



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA AGROINDUSTRIA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**PORCENTAJES DE ACEITE DE FRITURA E HIDRÓXIDO DE
POTASIO EN LA SAPONIFICACIÓN DE GRASAS PARA LA
OBTENCIÓN DE JABÓN LÍQUIDO**

AUTORES:

LUIS MIGUEL PERERO VERA

MARÍA FABIOLA SALAZAR ZAMBRANO

TUTOR:

ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mg.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

Luis Miguel Perero Vera y María Fabiola Salazar Zambrano, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
LUIS M. PERERO VERA

.....
MARÍA F. SALAZAR ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

José Fernando Zambrano Ruedas certifica haber tutelado la tesis **PORCENTAJES DE ACEITE DE FRITURA E HIDRÓXIDO DE POTASIO EN LA SAPONIFICACIÓN DE GRASAS PARA LA OBTENCIÓN DE JABÓN LÍQUIDO**, que ha sido desarrollada por Luis Miguel Perero Vera y María Fabiola Salazar Zambrano, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Feliz López.

.....
ING. JOSÉ F. ZAMBRANO RUEDAS, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han aprobado la tesis **PORCENTAJES DE ACEITE DE FRITURA E HIDRÓXIDO DE POTASIO EN LA SAPONIFICACIÓN DE GRASAS PARA LA OBTENCIÓN DE JABÓN LÍQUIDO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Luis Miguel Perero Vera y María Fabiola Salazar Zambrano, previa la obtención del título Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Feliz López.

.....
ING. RICARDO R. MONTESDEOCA
PÁRRAGA, Mg.

MIEMBRO

.....
ING. EDITH M. MOREIRA CHICA,
Mg.

MIEMBRO

.....
ING. ELY F. SACÓN VERA, Dr. c.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

La gratitud es un don característico en el ser humano y es la expresión que nos permite reconocer los beneficios de alguien que desinteresadamente extiende su mano generosa en bien de la superación de los demás, es por ello que expresamos nuestros sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de formarnos y enriquecer nuestros conocimientos día a día, a los catedráticos que con sus sabias clases hicieron de nosotros profesionales capacitados para emprender y alcanzar nuevas metas. A todas aquellas personas que se preocupan por nuestra educación superior.

Al Ing. Fernando Zambrano Tutor de la tesis por ser maestro, amigo y por compartir sin egoísmo alguno, todos sus conocimientos de tal manera que ha colaborado a elaborar este informe con su ayuda y orientación que fueron el soporte principal para la realización de este trabajo.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios que me dio la vida y las oportunidades de llegar al final de cada una de mis metas.

A mis padres, quienes han sido el motor que me han inspirado en el día a día.

A las personas que más quiero ya que me brindaron su apoyo y amistad, permitiendo adquirir con éxito este ansiado sueño.

LUIS M. PERERO VERA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios quien inspiro mi espíritu para seguir adelante, a mis padres y hermanos quienes me apoyaron todo el tiempo para alcanzar esta meta tan importante en mi vida. A mi novio quien me apoyo y alentó para continuar con este propósito.

A mis docentes quienes con sus conocimientos me ayudaron siempre para culminar esta tesis.

MARÍA F. SALAZAR ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	viii
RESUMEN.....	xii
PALABRAS CLAVES.....	xii
ABSTRACT	xiii
KEY WORDS.....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. TIPOS DE GRASAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE JABONES	4
2.2. ACEITE.....	4
2.2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA	5
2.2.2. ACEITE DE PALMA	6
2.3. ACEITES VEGETALES DE DESECHO	8
2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE VEGETAL USADO.....	8
2.3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACEITE VEGETAL USADO.....	10
2.4. ÁLCALI	11
2.4.1. HIDRÓXIDO DE POTASIO	11
2.5. JABÓN.....	11
2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS JABONES	13

2.6. JABÓN LÍQUIDO	14
2.6.1. USOS DEL JABÓN LÍQUIDO	15
2.6.2. ADITIVOS PARA JABONES	16
2.7. SAPONIFICACIÓN	18
2.7.1. MÉTODO DE SAPONIFICACIÓN PARA JABÓN LÍQUIDO	19
2.7.2. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN	20
2.8. ALCALINIDAD EN LOS JABONES	21
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	23
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	23
3.3.1. FACTORES	23
3.3.2. NIVELES	23
3.4. TRATAMIENTOS	24
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	25
3.7. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO	27
3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO DEL JABÓN LÍQUIDO	28
3.8. VARIABLES A MEDIR	29
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y TRATAMIENTO DE DATOS	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. ALCALINIDAD LIBRE	31
4.1.1. ACEITE EN LA ALCALINIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO	32
4.1.2. HIDRÓXIDO DE POTASIO EN LA ALCALINIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO	33
4.2. MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL	34
4.3. CLORUROS	35
4.4. GRASA TOTAL	35
4.5. NIVEL DE ESPUMA	36
4.6. pH	38
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39

