de jabón.....	4
2.2.3	Saponificación.....	4
2.2.3.1	Tablas de saponificación.....	5
2.3	CLASIFICACIÓN DE JABÓN.....	6
2.4	FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL JABÓN.....	6
2.4.1	Aditivos.....	6
2.4.2	Colorantes y perfumes.....	6
2.4.3	Ácidos grasos.....	6
2.4.4	El pH.....	7
2.4.5	La temperatura.....	7
2.5	CARACTERÍSTICAS DE LOS INGREDIENTES.....	7
2.5.1	Sebo.....	7
2.5.2	Aceite de palma.....	7
2.5.3	NaOH.....	8
2.5.4	Alcohol.....	8

2.5.5	Colorantes.....	8
2.5.6	Salado.....	8
2.6	CALIDAD DEL JABÓN.....	9
2.7	COMPORTAMIENTO DE LOS JABONES EN AGUA DURA.....	9
2.8	ACCIÓN DETERGENTE DEL JABÓN.....	9
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	UBICACIÓN.....	11
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	11
3.2.1	Materiales y equipo para la elaboración del jabón de lavar ropa.....	11
3.3	MÉTODOS.....	12
3.3.1	Evaluar la cantidad de sebo.....	12
3.3.2	Diseño del prototipo.....	12
3.3.3	Diseño experimental y análisis estadístico.....	12
3.3.4	Medición de variables de calidad.....	13
3.3.4.1	Textura.....	13
3.3.4.2	Solubilidad.....	13
3.3.4.3	Formación de espuma.....	13
3.4	PRUEBAS DEL JABÓN.....	13
3.4.1	Prueba de saponificación.....	13
3.4.2	Medición de pH.....	13
3.4.3	Prueba de humedad.....	14
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1	CANTIDAD DE SEBO QUE GENERA LA PLANTA DE CÁRNICOS.....	15
4.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JABÓN DE LAVAR ROPA.....	15
4.2.1	Pesado de ingredientes.....	17
4.2.2	Fundición del sebo.....	17
4.2.3	Filtración del sebo derretido.....	17
4.2.4	Agregado del aceite de palma.....	17
4.2.5	Saponificación.....	17
4.2.6	Clarificación con etanol.....	17
4.2.7	Lavado.....	17
4.2.8	Salado.....	18
4.2.9	Separación del jabón y la lejía.....	18
4.2.10	Amasado.....	18
4.2.11	Moldeado.....	18
4.3	PRUEBAS DEL LABORATORIO.....	18
4.3.1	Prueba de saponificación.....	18
4.3.2	Prueba de pH.....	18
4.3.3	Prueba de humedad.....	19
4.4	DIFINICIÓN DEL PROTOTIPO.....	19
4.5	FORMULACIÓN DEL JABÓN DE LAVAR ROPA.....	19
4.6	FACTORES QUE SE DEBEN CONTROLAR EN EL PROCESO.....	20

4.6.1	Cantidad de hidróxido de sodio.....	20
4.6.1.1	Precauciones.....	20
4.6.2	Temperatura y tiempo.....	20
4.7	DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	21
4.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
4.9	RENDIMIENTO DE LA FORMULACIÓN.....	22
4.10.	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TECNOLOGIA APROPIADA PARA PRODUCIR JABÓN.....	23
4.10.1.1	Estructura de la planta.....	23
4.10.1.2	Paredes.....	23
4.10.1.3	Techo.....	23
4.10.1.4	Piso.....	23
4.10.2	Datos de rendimiento.....	23
4.10.2.1	Capacidad.....	23
4.10.2.2	Productividad.....	23
4.10.3	Criterios de mantenimiento.....	24
4.10.4	Factores de perturbación activos y pasivos.....	24
4.10.5	Mano de obra.....	24
4.10.5.1	Cantidad de trabajadores.....	24
4.10.6	Tamaño de la planta.....	24
4.10.6.1	Área de oficina.....	24
4.10.6.2	Área de almacenamiento de materia prima.....	24
4.10.6.3	Área de almacén de equipos.....	25
4.10.6.4	Área de saponificación.....	25
4.10.6.5	Área de moldeado de jabón.....	25
4.10.6.6	Área de cortado y empacado del jabón.....	25
4.10.6.7	Área de almacenamiento de producto final.....	25
4.10.6.8	Área de transito.....	25
4.11	ESTUDIO FINANCIERO.....	30
4.11.1	Inversiones.....	30
4.11.1.1	Inversiones en construcción.....	30
4.11.1.2	Inversión por requisitos legales.....	31
4.11.1.3	Costos fijos recurrentes.....	31
4.11.2	Ingreso e egreso de la planta.....	32
4.11.2.1	Ingreso.....	32
4.11.2.2	Costos de producción.....	32
4.11.2.3	Costos de valor agregado.....	33
4.11.2.4	Costo de comercialización.....	33
4.11.2.5	Capital de operación.....	33
4.11.2.6	Valor de rescate.....	33
4.11.3	Evaluación financiera del proyecto.....	34
4.11.4	Análisis de sensibilidad.....	35
5.	CONCLUSIONES	36
6.	RECOMEDACIONES	37

7.	BIBLIOGRAFÍA	38
8.	ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Algunos índices de saponificación (SAP) de grasas y aceites mas empleados en la fabricación de jabón.....	5
2.	Composición de ácidos grasos del aceite de palma.....	8
3.	Formulación de 360 g de jabón.....	19
4.	Temperatura y tiempo requeridos en cada proceso.....	20
5.	Costos directos por 360 g de jabón.....	21
6.	Resultado del análisis estadístico incluyendo los promedios de cada parámetro de calidad.....	22
7.	Resultado del análisis estadístico incluyendo los promedios de la variable de tiempo de saponificación y peso del producto obtenido.....	23
8.	Descripción del proceso de producción de jabón de lavar ropa.....	27
9.	Inversiones en maquinaria y equipo para la planta de elaboración de jabón.....	30
10.	Inversión en construcción.....	31
11.	Inversión por requisitos legales.....	31
12.	Costos fijos recurrentes de la planta.....	31
13.	Ingresos proyectados para la planta (en lempiras).....	32
14.	Costo de producción del jabón para lavar.....	32
15.	Costo por pago de anualidades de los requisitos legales (en lempiras).....	33
16.	Costo por empaque para 90 jabones.....	33
17.	Flujo de caja.....	34
18.	Análisis de sensibilidad (en lempiras).....	35

ÍNDICE DE FIGURA

Figura		
1.	Reacción de Saponificación.....	4
2.	Acción detergente del jabón formando una micela.....	10
3.	Flujo del proceso de la elaboración del jabón de lavar ropa.....	16
4.	Diagrama de flujo de proceso.....	25
5.	Esquema de una planta pequeña para fabricación de jabón de lavar ropa.....	27
6.	Balance de masa.....	28
7.	Diseño de planta.....	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Análisis estadístico.....	41
2.	Depreciación y amortización de las inversiones.....	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La planta procesadora de carne del Zamorano tiene como principal abastecedor de reses a la unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, para el proceso de fabricación de diferentes productos: jamón, salchichas, chorizos, entre otros. También se compra reses de fuera para suplir la necesidad, cuando no hay reses disponibles de la Escuela Agrícola Panamericana. En el proceso de sacrificio se puede observar que no todas las partes del animal se aprovechan, por ejemplo: el sebo y huesos del animal, perdiendo la oportunidad de tener un beneficio adicional. El trabajo de este proyecto busca como aprovechar estos recursos que son considerados como desperdicios. Por limitaciones de tiempo, este estudio se centra en el aprovechamiento de sebo para hacer jabón de lavar ropa, a pesar de que se puede aprovechar para otros productos, como son: geles, champú, aceite. El jabón es una opción de cercano alcance para dar un valor agregado a estos desechos.

1.2 ANTECEDENTES

En la planta de cárnicos se procesan unas 14 reses cada semana que producen uno 50,4 kg. Anteriormente el sebo de la Planta de Cárnicos Zamorano era comercializado a una pequeña empresa para la producción de jabón. Sin embargo el sebo generaba un problema en el proceso de saponificación, por lo cual se dejó de comercializar.

El sebo es la materia prima más usada en la elaboración de jabón. Es resistente al enranciamiento (Hernández, 2002). El sebo que se emplea en la fabricación del jabón es de calidades distintas, desde la más baja del sebo obtenido de los desperdicios (utilizada en jabones baratos) hasta sebos comestibles que se usan para jabones finos de tocador. Si se utiliza sólo sebo, se consigue un jabón que es demasiado duro y demasiado insoluble como para proporcionar la espuma suficiente. Por esa razón se hace necesario mezclarlo con aceites vegetales (Latorre, 2002).

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- Como parte del proceso de sacrificio de animales bovinos en la planta de cárnicos de Zamorano, se generan cantidades de sebo. Este no se aprovecha en ninguna forma, con lo cual se está desaprovechando una oportunidad para generar un valor agregado adicional a las reses.
- El jabón es una opción de cercano alcance para dar un valor agregado al sebo que es considerado un desperdicio para la planta de cárnicos del Zamorano, generando un beneficio económico adicional y disminuyendo la contaminación al medio ambiente.

1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Debido al corto tiempo, el estudio no incluyó un análisis de mercado del producto para conocer el nivel de aceptación del producto. Por la misma razón, el estudio se centra en el aprovechamiento del sebo para jabón de lavar ropa.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- Contribuir al aprovechamiento del sebo de la planta de cárnicos de Zamorano y definir un proceso de elaboración de jabón.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la cantidad de sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano.
- Mediante pruebas de laboratorio, definir proceso de fabricación de jabón a partir de sebo de la planta de cárnicos.
- Medir el rendimiento de la formulación del jabón obtenida.
- Establecer el costo del jabón para comparar con jabones comerciales.
- Diseñar una planta de tecnología apropiada para producir jabón.
- Establecer índice de rentabilidad de la operación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HISTORIA DEL JABÓN

En la antigua Babilonia ya se usaba el jabón. Los sumerios y los hebreos también lo usaban; los egipcios lo utilizaban para lavar ropa o con fines medicinales (Latorre, 2002).