5.1. CONCLUSIONES	39
5.2. RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS.....	45

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2.1. Composición Química de aceites vegetales.....	6
Cuadro 2.2. Características Físicas y Químicas del aceite.	7
Cuadro 2.3. Características Físicas y Químicas del aceite de palma.	7
Cuadro 2.4. Composición media de ácidos grasos de los aceites vegetales usados.	10
Cuadro 2.5. Características Físico-Químicas del aceite vegetal de cocina (desechado, usado, fresco).....	10
Cuadro 2.6. Especificaciones del jabón líquido.	16
Cuadro 2.7. Formulación utilizada en la elaboración de jabón.....	17
Cuadro 2.8. Índice de saponificación de varios aceites.	21
Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos.....	24
Cuadro 3.2. Esquema del ANOVA.	25
Cuadro 3.3. Características de la unidad experimental.	26
Cuadro 4.1. Valores promedio de los análisis de laboratorio del jabón líquido.	31

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Diagrama de proceso del jabón líquido.	27
----------------------------------------------------------------	----

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Medias de alcalinidad libre frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.....	32
Gráfico 4.2. Influencia del porcentaje de aceite de fritura sobre la variable alcalinidad libre (% v/v).	33
Gráfico 4.3. Influencia del porcentaje de hidróxido de potasio sobre la variable alcalinidad libre (% v/v).	33
Gráfico 4.4. Medias de materia insoluble en alcohol frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.....	34

Grafico 4.5. Medias de cloruros frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.	35
Grafico 4.6. Medias de grasa total frente al rango mínimo establecido por la NTE INEN 0842.	36
Gráfico 4.7. Influencia del factor A (aceite de fritura) y B (hidróxido de potasio) sobre el nivel de espuma (cm ³) en el jabón líquido.	37
Grafico 4.8. Medias de pH frente al máximo establecido por la NTE INEN 0850.	38

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los porcentajes óptimos de aceite e hidróxido de potasio para obtener la alcalinidad ideal de un jabón líquido, utilizando como materia prima aceite de fritura, rigiéndose con los requisitos para jabón líquido de la norma técnica ecuatoriana (INEN 0842) vigente. Se utilizó un ANOVA (DCA) AxB, con tres replicas; los factores en estudio fueron: A: Porcentaje de hidróxido de potasio (5 %, 6 % y 7 %) y B: Porcentaje de aceite de fritura (25 %, 30 % y 35 %). Se analizaron las variables alcalinidad libre (AL), materia insoluble en alcohol (MIA), cloruros (C), grasa total (GT), nivel de espuma (NE) y pH. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para cada uno de los factores en estudio como en su interacción. Con los resultados obtenidos en el programa estadístico IBM SPSS se logró establecer que los mejores tratamientos fueron el T₁ (25 % de aceite con 5% hidróxido de potasio), presentó además GT un valor de 11.17%; T₃ (25 % de aceite y 7 % hidróxido de potasio) y tiene menor alcalinidad, adicional a ello el nivel de espuma de T₃ es el más alto con un valor de 67 cm³, el T₉ (35 % de aceite con 7 % hidróxido de potasio) obtuvo el menor porcentaje de cloruros (0.19 %), determinando que los factores estudiados influyen de forma positiva en la variable de respuesta. Se concluye que el T₁, T₃ y T₉ cumplen la mayoría de requisitos de la norma INEN 842.