La fórmula más antigua encontrada es del 2250 A.C. y se supone que su expansión comienza en Europa, para ser más precisos en Italia y España, desde donde pasó a Inglaterra y Francia. Hasta ese momento los jabones eran de apariencia desagradable porque se les fabricaba con grasas animales impuras y cenizas de madera. Después de pasar a Inglaterra y Francia, hacia fines del año 1700 y con el desarrollo de la fabricación del hidróxido de sodio, más conocido como soda cáustica se extendió hacia el resto del mundo (Latorre, 2002).

2.2 COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE GRASAS Y ACEITES PARA LA FABRICACIÓN DE JABÓN

Las grasas y aceites son un grupo de compuestos orgánicos existentes en la naturaleza que consisten en ésteres formados por tres moléculas de ácidos grasos y una molécula del alcohol glicerina. Son sustancias aceitosas, grasientas o cerosas, que en estado puro son normalmente incoloras, inodoras e insípidas. Las grasas y aceites son más ligeros que el agua e insolubles en ella; son poco solubles en alcohol y se disuelven fácilmente en éter y otros disolventes orgánicos (Haro, 2003).

Según Conn y Stumpf (1990), las grasas a temperatura ambiente son sólidas ya que están compuestas principalmente por ácidos grasos saturados, que poseen una temperatura de fusión más alta que la ambiental. Por el contrario, los aceites a temperatura ambiente son líquidos debido a la una gran proporción de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados que contienen.

2.2.1 Selección de grasas y aceites

El criterio más importante para la selección de materias primas para la fabricación de jabón es que la carga de grasa debe contener la proporción correcta de ácidos grasos saturados e insaturados, al igual que de ácidos grasos de cadena larga y corta que se requieran para lograr la suficiente estabilidad, formación de espuma, dureza y detergencia del producto final (Erazo, 1999).

Los ácidos grasos de origen animal se obtienen de:

- Sebo de res
- Grasa de cerdo
- Aceite de pescado

Los aceites vegetales se obtienen de:

- Coco
- Oliva
- Palma
- Soja (soya)
- Maíz

2.2.2 Definición de jabón

El jabón es un agente limpiador que se fabrica utilizando grasas de animales y aceites. Químicamente, es la sal de sodio o potasio de un ácido graso que se forma por la reacción de grasas y aceites con álcali (Erazo, 1999).

2.2.3 Saponificación

La saponificación consiste en una hidrólisis alcalina de la preparación lipídica (con KOH o NaOH). Los lípidos derivados de ácidos grasos (ácidos monocarboxílicos de cadena larga) dan lugar a sales alcalinas (jabones) y alcohol, que son fácilmente extraíbles en medio acuoso. No todos los lípidos presentes en una muestra biológica dan lugar a este tipo de reacción (King, 1982).

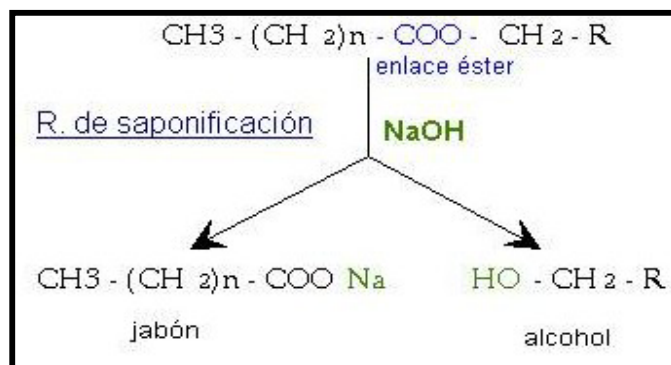


Figura 1. Reacción de saponificación. Fuente: King (1982)

2.2.3.1 Tablas de saponificación. Recogen los índices de saponificación de cada tipo de grasa. En general, su aplicación más extendida en el campo de la jabonería, es para conocer la cantidad exacta de sosa, dependiendo del tipo de aceite que vayamos a utilizar, necesaria para que el jabón esté completamente saponificado (Prior, 2003).

Para saber cuánta sosa se necesita para saponificar una cantidad de una grasa concreta, sólo hay que multiplicar dicha cantidad por el valor correspondiente que aparece en la tabla.

Por ejemplo, para saponificar totalmente 100 g de aceite de oliva (en la tabla su parámetro es de 0.134) basta multiplicar $100 \times 0.134 = 13.4$ g de sosa necesitaremos.

En el caso de que vayamos a hacer un jabón con diferentes aceites, habría que buscar la cantidad necesaria de sosa para cada tipo de aceite concreto, y luego sumarlas todas.

En química, se define el índice de saponificación de una grasa, como el número que indica la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio, necesaria para saponificar por completo un gramo de esa grasa en concreto (Prior, 2003).

Para elaborar el jabón tradicional, el álcali más utilizado normalmente es la sosa (hidróxido de sodio), por lo que será necesario transformar el índice de saponificación de cada grasa, en otro tipo de índice alternativo que esté expresado en peso de sosa. Para ello, bastará con multiplicar el índice de saponificación de cada grasa concreta por la masa molar de la sosa (hidróxido de sodio) y dividir por la masa molar del hidróxido de potasio (Prior, 2003).

Cuadro 1. Algunos índices de saponificación (SAP) de grasas y aceites más empleadas en la fabricación de jabón.

Nombre	Índice de saponificación (mg/g)
Aceite de coco	254-262
Aceite de palma	196-207
Sebo de Res	193-198

Fuente: Guías empresariales (2004).

2.3 CLASIFICACIÓN DE JABÓN

Los jabones generalmente se clasifican en duros y blandos. Si se usa la potasa como álcali se produce el llamado jabón blando, que es líquido en las condiciones corrientes debido a su punto de fusión bajo y mayor solubilidad. Por el contrario, si el álcali utilizado es la sosa cáustica se obtienen los jabones duros (también llamados jabones de grano debido a su condición sólida). Se llama grano a la torta que se forma luego del proceso del salado. Entre los jabones de grano existen diferentes variedades, como el jabón de tocador y el de afeitarse; que se diferencian entre sí por su mayor o menor contenido en jabón y en rellenos y por su alcalinidad (Erazo, 1999).

Los jabones duros se fabrican con aceites y grasas que contienen un elevado porcentaje de ácidos saturados, que se saponifican con el hidróxido de sodio. Los jabones blandos son jabones semifluidos que se producen con aceite de lino, aceite de semilla de algodón y aceite de pescado, los cuales se saponifican con hidróxido de potasio (Latorre, 2002).

2.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL JABÓN

2.4.1 Aditivos

Son materiales destinados a formar parte del jabón final como elementos de relleno o como elementos que conceden propiedades particulares a los jabones tales como: mayor duración, mejor consistencia o mejores aromas. Algunos de estos son (Erazo, 1999).

2.4.2 Colorantes y Perfumes

Su objetivo es mejorar las características de presentación externas del producto comercial (Erazo, 1999).

2.4.3 Ácidos Grasos

Los ácidos grasos que se encuentran en la naturaleza son compuestos alifáticos monobásicos, que constan por lo general de un solo grupo carboxilo, situado en el extremo de una cadena carbonada lineal. Los ácidos difieren entre sí por el número de átomos de carbono en su cadena y por el número de posición de los enlaces dobles entre los átomos de carbono. Todas las sustancias grasas están constituidas en su mayor parte de ácidos grasos combinados con la glicerina (Erazo, 1999).

2.4.4 El pH

Es importante mantener el pH del jabón constante ya que si es demasiado ácido o básico no será adecuado para fines domésticos. El pH debe ser de 5.5 y 8.0 para uso doméstico. Sin embargo el pH puede variar de acuerdo a la aplicación que deba darse al jabón, en jabón de tocador un pH 7 es adecuado ya que al ser mezclado con el agua disminuye su alcalinidad para así causar los efectos de neutralidad en su uso (Hendrickson, 1970).

2.4.5 La temperatura

Mantener la temperatura en forma constante durante la fabricación es de vital importancia, debido a que si se sobrepasa el punto en el cual el ácido graso se descompone, la reacción podría no ser reversible y con ello se afecta nuestro producto final. Además en el caso de la mezcla etanoica podría evaporarse el etanol de tal forma que la reacción no se llevaría a cabo para clarificar el jabón (Hendrickson, 1970).

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS INGREDIENTES

2.5.1 Sebo

El sebo que se emplea en la fabricación del jabón es de calidades distintas, desde la más baja del sebo obtenido de los desperdicios hasta sebos comestibles que se usan para jabones finos de tocador. Si se utiliza sólo sebo, se consigue un jabón que es demasiado duro y demasiado insoluble como para proporcionar la espuma suficiente, y es necesario, por tanto, mezclarlo con aceite de coco u otro aceite vegetal (Erazo, 1999).

2.5.2 Aceite de palma

Se utiliza como materia prima en la fabricación de jabones para el lavado de prendas en la industria textil. Se le adiciona la mezcla con grasa y sebo para hacer jabones amarillos y el posterior blanqueado para fabricar jabones de tocador. Por su color del amarillo al rojo se usa para jabones coloreados. Se puede decolorar pero lo predispone al enranciamiento (Erazo, 1999).

Como se puede observar en el cuadro 2 el aceite de palma está constituido en proporción, por igual cantidad de ácidos grasos saturados e insaturados (mono y poliinsaturado) por lo que también tiende a endurecerse dependiendo de la temperatura. A temperatura ambiente es líquido y bajas temperaturas puede solidificarse.

Cuadro 2. Composición de ácidos grasos del aceite de palma.

Ácidos Grasos		%
Saturados		50
	Láurico	0.1
	Mirístico	1
	Palmítico	43.8
	Esteárico	4.8
	Araquídico	0.3
Monoinsaturados		39
	Palmitoleico	0.1
	Oleico	38.9
Poliinsaturados		10.9
	Linolénico	10.6
	Linoleico	0.3

Fuente: Fedepalma (2004).

2.5.3 NaOH.

El hidróxido de sodio es el más usado en la fabricación de jabón de lavar ropa. Da jabones duros, blancos, que admiten agua hasta un 60% sin perder mucha solidez, y no se alteran al aire. En la reacción se consume 20% del NaOH agregado. Algo de este queda en el jabón (0,02-0,1%) y la otra parte pasa a la lejía del proceso de lavado (Hernández, 2002).

2.5.4 Alcohol (etileno)

La función del alcohol en el jabón es disolver los ácidos grasos que quedan de la saponificación, que dan la opacidad al mismo. Al ocurrir esta reacción ayuda a que el jabón se clarifique en el menor tiempo y que la mezcla no se tenga que calentar y agitar por tiempo prolongado (Failor, 2003).

2.5.5 Colorantes.

Deben ser pigmentos que se dispersen fácilmente en agua y se usan 10-12 gr. por quintal de jabón (Hernández, 2002).

2.5.6 Salado

Consiste en el agregado de una solución concentrada de sal común (cloruro de sodio, NaCl) para separar el jabón de la glicerina formada y del exceso de hidróxido de sodio. Como el jabón es insoluble en el agua salada, se acumula en forma de grumos y sube a la superficie por su menor densidad. Después de varias horas, se extrae por la parte inferior la mezcla de glicerol y agua salada (Quintana, 2003).

2.6 CALIDAD DEL JABÓN

Las propiedades que deben tener los jabones para considerarse un producto de buena calidad, incluyen entre otras:

- Textura
- Solubilidad
- Formación de espuma

2.7 COMPORTAMIENTO DE LOS JABONES EN AGUAS DURAS

Existen aguas que tienen disueltas una elevada proporción de sales de calcio y de magnesio; se las llama aguas duras. En esta clase de agua, el jabón precipita, o sea, se insolubiliza. La causa de este comportamiento es que la sal de sodio o potasio que forma el jabón se combina con los iones calcio o magnesio del agua y forma sales de estos metales, que son insolubles (Cañamero, 2002).

2.8 ACCIÓN DETERGENTE DEL JABÓN

Los jabones eliminan la grasa y otras suciedades debido a que algunos de sus componentes son agentes activos en superficie. Estos agentes tienen una estructura molecular que actúa como un enlace entre el agua y las partículas de suciedad, soltando las partículas de las fibras subyacentes o de cualquier otra superficie que se limpie. La molécula produce este efecto porque uno de sus extremos es hidrófilo (atrae al agua) y el otro es hidrófugo (atraído por las sustancias no solubles en agua). El extremo hidrófilo es similar en su estructura a las sales solubles en agua. La parte hidrófuga de la molécula está formada por lo general por una cadena de hidrocarburos, que es similar en su estructura al aceite y a muchas grasas. El resultado global de esta peculiar estructura permite al jabón reducir la tensión superficial del agua y adherir y hacer solubles en agua sustancias que normalmente no lo son (Cañamero, 2002).

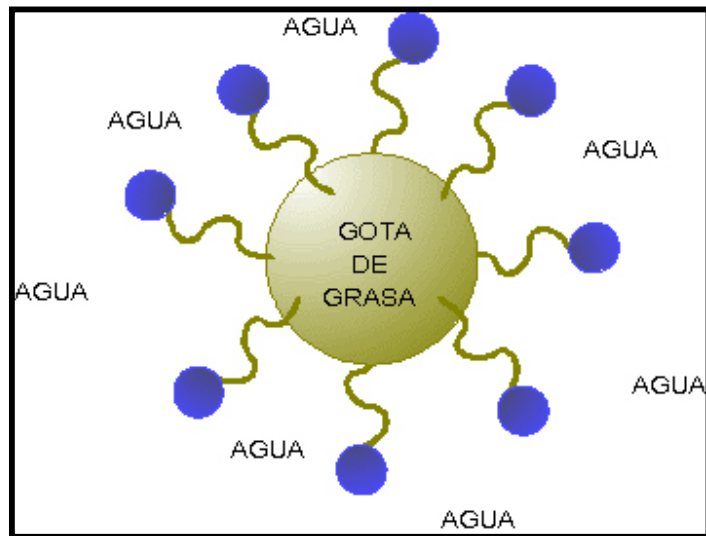


Figura 2. Acción detergente del jabón formando una micela. Fuente: Quintana (2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

Los ensayos de la elaboración de jabón a base de sebo se realizaron en el Laboratorio de Química en Zamorano, debido a la disponibilidad de equipo y materiales.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales y equipo para la elaboración del jabón de lavar ropa

Equipos:

- Estufa
- Potenciómetro
- Balanza electrónica
- Probetas
- Varillas removedora de vidrio
- Paletas de madera
- Termómetro
- “Beakers” de 500 ml a 1000 ml

Materiales:

- Sebo
- Aceite de palma
- Hidróxido de sodio 30%
- Agua destilada
- Sal
- Etanol 95%
- Fragancia
- Colorante
- Molde

3.3 MÉTODOS

En este estudio se aplica el método inductivo. Se estudia lo particular primeramente, para llegar a conclusiones generales y cumplir con los objetivos planteados.

3.3.1 Evaluar la cantidad de sebo

Se recolectaron datos de cantidad de sebo que generaba cada res, a fin de evaluar la cantidad que genera la planta de cárnicos y así saber la cantidad de jabón que se puede elaborar. Se tomo como numero de muestra 65 reses, teniendo como variables, edad y sexo del animal. Esto fue analizado estadísticamente con un análisis univariado.

El sebo fue obtenido en el sacrificio de reses, después del eviscerado. Estos fueron la grasa que envuelve el riñón y el rumen. Su obtención no requiere de mucho trabajo y tiempo. No requiere poner un trabajador adicional en el proceso de sacrificio para obtener el sebo. Esto puede ser obtenido por los propios trabajadores de la planta o alumno que se encuentra en la planta como parte de su aprender haciendo.

3.3.2 Diseño del prototipo

Para determinar el flujo de proceso se buscó varios procesos en Internet sobre jabones de lavar ropa en forma artesanal e industrial, siendo esta información un poco escasa. Después se realizó un viaje a la Empresa Jaremar para tener un mejor entendimiento sobre la producción en forma industrial y poder así determinar el flujo de proceso y elaboración del jabón. El flujo de proceso fue determinado por experimentación a través de varias pruebas en los 4 niveles los cuales son: sebo 100%, sebo 95% con 5% de aceite de palma, sebo 90 con 10% aceite de palma, sebo 85% con 15% de aceite de palma y con esto tener la mejor formulación que proporcione las mejores características al jabón.

3.3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) teniendo como tratamientos el porcentaje aceite de palma mezclado al sebo, con 4 niveles (0, 5, 10, 15), con tres repeticiones y teniendo como covariables el tiempo de saponificación y rendimiento de los niveles. Los resultados se evaluaron mediante un análisis de varianza y probabilidad de 95% y para la separación de medias se usó el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Se analizó cual de estos niveles proporciona mejor calidad de jabón de lavar ropa, teniendo como parámetro de calidad a evaluar textura, solubilidad y formación de espuma.

3.3.4 Medición de variables de Calidad

3.3.4.1 Textura. La textura fue evaluada en el laboratorio de química de alimentos aplicando una fuerza de corte mediante una máquina Instron dotada de los elementos apropiados para tal fin mediante el acople cizalla de Warner-Bratzler. Se trabajó a una velocidad de 100 mm/min con medida de fuerza kilo newton (KN). Se utilizó una parte del jabón de cada tratamiento y 2 jabones comerciales como parámetros de comparación para escoger el mejor jabón de las 3 repeticiones. La muestra era un cuadrado de 25 mm de ancho, 30 mm de largo y 20 mm de altura.

3.3.4.2 Solubilidad. Se realizó en el laboratorio de química de alimentos con una estufa vibratoria para disolver el jabón más rápidamente con las vueltas de un imán. La dimensión de la muestra fue de 22 mm de largo, 18 mm de ancho y 10 mm de grosor con un peso aproximado de 3 gramos. Primero se pesó la muestra en una balanza analítica. Luego se introdujo la muestra en un beaker de 500 ml con 100 ml de agua. Se hizo girar a una velocidad de 300 rpm durante 20 minutos. Después la muestra que se quedó sin disolver se retiró del beaker y se dejó reposar por una hora para tomar el peso final. Luego se tomó la diferencia del peso inicial y el final para anotar cuanto se disolvió de jabón.

3.3.4.3 Formación de espuma. Primero se pesó la muestra de 3 gramos, luego se introdujo en un beaker de 500 ml con 200 ml de agua. Después se mezcló con una batidora de mano por 30 segundos con velocidad 1. Terminado el batido se dejó reposar por 3 minutos para que la espuma se estabilizara en la parte de arriba y poder medir con un pie de rey la altura de espuma formada.

3.4 PRUEBAS DEL JABÓN

3.4.1 Prueba de saponificación

Para comprobar que la saponificación es completa, se disolvió un poco del jabón en 15 cc de agua caliente. Debe obtenerse una solución clara, sin gotas de grasa en la parte superior del jabón. Esto se realizó posteriormente a la saponificación.

3.4.2 Medición de pH

El pH fue medido con un potenciómetro cuando el jabón obtuvo una textura adecuada. Como referencia se tomó el pH de 2 jabones comerciales que fueron entre 9 a 10.5. La prueba de jabón que fue elegida como la mejor, fue ajustada al pH de los jabones comerciales. El ajuste se hizo aumentando el tiempo en la etapa de lavado.