PALABRAS CLAVES

Jabón, alcalinidad, hidróxido de potasio, aceite de fritura.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the appropriate percentages of oil and potassium hydroxide to obtain the ideal alkalinity of a liquid soap, using cooking oil as a raw material, in compliance with the requirements for liquid soap of the Ecuadorian technical standard according to the INEN 0842 content. An ANOVA (DCA) AxB was used, with three replicas; The factors under study were: A: Percentage of potassium hydroxide (5 %, 6 % and 7 %) and B: Percentage of cooking oil (25 %, 30 % and 35 %). On the other hand, The variables analyzed were free alkalinity (AL), alcohol insoluble matter (MIA), chlorides (C), total fat (GT), foam level (NE) and pH. The results showed significant differences ($p < 0.05$) for each of the factors studied as well as their interaction. With the results obtained in the IBM SPSS statistical program, it was possible to establish that the best treatments were T1 (25% of oil with 5 % of potassium hydroxide), it also showed GT which had a value of 11.17 %; T3 (25 % oil and 7 % potassium hydroxide) and has a lower alkalinity, additional to that the foam level of T3 is the highest with a value of 67 cm³, T9 (35 % oil with 7 % hydroxide Potassium) obtained the lowest percentage of chlorides (0.19 %), so it expresses that the factors studied had a positive influence on the response variable. It is concluded that T1, T3 and T9 meet most of the requirements of the INEN 842 standard.

KEY WORDS

Soap, alkalinity, potassium hydroxide, cooking oil.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Durante años en la industria de alimentos se han empleado los aceites vegetales para llevar a cabo procesos de cocción o de frituras. Una vez terminado el proceso, todo el aceite quemado es desechado a los drenajes sin que se le haya dado un tratamiento previo (Fennema, 1993 citado por Albarracín *et al.*, 2010). Bulla (2014) manifiesta, este producto después de usado se vuelve un elemento contaminante; 1 L de aceite de fritura contamina 1000 L de agua, lo cual atribuye Fennema (1993) citado por Albarracín *et al.*, (2010) ya que el aceite flota sobre el agua y es muy difícil de eliminar.

Chamorro *et al.*, (2006) indican que el principal problema de los aceites vegetales usados generados por los diferentes usuarios (restaurantes, kioscos de comida rápida, o en nuestros hogares, etc.) por lo general se vierten a la red de agua de desecho municipal, o en la tierra (monte) o al relleno sanitario y debido a esto se genera un gran impacto ambiental.

Según Márquez *et al.*, (2015) los aceites vegetales usados, por lo general son vertidos en la red de alcantarillado, produciendo un impacto ambiental sobre las aguas, afectando así la flora y fauna, tanto marina como terrestre; es por eso que es considerado potencialmente peligroso debido a su persistencia y habilidad de esparcirse en grandes áreas del suelo y agua, lo cual forma una película que no permite el intercambio de oxígeno, lo que produce rápidamente una degradación de la calidad del ambiente.

García *et al.*, (2013) mencionan, la utilización comercial de este residuo, reintegrándolo a una cadena de producción como materia prima para diversos productos como lo son pinturas, barnices, lacas, biodiesel y jabón. El aceite residual de cocina puede tener un gran valor en el proceso productivo de jabón en gel ya que por cada litro de este residuo en este proceso se puede obtener en promedio 12 litros de jabón en gel.

Situación similar asegura Mancero (2014) al indicar que este residuo tóxico y de difícil eliminación puede ser reciclado para elaboración de jabones de muy buena calidad. Así mismo este autor indica que es factible reciclar y reutilizar residuos de aceite comestible (aceite quemado) mediante procesos químicos, para obtener jabón de uso doméstico similar a los jabones comerciales, de esta manera reducir el proceso de contaminación del ambiente

En el taller de frutas y vegetales de la ESPAM MFL, y en puestos productores de chifles del cantón Bolívar, existe una considerable cantidad de aceites resultantes de las frituras de chifles, esto lleva a evidenciar la problemática en el taller lo cual radica en la falta de proveedores de la materia prima (el aceite de cocina usado).

En el orden de las ideas antes mencionadas se plantea la siguiente interrogante: ¿Es posible encontrar un porcentaje de hidróxido de potasio y aceite de fritura de chifles proveniente del taller de frutas y vegetales de la ESPAM MFL en la elaboración de un jabón líquido como alternativa?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de jabón líquido a partir de los aceites residuales de frituras es una alternativa para darle valor agregado a este subproducto que se genera en la producción de alimentos fritos, tomando en cuenta técnicas y métodos que provean la obtención del mismo produciendo la reacción de saponificación.

Por tal motivo se propone reutilizar este desecho en la elaboración de jabón líquido añadiendo una solución alcalina de KOH (hidróxido de potasio) en diferentes porcentajes para facilitar el proceso de saponificación de las grasas, ya que ayuda a obtener jabones más blandos, y es el adecuado para jabones líquidos, evitando así que este sea arrojado a los sistemas de desagües y alcantarillado produciendo daños al medio ambiente.