3.4.3 Prueba de humedad

Los jabones encontrados en el comercio tienen una humedad de 20%. Ese valor se tomó como referencia para la humedad final del jabón de la prueba. La prueba de humedad se realizó con una secadora al vacío. Se cortaron piezas de jabón de aproximadamente 3 gramos. Estas piezas se pusieron a secar en la secadora al vacío durante 5 horas. La humedad del jabón se definió por diferencia de pesos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CANTIDAD DE SEBO QUE GENERA LA PLANTA DE CÁRNICOS

La cantidad de reses que se evaluaron fueron 65, teniendo como peso promedio 3.6 kg de sebo por cada animal. En la planta de cárnicos se procesan unas 14 reses por semana, teniendo 50.4 kg de desperdicio de sebo por semana y al año es 2620.8 kg. Con 3.6 kg de sebo se puede elaborar aproximadamente 90 barras de jabón de 600 gramos y al año es aproximadamente 4680 jabones.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JABÓN DE LAVAR ROPA

Primero se realizaron pruebas utilizando el nivel 1 que es la cantidad de 100% sebo, con esto se obtuvo las temperaturas de fundición del sebo, saponificación, clarificación, lavado y salado con sus respectivos tiempos de cada etapa para elaborar el jabón, luego se utilizó esta información para hacer las siguientes pruebas con los niveles 2, 3 y 4. En los niveles 2, 3 y 4 se empezó a buscar información para utilizar la cantidad de soda cáustica adecuada porque son dos grasas diferentes. Después de obtener la cantidad adecuada de hidróxido de sodio en el nivel 2, se utilizó estos datos para poder calcular la cantidad de hidróxido de sodio de las siguientes pruebas. Se fueron observando como puede cambiar el peso (rendimiento), tiempo de saponificación (SAP), cantidad de hidróxido, temperatura y el tiempo en cada etapa del proceso con relación a las diferentes cantidades de aceites que se agregan en los niveles 1, 2, 3 y 4. En la figura 3 se mostraron los pasos a seguir para la elaboración del jabón.

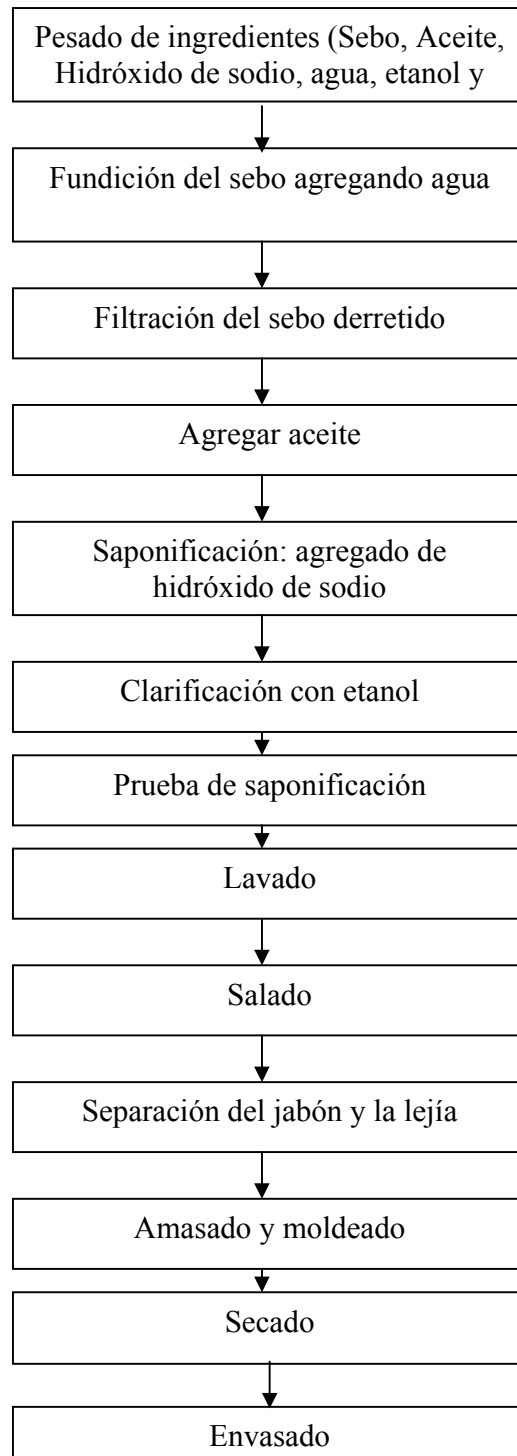


Figura 3. Flujo del proceso de la elaboración del jabón de lavar ropa.

4.2.1 Pesado de ingrediente

Los ingredientes que se pesaron para realizar el proceso de elaboración fueron: sebo, aceite, hidróxido de sodio, agua, y alcohol con una balanza electrónica.

4.2.2 Fundición del sebo

Se fundió el sebo a 100°C con agua, en un beaker de 600 ml, moviendo con una varilla para que no se queme el sebo. El agua ayuda a que el sebo no se queme durante la fundición y luego se evapora y solo queda el sebo derretido. Se probaron varias temperatura observando cual de ellas derrite el sebo en menos tiempo y sin quemar el sebo.

4.2.3 Filtración del sebo derretido

Una vez derretido el sebo se filtró en caliente empleando una tela de filtrar. El propósito es eliminar impurezas que daña la calidad del jabón.

4.2.4 Agregado de aceite de palma

El sebo filtrado se colocó en la estufa, en un beaker de 600 ml y se agregaron las cantidades de aceite según los niveles que se mencionó anteriormente.

4.2.5 Saponificación

Se agregó hidróxido de sodio al 30% en los diferentes niveles según su punto de saponificación agitando con una varilla continuamente. La mezcla se empezó a saponificar a una temperatura de 70°C.

4.2.6 Clarificación con etanol

Después de 5 minutos de agregar el hidróxido de sodio al 30% se agrega etanol al 95% a una temperatura de 70°C para que no se volatilice el etanol y clarifique el jabón. El clarificado elimina las manchas opacas del jabón y así añadir cualquier colorante.

4.2.7 Lavado

Consiste en agregar agua a al jabón, calentar y mover.

4.2.8 Salado

Consiste en el agregado de una solución concentrada de sal común (cloruro de sodio, NaCl) para separar el jabón de la glicerina formada y del exceso de hidróxido de sodio. Como el jabón es insoluble en el agua salada, se acumula en forma de grumos y sube a la superficie por su menor densidad. Después de varias horas, se extrae por la parte inferior la mezcla de glicerol y agua salada.

4.2.9 Separación del jabón y la lejía

Se dejó reposar por 20 minutos y se retiró la masa compacta de jabón que flota. Al enfriarse, se separan nuevamente dos capas: la superior, de jabón, y la inferior, de lejía. Al jabón se le agrega agua y se cuece nuevamente; de esta manera se eliminan los restos de sal, glicerina y lejía.

4.2.10 Amasado

Se realizó con el objeto de lograr una textura homogénea, sin gránulos y obtener mejor apariencia. Durante esta etapa se le incorporó a la pasta el colorante y aroma.

4.2.11 Moldeado

Se colocó en moldes pequeños y se dejó reposar 4 días hasta obtener aproximadamente 20% de humedad.

4.3 PRUEBAS DEL LABORATORIO

4.3.1 Prueba de saponificación

Después de las pruebas de saponificación, se obtuvo un jabón sin restos de grasas sin saponificar. Esto indica que la cantidad de hidróxido de sodio que se utilizó para saponificar fue la correcta.

4.3.2 Prueba de pH

El pH de la proporción con sebo 85% y aceite 5% fue ajustado al nivel de los jabones comerciales que es de 10.

4.3.3 Prueba de humedad

Después de realizar las pruebas se determinó que el jabón tiene aproximadamente 20% de humedad, después de ser almacenado 4 días a temperatura ambiente. Después se la determinó la prueba de textura del jabón de cada nivel, comparando con la textura del jabón comercial.

4.4 DEFINICIÓN DEL PROTOTIPO

El mejor jabón de lavar ropa fue el nivel 4 después de haber sido evaluado con un análisis estadístico como se muestra en el cuadro 8. Se comparó con 2 jabones comerciales la textura, solubilidad y formación de espuma. La formación de espuma del nivel 4 fue menor que el jabón comercial.

4.5 FORMULACIÓN DEL JABÓN DE LAVAR ROPA

Después de varias pruebas se determinó el mejor jabón con la cantidad de cada ingrediente que brinda las mejores características al producto final. El cuadro 5 muestra la formulación en porcentaje, tomando 360 g de producto final como 100% de la prueba del nivel 4. Esta formulación no alcanzó los niveles de espuma esperados.

Cuadro 3. Formulación de 360 g de jabón

Ingrediente	Peso en gramos	%
Sebo	227	52
Aceite de palma	40	9
Hidróxido de sodio al 30%	32	7
Etanol al 95%	37	9
Agua	53	12
Sal	20	5
Colorante	11	2
Fragancia	13	3
Total*	433	100

* Cabe recalcar que el peso del jabón se reduce aproximadamente en un 17% debido a la salida de algunos ingredientes en el proceso (agua, NaOH, sal, sebo que no se derrite) y principalmente la evaporación del alcohol.

4.6 FACTORES QUE SE DEBEN CONTROLAR EN EL PROCESO

4.6.1 Cantidad de hidróxido de sodio

Si el jabón queda con exceso de soda cáustica producirá enrojecimiento de las manos y de la piel de quien lo usa. Además puede producirle grietas en la piel y picazón.

Si, por el contrario, le falta soda cáustica, el sebo o grasa no se alcanza a saponificar, es decir, a convertirse totalmente en jabón. El resultado natural será que a los pocos días el jabón empiece a expedir un olor nauseabundo, por la grasa que se está descomponiendo. Esto hace imposible el uso de ese jabón.

4.6.1.1 Precauciones

Con el hidróxido de sodio los recipientes empleados deben ser resistentes a NaOH. Hierros esmaltados, vidrio o acero inoxidable son excelentes materiales. Se debe usar guantes de caucho, gruesos. Nunca se debe permitir que durante el proceso de fabricación, estas sustancias entren en contacto con la piel ya que pueden producir quemaduras difíciles de curar. La sosa cáustica es muy corrosiva y debe evitarse que entre en contacto con la ropa o con la piel. En caso de contacto hay que lavarse inmediatamente con agua abundante y jabón.