En el aspecto económico se obtendrá un aporte a los beneficios financieros de los productores de chifles, papas fritas y demás productos que demanden el uso

de aceite, puesto que se les brindará una tecnología de aprovechamiento del mismo mediante la vinculación existente entre la ESPAM MFL y la comunidad.

Con el aprovechamiento de este residuo se estará reduciendo la posibilidad de convertir desechos potencialmente peligrosos para el medio ambiente. Cárdenas (2014) indica, el aceite de frituras es uno de los grandes responsables de la contaminación del agua. Los aceites comestibles provenientes de materias primas como girasol, soja, oliva, maíz o palma, forman en la superficie del agua una película difícil de eliminar que afecta su capacidad de intercambio de oxígeno y altera el ecosistema.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los porcentajes de aceite de fritura e hidróxido de potasio en la saponificación de grasas, para la obtención de jabón líquido.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el porcentaje de aceite que requiere un jabón líquido con la alcalinidad deseada.
- Definir la formulación óptima de hidróxido de potasio para la alcalinidad del jabón líquido.
- Evaluar la inferencia de la utilización de porcentajes de aceite e hidróxido de potasio sobre la cantidad de espuma del jabón líquido.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos formulados en la investigación permite obtener jabón líquido de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma INEN 842.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. TIPOS DE GRASAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE JABONES

Admad (1989) indica que las grasas más importantes que se utilizan para fabricar jabón son el aceite de coco, el aceite de palmiste, el sebo, la estearina de palma o el aceite de palma y para los detergentes domésticos y de segundo grado se pueden utilizar aceites ácidos, resinas y otros aceites suaves. Las grasas que contienen un mayor porcentaje de aceite mirístico y láurico producen jabones que se disuelven rápidamente en agua fría y tienen buenas propiedades de formación de espuma.

El mismo autor menciona, los jabones que se fabrican a base de grasas suaves y de aceites que contienen un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados producen jabones que son bastante solubles en agua, mientras las grasas tales como el sebo y la estearina de palma, que contienen un alto porcentaje de grasas saturadas de cadena larga, producen jabones duros que se adaptan para las operaciones de detergencia a temperaturas muy altas.

En la fabricación de jabones unos de los principales componentes es el aceite, ya que ayuda a obtener jabones con propiedades distintas y de mejor calidad que los jabones comunes.

2.2. ACEITE

Los aceites han sido utilizados por los humanos desde épocas ancestrales como parte de su alimentación y como combustibles, los aceites son productos de origen vegetal o animal, cuyos componentes principales son triésteres de ácidos grasos y el glicerol y se les denomina como “triglicéridos”, un aceite puede estar formado por un solo tipo de triglicérido, o por una mezcla de triglicéridos. Si esta mezcla es sólida, o de consistencia pastosa, a temperatura ambiente (20°C), se trata de una “grasa”. Por el contrario, si es líquida a temperatura ambiente, es un “aceite”.

De esta forma, grasas y aceites son químicamente lo mismo, pero con apariencia física diferente. De acuerdo a su composición también será la recomendación de uso de los mismos. Es el caso de los aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica. Los aceites ricos en ácidos grasos mono y poliinsaturados son más sensibles a la oxidación por la presencia de oxígeno y a altas temperaturas produciendo fácilmente rancidez hidrolítica u oxidativa (Durán *et al.*, 2015).

Son productos alimenticios aptos para el consumo humano, constituidos por glicéridos de ácidos grasos, de origen vegetal o animal, obtenidos mediante un proceso industrial. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presente en las grasas o aceites. Las grasas son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos a temperatura ambiente. A una grasa también se la conoce con el nombre de Manteca (INEN, 2012).

Para Guerrero, (2014) en general el término grasa se usa para referirnos a los materiales sólidos o semisólidos a temperatura ambiente mientras que el término aceite se refiere a los que son líquidos.

Los ácidos grasos más comunes para fabricar jabones son los que tienen la cadena de valor más larga es decir que contengan de 12 a 18 átomos de carbono, por eso es importante conocer la composición química del tipo de aceite que se va a utilizar.

2.2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según Elías, (2012) el aceite vegetal se caracteriza por su composición de ácidos grasos; las diferencias entre los diversos tipos de aceite son debido a la distinta composición de los mismos. Así, atendiendo a su composición los aceites vegetales pueden clasificarse en:

- Aceites ricos en ácidos grasos saturados y ácido oleico (aceite de oliva).
- Aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados (aceite de girasol).

Dependiendo del tipo de aceite la composición de los ácidos grasos varía, en el cuadro 2.1 se muestra la composición química de algunos tipos de aceites vegetales:

Cuadro 2.1. Composición Química de aceites vegetales.

Ácidos grasos	Oliva	Girasol
Ácido láurico (C12:0)	0	≤ 0,01
Ácido mirístico (C14:0)	≤ 0,05	≤ 0,01
Ácido palmítico (C16:0)	7-18	5-8
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,3-3	≤ 0,2
Ácido esteárico (C18:0)	0,5-5	3-7
Ácido oleico (C18:1)	61-83	15-38
Ácido linoleico (C18:2)	2-18	50-72
Ácido linolénico (C18:3)	≥ 1,5	≤ 0,2
Ácido arcaico (C20:0)	≤ 0,5	≤ 0,6
Ácido gadoleico (C20:1)	0	≤ 0,3
Ácido behénico (C22:0)	0	≤ 1,0
Ácido erúcico (C22:1)	0	0
Ácido lignocérico (C24:0)	0	0

Fuente: Elías, 2012.

La composición química de los aceites vegetales es variada en función del tipo de materia prima (aceite de palma, aceite de coco, aceite de palmiste, etc.)

2.2.2. ACEITE DE PALMA

Se obtiene mediante prensado del mesocarpio de la fruta de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*), este aceite presenta una alta concentración de ácidos palmítico y oleico. Se utiliza en una amplia variedad de productos para la industria de alimentos, entre los cuales se encuentran los aceites de cocina, mantecas, bases para margarinas, y para la industria oleoquímica, materias primas para la fabricación de jabón, velas, y grasas lubricantes.

Marcano *et al.*, (2010) mencionan que el aceite de palma, ha llegado a ser uno de los aceites vegetales más empleados en diversas aplicaciones debido a sus buenas cualidades y propiedades. A partir de su fraccionamiento se obtienen dos fracciones: una líquida (Oleína) y una dura (Estearina). La oleína es la fracción

más utilizada, es completamente líquida a temperatura ambiente en climas templados.

La determinación de las características físicas y químicas del aceite de palma es una actividad necesaria y frecuente como parte del análisis de los productos.

2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACEITE DE PALMA

Según Ortega y Vásquez (2012) las características principales físicas y químicas del aceite crudo se especifican en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.2. Características Físicas y Químicas del aceite.

CARACTERÍSTICAS	CRUDO	REFINADO
Índice de refracción, 25°C	1.4655	1.4715
Punto de fusión, °C	-13 a -9	-13 a -9
Densidad, 25°C g/ml	0.9146	0.9096
Viscosidad, 25°C	60.27	56.75
Color	2.5R en 50 ^a	1.0R en 50A
Índice de lodo	110.4	115.5
Índice de acidez, mg Koh	1.02	0.286
Índice de peróxidos, meq/kg	10.0	5.7
Ácidos grasos libres, %	0.618	0.113
Carotenoides, mg/kg	26.40	2.59

Fuente: Ortega y Vásquez (2012)

Por otro lado Ocampo *et al.*, (2014) indican que las características físicas y químicas del aceite de palma son las siguientes:

Cuadro 2.3. Características Físicas y Químicas del aceite de palma.

Características	Aceite de palma
Yodo (g 12/100 g muestra)	56,5
Saponificación (mg KOH/g muestra)	198,3
Acidez (mg KOH/g muestra)	0,35
Hidroxilo (mg KOH/g muestra)	*n.a
Humedad (% peso)	0,12

Fuente: Ocampo *et al.*, (2014) * (n.a: no aplica)

Cuando el aceite es utilizado en los diferentes procesos cocción y fritura se genera un aceite de desechos el cual ya no es reutilizado, por lo que es

desechado a los drenajes y a la red de alcantarillado sin que se le haya dado un tratamiento previo.

2.3. ACEITES VEGETALES DE DESECHO

Para Bombón y Albuja (2014), los aceites vegetales de desecho, son aquellos que han sido utilizados en los procesos de cocción en restaurantes, comedores colectivos, industrias alimenticias, etc. El aceite vegetal que se vierte en las fuentes de agua proviene principalmente de las industrias, mientras que la segunda fuente más importante de este contaminante proviene de las casas, este mismo autor indica que un restaurante puede llegar a originar 50 litros o más al mes de AVD; por cada litro de aceite comestible usado que es vertido indiscriminadamente se contamina alrededor de 1000 litros de agua.