4.6.2 Temperatura y tiempo

La temperatura y el tiempo tienen una influencia importante al momento de elaborar el jabón de lavar ropa, según la etapa del proceso estos pueden cambiar.

Cuadro 4. Temperatura y tiempo requeridos en cada proceso.

Etapa	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
Fundición de sebo	95	46.67
Inicio de saponificación	95	8
Adición de etanol	65	15
Finalización del aclarado	65	
Final de saponificación	95	25
Lavado	90	30
Salado	90	45
Enfriado para adición de fragancia y colorante	35	20
Total tiempo de proceso		3 horas 16 minutos

Es importante utilizar las temperaturas que se muestran en el cuadro 4, al momento de elaborar el jabón de lavar ropa. Tiene influencia directa con el producto. Si la temperatura o el tiempo son mas altos que los recomendados en esta tabla el jabón podría sufrir severos daños.

Los tiempos que variaron en los diferentes niveles fueron la fundición del sebo y tiempo de saponificación, por lo tanto los datos que se muestran de estos en el cuadro 4 son un promedio. Las temperaturas y los demás tiempos son fijos. Esto se determinó en el nivel 1 y se fueron observando en los siguientes niveles.

4.7 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Después de haber terminado el proceso de elaboración y el producto con su debido empaque se determinó el costo del producto.

Cuadro 5. Costos directos por 360 g de jabón

Ingrediente	Cantidad	Precio (L.)	Cantidad utilizada	Costo (L.)
Sebo	1 kg	5.00	227 g	1.1
Aceite de palma	3.78 L	62.00	40 ml	0.7
Hidróxido de sodio	1 kg	150.40	32 g	3.2
Etanol al 95%	3 L	34.00	37 ml	0.4
Sal común	228 g	2.00	20 g	0.2
Colorante	1 kg	4.60	11 g	0.0
Fragancia	1 kg	400.00	13 g	0.0
Empaque			1	0.02
Costo unitario por 360 g				5.7

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las propiedades de los jabones de los cuatros niveles fueron comparadas con 2 jabones comerciales como parámetros de buena calidad de jabón.

La textura del jabón del nivel 1 estadísticamente es diferente a los 2 jabones comerciales, es mas duro. Los 3 niveles restantes están dentro de los parámetros de calidad de los jabones comerciales siendo estadísticamente iguales el jabón de sebo 95% y 5% de aceite con el jabón verde comercial y el jabón de sebo 90% con 10% de aceite, sebo 85% con 15% de aceite son estadísticamente iguales. Los jabones que muestran buena textura son sebo 95% y 5% de aceite, sebo 90% y 10% aceite, sebo 85% y 15% de aceite. Siendo el jabón de 100% demasiado duro para utilizar en jabones de lavar ropa.

La propiedad de formación de espuma de los jabones son estadísticamente iguales de sebo 100% con el jabón de sebo 95% y 5% de aceite. El jabón con sebo 90% y 10% de aceite, sebo 85% y 15% de aceite, jabón comercial verde, jabón comercial blanco son estadísticamente diferentes. Como resultado de la evaluación de formación de espuma ninguno de los jabones elaborados llegó a los parámetros de calidad comparado con los 2 jabones comerciales.

La propiedad de solubilidad de los jabones de sebo 100%, sebo 95% y 5% de aceite, sebo 90% y 10% de aceite, sebo 85% y 15% de aceite, jabón verde comercial son estadísticamente iguales. Como resultado todos cumplen con la solubilidad estadísticamente.

Como resultado final el mejor jabón a escoger es el que tiene sebo 85% y 15% aceite por que cumple con todos los parámetros de calidad y esta mas cerca de alcanzar la formación de espuma de los jabones comerciales.

Cuadro 6. Resultado del análisis estadístico incluyendo los promedios de cada parámetro de calidad*.

% sebo	% aceite	textura	espuma	Solubilidad
100	0	0.045 a	37.667 e	0.690 b
95	5	0.033 b	41.000 e	0.730 b
90	10	0.029 c	47.000 d	0.786 b
85	15	0.029 c	53.000 c	0.840 b
	Jabón verde	0.033 b	62.667 b	0.810 b
	Jabón blanco	0.029 c	69.333 a	1.180 a
	DMS	0.003	5.845	0.1641

*Los datos en una columna seguidos por la misma letra, estadísticamente no son diferentes de acuerdo a la prueba DMS con ($P < 0.05$). El jabón verde y blanco son 2 jabones comerciales que se usaron como referencia.

4.9 RENDIMIENTOS DE LA FORMULACIÓN

Cuando se aumenta la cantidad de aceite, el tiempo de saponificación disminuye. Estadísticamente el tiempo de saponificación de la cantidad de aceite 0% es diferente estadísticamente a la cantidad de aceite 5, 10, y 15% y la cantidad de 5% de aceite también es estadísticamente diferente a los demás, pero la cantidad de aceite de 10 y 15% son estadísticamente igual no hay diferencia significativa.

También se puede observar que cuando aumentamos la cantidad de aceite aumenta un poco el peso del jabón obtenido. La cantidad de aceite de 0%, es estadísticamente igual a la cantidad de aceite de 5% y diferente a los demás. La cantidad de aceite 10% estadísticamente es igual a la de aceite 5 y 15%.

Cuadro 7. Resultados del análisis estadístico incluyendo los promedios de la variable tiempo de saponificación y peso del producto obtenido*.

sebo %	aceite %	Tiempo de SAP	Peso
100	0	59.80 a	129.6 c
95	5	55.43 b	130.3 cb
90	10	51.60 c	134.1 ba
85	15	48.93 c	136 a
DMS		3.2625	4.31

*Los datos en una columna seguidos por la misma letra, estadísticamente no son diferentes de acuerdo a la prueba DMS con ($P < 0.05$).

4.10 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TECNOLOGÍA APROPIADA PARA PRODUCIR JABÓN

4.10.1 Estructura de la planta

Para la construcción de la planta se busco materiales baratos tratando de reducir costos, pero que estén adecuados para la elaboración del producto.

4.10.1.2 Paredes. Las paredes externas serán construidas a base de ladrillo para abaratar costos, pero las separaciones internas de áreas se realizaran por separación de panelit.

4.10.1.3 Techo. El techo se construirá de madera con láminas de zinc.

4.10.1.4 Piso. El piso se rellenará con fundición en todas las áreas de la planta.

4.10.2 Datos de rendimiento

4.10.2.1 Capacidad. La planta tiene una capacidad máxima de 1200 jabones/semana y 62400 jabones/año sin incluir sábado y domingo.

4.10.2.2 Productividad. La productividad con 3 personas trabajando es de 144 kg de jabones/día.

4.10.3 Criterios de mantenimiento.

- La marmita se lavará todos los días después de cada jornada
- Los cuchillos serán de acero inoxidable
- A las carretillas se le lubricara con aceite cada vez que lo necesite

4.10.4 Factores de perturbación activos y pasivos

- El calor del fuego del horno
- El humo que bota
- Contaminación
- Mal olor del sebo

4.10.5 Mano de obra

4.10.5.1 Cantidad de trabajadores

Se utilizará tres trabajadores de mano de obra no calificada: uno encargado de elaboración de jabón, otro en corte del jabón y el último en la parte de empaque del producto y despacho. Un Ingeniero encargo de verificar la producción y llevar los registros.

4.10.6 Tamaño de la planta.

El área del terreno es 56 m² que esta distribuido en el área de: oficina, almacenamiento de materia prima, almacén de equipo y materiales, saponificación, moldeado del jabón, cortado y empacado del jabón, almacenamiento de producto final.

4.10.6.1 Área de oficina

Es el lugar donde se administrará toda la planta de jabón. Esta área comprende 9 m².

4.10.6.2 Área de almacenamiento de materia prima. En esta área se almacenará las materia primas necesarias para elaborar el producto como son: Aceite de palma, hidróxido de sodio al 30%, etanol al 95%, agua, Sal, colorante, fragancia. El tamaño de esta área es 9 m².

El sebo no se almacenará en la planta. Su fundición se realizará inmediatamente después de llegar a la planta de procesamiento de jabón.

4.10.6.3 Área de almacén de equipos. En esta área se almacenarán los equipos necesarios que se necesitan en la planta como son: Baldes, drones, pala de acero inoxidable, termómetro, vasito medidor, cuchillo, carretilla.

4.10.6.4 Área de saponificación. El área de saponificación esta comprendida por el horno que llevara acabo la saponificación, esta área es de 1 m^2 .

4.10.6.5 Área de moldeado del jabón. Esta comprendida por el tamaño de los moldes de madera, ocupando una área de 1.6 m^2 .

4.10.6.6 Área de cortado y empacado del jabón. Esta área esta comprendida por las 2 mesas que se ocupan para cortar el jabón y luego es empacado con bolsas y almacenadas en cajas de cartón. Esta es de 4 m^2 .

4.10.6.7 Área de almacenamiento de producto final. Como proceso final los jabones pasan a ser almacenados en caja de cartón en esta área, siendo su tamaño de 9 m^2 .

4.10.6.8 Área de transito. Esta área es donde las personas se pueden desplazar libremente, para llevar producto final, movilizarse a otras áreas u otras cosas. El tamaño de esta área es 7 m^2 .