Los avances tecnológicos y el aumento de la población han producido un cambio en la forma de vida, por lo cual la alimentación en la actualidad ha cambiado a tal punto que la mayoría depende de la comida rápida y frituras, aumentando el uso de los aceites comestibles. El consumo de aceite vegetal aumentó rápidamente, en un 3,5 %, casi dos veces más que la población mundial, la cual aumentó en 1,6 % entre los años 1980 y 2000, por consiguiente aumentó la generación de aceite vegetal de desecho. Se estima que más de 10 millones de toneladas de aceite vegetal de desecho se generan en el mundo cada año.

Los autores antes mencionados, en un estudio realizado mediante la evaluación de la reacción de saponificación para la fabricación de jabón utilizaron los siguientes porcentajes 15%, 25% y 35% de aceite vegetal de desechos purificado, encontrando que la mejor condición para la reacción de saponificación de aceite vegetal purificado es de 75°C y 15 % de aceite de palma, debido a que se obtiene un mayor rendimiento, y se obtiene un producto que cumple con la norma establecida.

2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE VEGETAL USADO

Durante la fritura, el calor es transferido a los alimentos lo que propicia que estos sufran cambios y reacciones entre sus componentes, evaporándose el agua de

las capas superficiales, absorbiéndose aceite, que es el que les imparte el sabor y la textura. Cabe destacar que las reacciones que se producen durante el proceso de fritura son, entre otras, las siguientes:

- **Hidrolíticas.** Los triglicéridos en contacto con humedad o agua se descomponen en diglicéridos y monoglicéridos, liberando una o dos cadenas de ácidos grasos. El resultado de la hidrólisis es la aparición de ácidos grasos libres, que aumentan la acidez del aceite, y en menor cantidad la formación de metilcetonas y lactosas, que pueden producir aromas desagradables.
- **Termooxidativas.** El calentamiento del aceite a las temperaturas utilizadas en la fritura provoca su degradación termooxidativa y la aparición de compuestos que reducen su calidad organoléptica y nutritiva. La velocidad de oxidación no viene determinada solamente por la temperatura, sino también por el tipo y calidad del aceite, por la superficie de exposición al aire, y por la presencia de pro oxidantes (hierro, cobre), antioxidantes (alfa-tocoferol) y antiespumantes (siliconas). Se forman compuestos polares, polímeros y volátiles.
- **Isomerización.** Los ácidos grasos insaturados contienen dobles enlaces en conformación cis, situados en posiciones muy concretas. En el cuadro 2.4 se muestra la composición química de los aceites vegetales usados.

Cuadro 2.4. Composición media de ácidos grasos de los aceites vegetales usados.

Ácido graso	Composición (%)
Ácido mirístico (C14:0)	0,02
Ácido palmítico (C16:0)	10,35
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,91
Ácido esteárico (C18:0)	3,35
Ácido oleico (C18:1)	56,35
Ácido linoleico (C18:2)	26,71
Ácido linolénico (C18:3)	1,17
Acido arcaica (C20:0)	0,5

Fuente: Elías, 2012.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACEITE VEGETAL USADO

Según Murcia *et al.*, (2013) indican que las características físico-químicas del aceite vegetal usado son las que se presentan en el cuadro 2.5 a continuación:

Cuadro 2.5. Características Físico-Químicas del aceite vegetal de cocina (desechado, usado, fresco).

Parámetros	Desechado	Usado	Fresco
Peso específico			
(20°C)	0,911	0,9593	0,858
(34°C)			
Índice de yodo (%m/m)	107,76	99,585	93,95
Índice de saponificación (mg KOH/g)	201,5	185,6	160,1
Índice de refracción (50°C)	1,4605	1,459	1,456
Humedad y materia volátil (%m/m)	0,1046	0,0899	0,1526
Punto de fusión (°C)	32.6	32	26
Impurezas insolubles (%m/m)	0,012	0,052	0,066
Índice de acidez (%m/m ácido oleico)	9,193	1,87	1,07
K ₂₃₂	0,126	0,075	0,015
K ₂₇₀	0,156	0,076	0,03
Color (%T _{550nm})	95	99	100
Kreis (interfase)	Rojo intenso	Rojo claro	Amarillo claro

Fuente: Murcia *et al.*, (2013)

Todos los jabones, ya sean líquidos o sólidos, se originan por la reacción de un álcali sobre los ácidos grasos.