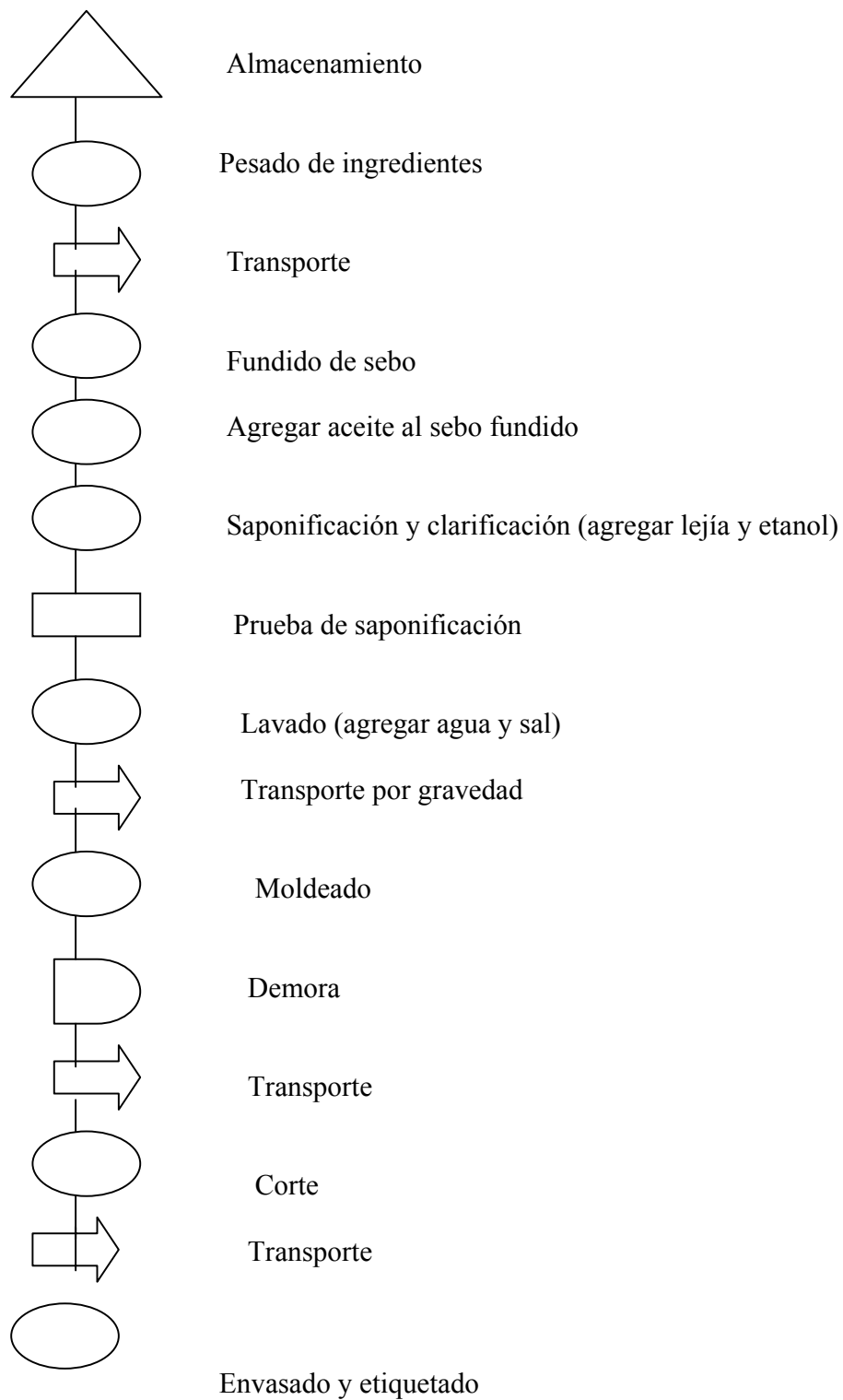


Figura 4. Diagrama de Flujo de proceso

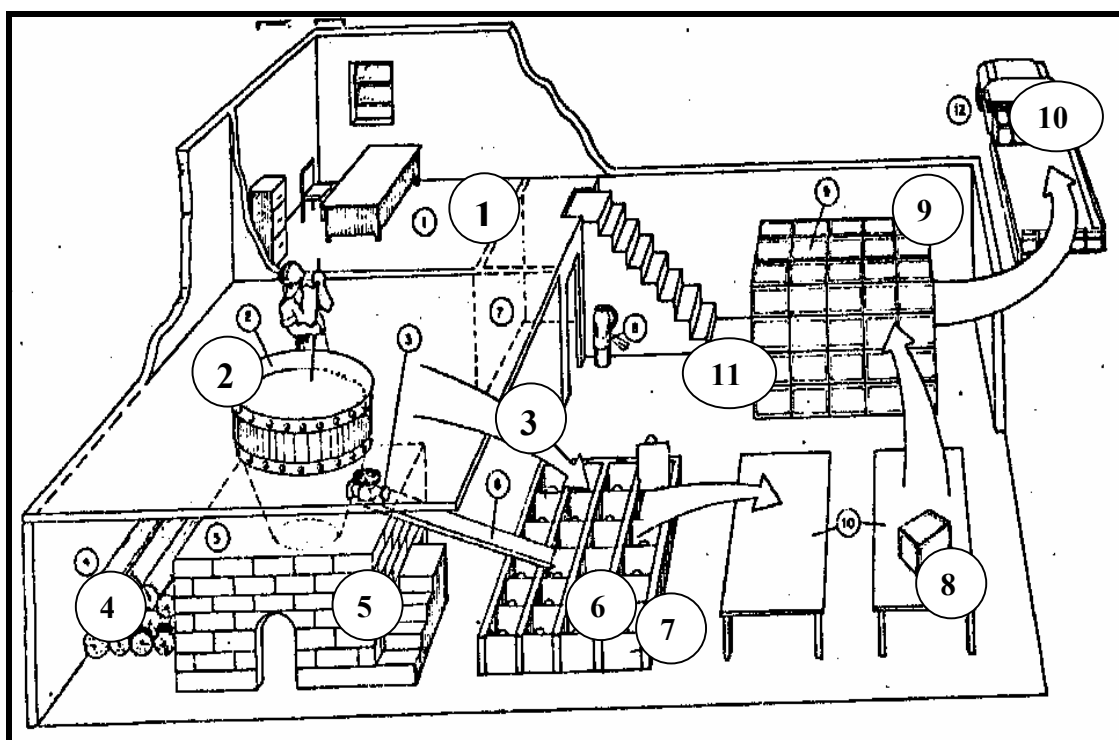


Figura 5. Esquema de una planta pequeña para fabricación de jabón de lavar ropa

Cuadro 8. Descripción del proceso de producción de jabón de lavar ropa

Numero	Lugar	Proceso
1	Oficina	Registro
2	Producción	Fundir sebo
3	Producción	Transporte de jabón
4	Almacén	Almacén
5	Producción	Horno
6	Producción	Moldeado
7	Producción	Cortado y empackado
8	Producción	Transporte
9	Almacén de producto terminado	Almacén
10	Despacho	Salida del producto final
11	Salida del producto	Venta

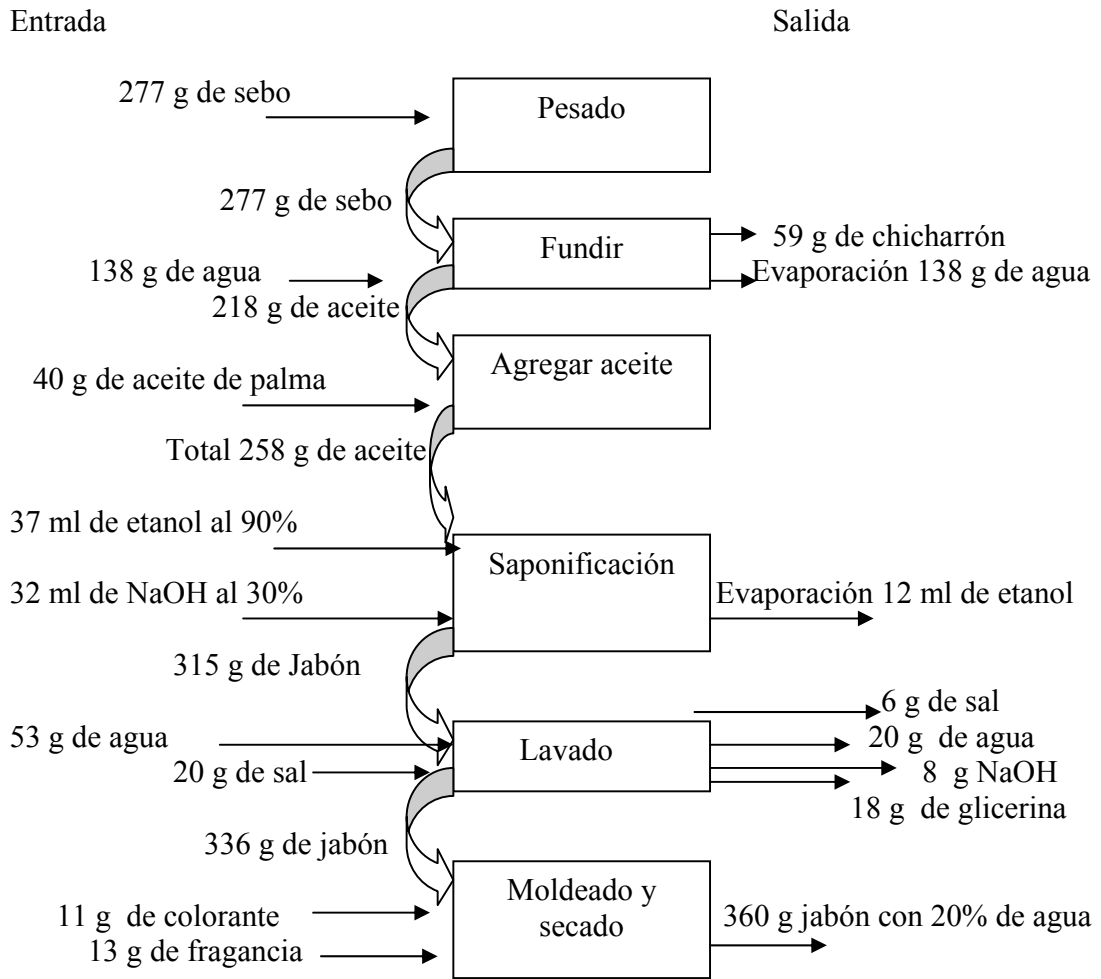


Figura 6. Balance de masa

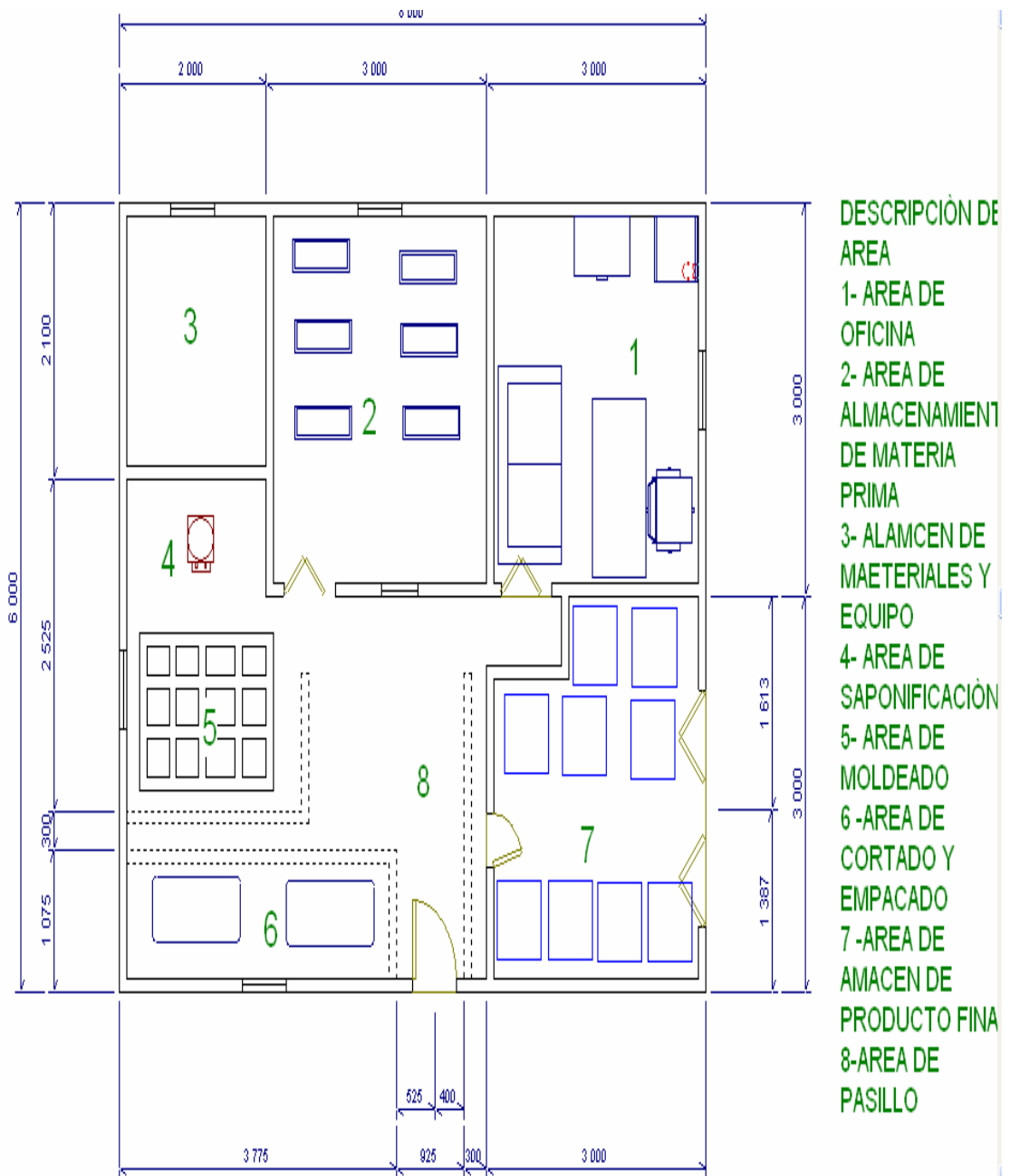


Figura 7. Diseño de planta

4.11 ESTUDIO FINANCIERO

Este estudio financiero se enfoca en determinar la factibilidad del estudio de construir una planta de procesamiento para elaboración de jabón de lavar ropa, con la cantidad de sebo que genera la planta de cárnicos, con sus ingresos y egresos, evaluación financiera y análisis de sensibilidad.

4.11.1 Inversiones

En el cuadro se muestra los equipos y materiales necesarios que se utilizarán para el proceso de elaboración de jabón.

Cuadro 9. Inversiones en maquinaria y equipo para la planta de elaboración de jabón

Detalle	Cantidad	Costo unidad (L.)	Costo total (L.)
Moldes de madera	3	460.00	1,380.00
Drones plásticos	2	400.00	800.00
Baldes plásticos	2	62.00	124.00
Pala acero inoxidable	1	260.00	260.00
Termómetro	1	51.00	51.00
Vasito medidor	1	90.00	90.00
Guantes	3	18.00	54.00
Lentes protectores	3	40.00	120.00
Mesa	2	700.00	1,400.00
Estantes	2	1,500.00	3,000.00
Olla acero inoxidable	1	715.00	715.00
Cuchillo	3	42.00	126.00
Balanza	1	336.00	336.00
Escritorio	1	300.00	300.00
Computadora	1	12,880.00	12,880.00
Carretilla	2	700.00	1,400.00
Total (L.)			23,036.00
Total US \$			1,231.80

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.1.1 Inversión en construcción. La inversión en la construcción de la planta son los costos más altos que se tiene que hacer, no se toma en cuenta la compra del terreno debido a que es propia de la Escuela Agrícola Panamericana se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Inversión en construcción

Inversión	Costo (L.)
Construcción	100,000.00
Total (L.)	100,000.00
Total US \$	5,347.59

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.1.2 Inversión por requisitos legales. Incluye el valor de las inversiones para obtener el registro de marca, diseño de la etiqueta, registro sanitario, licencia sanitaria, y código de barra. Los cuales se detallan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Inversión por requisitos legales

Detalle	Valor total (L.)
Registro de marcas	2,135.00
Diseño de etiqueta	1,240.00
Registro sanitario	2,875.00
Licencia sanitaria	250.00
Código de barra	1,708.00
Total (L.)	8,208.00
Total US \$	438.93

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.1.3 Costos fijos recurrentes. Son costos que se tienen que hacer pero no se pueden incluir como costos de inversión, incluye la licencia sanitaria, código de barra y los costos por depreciación, este último no se puede incluir directamente en el flujo de caja ya que se realizara la construcción en la Escuela Agrícola Panamerica El Zamorano, el cual no paga impuesto.

Cuadro 12. Costos fijos recurrentes del la planta

Detalle	Cantidad	Unidad	Valor total (L.)
Licencia sanitaria	1	Año	250.00
Código de barra	1	Año	1,708.00
Depreciación			13,011.17
Total (L.)			14,969.17
Total US \$			800.49

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.2 Ingreso y egresos de la empresa

En esta parte del análisis se estimaron los ingresos proyectados por año por un periodo de 5 años. La planta de cárnicos no esta trabajando a su máxima capacidad, por lo que si la planta de cárnicos aumenta su capacidad, la proyección de elaboración de jabón seria mayor para los años siguientes, pero debido a que planta de cárnicos no tiene proyección de crecer su producción, la cantidad de jabón que se producirá será igual para los 5 años.

4.11.2.1 Ingreso. Se tomó el precio de venta de L. 12.00 y 90 jabones de 600 g que actualmente se puede elaborar con la cantidad de sebo que genera la planta de cárnicos a la semana. La planta de jabón tiene una capacidad de 1200 jabones por semana, siendo esto su capacidad máxima.

Cuadro 13. Ingresos proyectados para la planta (en lempiras).

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
jabones/semana		90	90	90	90	90
jabones/año		4,680	4,680	4,680	4,680	4,680
precio L./jabón		12	12	12	12	12
Total (L.)		55,598	55,598	55,598	55,598	55,598
Total US \$		2,973.2	2,973.2	2,973.2	2,973.2	2,973.2

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.2.2 Costos de producción. Compuesta por los costos de la materia prima, mano de obra necesaria, costos de empaque, comercialización de la producción, siendo el costo para producir un jabón de L. 9.5. Los costos de producción para la elaboración de jabón de acuerdo a la cantidad procesada por año se detallan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Costo de producción del jabón para lavar.

Años	Cantidad procesada	Costo Unitario (L.)	Costo total (L.)
1	4,680	9.50	44,460
2	4,680	9.50	44,460
3	4,680	9.50	44,460
4	4,680	9.50	44,460
5	4,680	9.50	44,460

Los costos que se toman en cuenta además de los costos de operación son: las anualidades que se tienen que pagar en licencia sanitaria y código de barra.

Cuadro 15. Costo por pago de anualidades de los requisitos legales (en lempiras)

Detalle	Año
Licencia sanitaria	250.00
Código de barra	1708.00
Total (L.)	1,958.00
Total US \$	104.70

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.2.3 Costos de valor agregado. Son los costos de empaque del jabón en una bolsa y su respectiva caja, siendo L. 0.02 y L. 2.00 respectivamente; aquí se toman en cuenta los costos de código de barras (L. 0.11) y la mano de obra necesaria para el empaque del jabón individual (L. 0.12), estos son detallados en el cuadro 16.

Cuadro 16. Costo por empaque para 90 jabones.

Detalle	Unidad (L.)	Costo empacado anual (L.)
Bolsa	0.02	93.60
Caja	2.00	9,360.00
Código de barras	0.11	514.80
Mano de obra	0.12	561.60
Total (L.)	2.25	10,530.00
Total US \$		563.10

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

4.11.2.4 Costo de comercialización. Son los costos que se incurren una vez que se tiene empacado el jabón para llevarlo al lugar de venta. Esto se realizará con el carro de la escuela.