2.4. ÁLCALI

Osagie *et al.*, (2014) mencionan que el Álcali se refiere a una base soluble, generalmente el hidróxido o carbonato de potasio o de sodio. A nivel local, podría ser producido a partir de cenizas de la extracción con agua. Cuando se produce de esta manera, se refiere generalmente como potasa. Se cree generalmente que el metal soluble más alto es el potasio, aunque esto depende de las especies del material vegetal y el tipo de suelo en el que crece la planta.

Los álcalis más utilizados en la fabricación del jabón son la sosa (hidróxido sódico, NaOH) y la potasa (hidróxido potásico, KOH).

2.4.1. HIDRÓXIDO DE POTASIO

El Hidróxido de potasio o Potasa caustica se ha descrito como un residuo cristalino de color blanco que queda después del extracto acuoso de las cenizas que es evaporada (Kevin, 2003 citado por Osagie *et al.*, 2014).

Los jabones son sales sódicas que se derivan de las grasas y aceites de origen vegetal y animal.

2.5. JABÓN

Se llama jabón a las sales de sodio o de potasio de los ácidos grasos. Por extensión el ácido puede ser cualquier carboxilato y el metal alcalino por etanol. Salager y Fernández, (2004). Lo anterior es corroborado por SAPI (2012), quien menciona que el jabón es el resultado de un proceso que recibe el nombre de saponificación y consiste en el tratamiento que se da a un aceite vegetal o grasa animal con una disolución de soda denominada hidróxido de sodio, esto produce glicerina y sal sódica del ácido grasos.

Así mismo, Fessenden y Fessenden (1982) citado por Almendárez (2003) indica que químicamente hablando el jabón es una sal; el valor del jabón se basa en la capacidad de emulsionar la suciedad aceitosa para que se pueda lavar. La capacidad para actuar como agente emulsionante se origina en dos propiedades del jabón:

- La cadena de hidrocarburos de la molécula de jabón se disuelve en las sustancias no polares tales como las gotitas de aceite.
- El extremo aniónico de la molécula de jabón, sobresale de las gotas de aceite a causa de las repulsiones entre las gotitas de aceite y jabón este no se pueden unir y se mantienen separadas.

Según Díaz *et al.*, (2010) los jabones son sales de ácidos grasos de larga cadena, su fabricación es muy antigua y son conocidos y utilizados desde hace varios milenios. Con el desarrollo de la industria cosmetológica, ha hecho posible la obtención de una amplia variedad de productos con el fin de ser utilizados para mejorar y/o mantener la belleza corporal; dentro de estos se encuentran los jabones, los cuales son utilizados para el cuidado y limpieza de la piel y el cutis,

Para González *et al.*, (2013) el jabón es un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas vegetales y 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.

Los jabones son sales sódicas de ácidos grasos y los ácidos grasos que se utilizan para la fabricación del jabón se derivan de los aceites y las grasas de origen vegetal o animal. El costo de producción y las propiedades de cualquier jabón dependen principalmente del tipo y de las propiedades de los diversos aceites y grasas que se empleen, puesto que éstos constituyen más del 90% de la materia prima básica (Admad, 1989).

El jabón es un tensoactivo aniónico utilizado en conjunción con el agua para el lavado y la limpieza. Consta de sodio o sales de potasio de ácidos grasos y se obtiene por reacción de aceites o grasas comunes con una solución alcalina fuerte en un proceso conocido como saponificación. La producción de jabón crudo se inició hace más de 3000 años en el valle del Nilo. (Wigner, 1940 citado por Osagie *et al.*, 2014).

Para Heredia (2006), el aceite y la lejía se mezclaban y se obtenía jabón de lejía, este proceso tomaba varios días y el jabón de lejía era tan irritante que quemaba la piel y los ojos de los colonizadores. Sin embargo con la llegada de la nueva

era y de nuevas tecnologías se ha podido demostrar que el jabón se produce gracias a la reacción química de 2 componentes (triglicéridos y el alcalino), con la unión de estos dos elementos produce la saponificación.

Por otro lado Curkovic *et al.*, (1993) citado por Blanco y Zúñiga (2013) mencionan que los jabones de sales potásicas y ácidos grasos se han utilizado como insecticidas orgánicos. Este tipo de producto, al entrar en contacto con insectos y ácaros, logra penetrar y romper la permeabilidad de la membrana celular y obstruyen los espiráculos, causando deshidratación y afectando tanto a los adultos como a las larvas y pupas.