Esto ya está incluido en el costo de producción de un jabón

4.11.2.5 Capital de operaciones. Cantidad de dinero que se necesita para producir determinar número de unidades de jabón durante un mes, para el año 1 se necesita L. 2305; lo que viene de los costos de producción y el periodo de un mes para que la empresa este produciendo hasta esperar que le paguen el producto; para los años que siguen se tomaron la misma cantidad debido a que se esta produciendo la misma cantidad de jabón para los 5 años.

4.11.2.6 Valor de rescate. Este es el costo que tendrá la maquina y equipo al final del quinto año; para poder determinarlo se le considero la vida útil a cada una de estas sientos L. 21,579.

4.11.3 Evaluación financiera del proyecto

Este incluye la determinación del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), como criterios de evaluación.

Basándose en el flujo de caja de la empresa y tomando en cuenta la tasa de corte (valor de descuento) del 36% se determinó el VAN de L. -87,905 y una TIR de -19% lo que significa que el proyecto no es rentable con ese nivel de producción.

Cuadro 17. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
(valores en lempiras)						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
INVERSION						
Construcción e instalaciones	-100,000					
Equipo	-23,036					
Requisitos legales	-8,208					
Reinversión en equipos y requisitos legales		-2,279	-4,239	15,874	4,207	2,279
INGRESOS		55,598	61,158	67,274	74,001	81,402
Jabones/semana		90	90	90	90	90
Jabones/año		4680	4680	4680	4680	4680
precio L/jabón		L. 12	L. 13	L. 14	L. 16	L. 17
EGRESOS		-51,060	-56,166	-61,782	-67,961	-74,757
Costo de producción		-44,460	-44,460	-44,460	-44,460	-44,460
Licencia sanitaria		-250	-250	-250	-250	-250
Código de barras		-1,708	-1,708	-1,708	-1,708	-1,708
UTILIDAD NETA		4,539	4,992	5,492	6,041	6,645
Capital de operaciones	-2,305	-2,305	-2,305	-2,305	-2,305	11,525
valor de rescate						21,579
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-133,549	2,234	2,688	3,187	3,736	39,749
VAN	-87,905					
TIR	-19%					

4.11.4 Análisis de sensibilidad

Se realizó el análisis de sensibilidad del proyecto para así poder saber cuáles son los puntos débiles de este proyecto y proponer medidas para mejorarlo.

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad (en lempiras)

		INGRESOS TOTALES (L.)				
		0%	20%	40%	80%	100%
COSTOS TOTALES (L.)	0.00	-87,905	-67,344	-46,782	-5,659	14,902
	0.05	-83,184	-62,623	-42,061	-938	19,623
	0.10	-78,464	-57,902	-37,341	3,782	24,344
	0.15	-73,743	-53,181	-32,620	8,503	29,065
	0.20	-69,022	-48,461	-27,899	3,224	33,786
	0.25	-64,301	-43,740	-23,178	17,945	38,506

La tasa de cambio es de L. 18.7 por 1 dólar (US).

Con base en el cuadro anterior se puede determinar que para obtener un VAN positivo sin tener que disminuir los costos totales, se tiene que procesar aproximadamente 180 jabones semanales para obtener un valor actual neto de L 14,902. Procesar menor cantidad de jabones a las mencionadas el proyecto no es factible debido a que los costos totales superan a los ingresos.

5. CONCLUSIONES

- La cantidad de sebo que se produce en la planta de cárnicos en promedio es 3.6 kg por animal, siendo a la semana 50.4 kg y al mes 604.8 kg. Esto no es suficiente para suplir con criterios de rentabilidad a una planta de procesamiento.
- La formulación con una proporción 85% de sebo y 15% de aceite mostró las mejores características para el jabón elaborado.
- El costo de la barra de jabón de 360 g, producido en el laboratorio, fue de L. 5.70 Tomando los costos de administración y las utilidades se llega a un precio final de L. 7.30. Este valor comparado en el precio del jabón comercial (L. 8.50) nos ubica en una posición de ventaja.
- La planta diseñada como parte de este estudio es funcional para las cantidades de sebo que se pueden manejar en Zamorano, más otras cantidades similares que se obtengan en la zona. Por el nivel de inversión y uso de mano de obra, este diseño corresponde a los principios de la tecnología apropiada.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar la posibilidad de adquirir sebo de otras plantas de cárnicos de la zona para justificar financieramente una planta de tecnología apropiada para elaborar jabón de lavar ropa en la EAP.
- Hacer otras pruebas del jabón para alcanzar la formación de espuma debida usando aceite de coco o resina de pino como aditivos.
- Realizar un estudio de mercado para determinar la aceptabilidad del producto.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Cañamero, A. 2002. Jabones y detergentes. Consultado en agosto de 2004. Disponible en: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/RC-46/Rc-46.htm>
- Conn, E; Stumpf, P. 1990. Bioquímica Fundamental. 3 ed. Trad. J. Gabriel. México. Editorial Limusa. 72p.
- Erazo, M. 1999. Producción de jabones y detergentes. Consultado en junio de 2004. Disponible en: <http://www.procesosvirtuales.com/documentos/archivos/DT-PI01-002.pdf>
- Failor, C. 2003. Técnicas para la elaboración de jabón. Consultado en agosto 2004. Disponible en: <http://www.nuestromercado.com.ar/Artesanias/Tecnicas/jabones.htm>
- Fedepalma. 2004. Composición de ácidos grasos del aceite de palma. Consultado en julio de 2004. Disponible en: www.fedepalma.org
- Guías empresariales. 2004. Productos del giro y sus características básicas. México, DF. Consultado en abril de 2004. Disponible en: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?ins=342&s=14>
- Haro, A. 2003. Grasas y aceites. Consultado en agosto de 2004. disponible en: <http://www.pulevasalud.com/subcategoria.jhtml>
- Hernández, C. 2002. La fabricación de los jabones. Consultado en febrero 2004. Disponible en: <http://www.tintonet.com/tintoreros/jabones.html>
- Hendrickson, J. 1970. Preparación de un jabón por saponificación de un aceite vegetal. Consultado en agosto de 2004. disponible en : <http://tenoch.pquim.unam.mx/academico/qo/soap/jabon.htm>
- King, M. 2003. Clasificación de lípidos. Consultado en marzo de 2004. Disponible en: <http://www.ehu.es/biomoleculas/LIP/LIPID3.htm>

- Latorre, A. 2002. Historia del jabón. Consultado en marzo de 2004. Disponible en: <http://perso.wanadoo.es/astrolar/cursosgratis/varijs/jabones2.htm>
- Prior, J. 2003. Tablas de saponificación. Consultado en marzo de 2004. Disponible en: http://www.soapyworld.com/tablas_sap.htm
- Quintana, I. 2003. Grasas, aceites y jabones. Consultado en febrero de 2004. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/grasas/grasas.shtml>

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico

The UNIVARIATE Procedure

Variable: SEBO

Moments

N	65	Sum Weights	65
Mean	3.69076923	Sum Observations	239.9
Std Deviation	0.81523062	Variance	0.66460096
Skewness	0.54777661	Kurtosis	-0.1619429
Uncorrected SS	927.95	Corrected SS	42.5344615
Coeff Variation	22.0883661	Std Error Mean	0.10111691

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	3.690769	Std Deviation	0.81523
Median	3.700000	Variance	0.66460
Mode	3.200000	Range	3.50000
		Interquartile Range	1.00000

Dependent Variable: TEX

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00062065	0.00008866	27.63	<.0001
Error	10	0.00003209	0.00000321		
Corrected Total	17	0.00065274			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TEX Mean
0.950838	5.363378	0.001791	0.033400

Dependent Variable: ESPUMA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	2305.888889	329.412698	31.91	<.0001
Error	10	103.222222	10.322222		
Corrected Total	17	2409.111111			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ESP Mean
0.957153	6.205020	3.212822	51.77778

Dependent Variable: SOLUB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	7	0.47870556	0.06838651	8.40	0.0017
Error	10	0.08138889	0.00813889		
Corrected Total	17	0.56009444			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	SOLUB Mean	
	0.854687	10.74708	0.090216	0.839444	

Dependent Variable: TSAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	5	216.9166667	43.3833333	16.27	0.0020
Error	6	16.0000000	2.6666667		
Corrected Total	11	232.9166667			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TSAP Mean	
	0.931306	3.047577	1.632993	53.58333	

Dependent Variable: PESO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	5	92.6666667	18.5333333	3.97	0.0616
Error	6	28.0000000	4.6666667		
Corrected Total	11	120.6666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PESO Mean
0.767956	1.628327	2.160247	132.6667

Anexo 2. Depreciación y amortización de las inversiones

Detalle	Costo total	Vida útil	Depreciación anual
Moldes de madera	1380.00	2	690.00
Drones plásticos	800.00	5	160.00
Baldes plásticos	124.00	2	62.00
Pala acero inoxidable	260.00	5	52.00
Termómetro	51.00	1	51.00
Vasito medidor	90.00	1	90.00
Guantes	54.00	1	54.00
Lentes protectores	120.00	2	60.00
Mesa	1400.00	5	280.00
Estantes	3000.00	5	600.00
Olla acero inoxidable	715.00	3	238.33
Cuchillo	126.00	1	126.00
Balanza	336.00	2	168.00
Escritorio	300.00	5	60.00
Computadora	12880.00	3	4293.33
Construcción	30000.00	10	3000.00
Carretilla	1400.00	5	280.00
SUB TOTAL	53036.00		10264.67
REQUISITOS LEGALES			
Registro de marcas	2135.00	10	213.50
Diseño de etiqueta	1240.00		0.00
Registro sanitario	2875.00	5	575.00
Licencia sanitaria	250.00	1	250.00
Código de barra	1708.00	1	1708.00
SUB TOTAL	8208.00		2746.50
TOTAL			13011.17