2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS JABONES

Según Costa, (2012) citado por García *et al.*, (2013) los tipos de jabones utilizados en la industria son los mencionados a continuación:

- **Los jabones comunes:** sólidos y espumosos, fabricados por lo general con sebo grasoso y sodio o potasio. Se utilizan para todo tipo de pieles y en algunos casos pueden usarse para lavar el cabello.
- **Los jabones humectantes:** pueden contener aceites vegetales, otros pueden poseer cremas humectantes en su composición, o grasas enriquecidos con aceite de oliva, avellana y otros. Se los puede encontrar también de glicerina. Son recomendables para las pieles secas o dañadas por el uso de detergentes.
- **Los jabones suaves:** contienen en su composición aguas termales y son recomendados para las pieles sensibles.
- **Los jabones líquidos:** son aquellos que se presentan como una loción de limpieza. Su poder efectivo varía y no todos tienen la misma eficacia.
- **Los jabones dermatológicos:** contienen agentes de limpieza sintética muy suave, a los que se añaden vegetales que contribuyen a cerrar los poros, aliviando las irritaciones y frenando la aparición de acné o puntos negros. Con estos jabones la piel no se descama. Son recomendados para pieles que arrastran inconvenientes, ya sea de modo permanente o estacional, o ante apariciones puntuales de irritaciones.

- **Los jabones de glicerina:** estos tipos de jabones son neutros, no suelen humectar la piel, en algunas ocasiones tienden a resecarlas y se recomiendan para las pieles grasas. Por lo general, la glicerina tiene un efecto más duradero que los jabones comunes.
- **Los jabones terapéuticos:** son comúnmente recetados por los médicos, algunos se recomiendan para psoriasis, para micosis cutáneas y otros para limpieza profunda de cutis.

El mismo autor menciona que también se encuentran los jabones utilizados por la mayoría de personas que son aquellos jabones aromáticos a los que se les agrega esencias florales o frutales, no son recomendables para pieles sensibles o para las personas alérgicas. Estos también tienen un efecto relajante en algunos casos, según la esencia floral que contengan.

2.6. JABÓN LÍQUIDO

Hilgert, (2012) menciona que esta clase de jabón ha pasado a ser el preferido por su mezcla surfactante y agentes espumantes, la mayoría de ellos contienen ligeras fragancias y otros aditivos para el cuidado de la piel, son compatible con todo tipo de agua y usualmente tienen buenas propiedades limpiadoras, en general la composición general del jabón líquido cuenta de seis partes:

- Ingredientes activos
- Tensoactivos
- Aditivos de apariencia
- Reguladores de pH
- Conservantes
- Excipientes

Entre las formulaciones que otorgan limpieza, se destaca el jabón líquido, herramienta fundamental para mantener una limpieza higiénica de las manos y así también evitar la transmisión de agentes patógenos. Las manos juegan un papel importante en la transmisión de infecciones en instituciones de salud, en entornos industriales como la industria alimentaria, en toda la comunidad y en el

ámbito familiar. Es por esto que la importancia de la higiene de las manos en el control de las infecciones no puede pasar desapercibida (Sandoval *et al.*, 2014).

El jabón líquido se obtiene frecuentemente de la saponificación de aceites o grasas con un alto contenido de ácido oleico y una mezcla proporcional de hidróxido de sodio y de potasio. El resultado es un producto de color oscuro y olor fuerte. Se ha encontrado que utilizando ácidos grasos con una longitud de cadena más grande y ácido sarcosínico, se obtiene un jabón líquido con mejor aroma y color, pero el proceso es muy caro (WILCOX 2000, citado por Regla *et al.*, 2014).

2.6.1. USOS DEL JABÓN LÍQUIDO

Este jabón es muy usado en las oficinas públicas y en los hospitales y tiene la ventaja de dosificarse por medio de aparatos especiales evitando pérdidas o gastos y además posibles contaminaciones. Actualmente su uso está aumentando por sus diferentes ventajas, su fórmula puede variar según las especificaciones de su uso y según el target en el cual será comercializado (González y Regalado, 2004).

2.6.1.1. NORMA PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO

De acuerdo a la norma INEN 0842 para que un jabón líquido pueda salir al mercado sin ocasionar daño al consumidor debe de cumplir con varios requisitos que son:

- El jabón líquido debe presentarse como una solución acuosa, transparente y homogénea.
- El olor debe ser aceptable, en condiciones normales de uso y almacenamiento; el producto puede perfumarse.
- El producto no debe contener ingredientes en cantidades que sean tóxicas para los seres humanos.
- El jabón líquido debe producir espuma durante su uso y disolverse.
- El producto debe estar libre de materias extrañas a su composición y fórmula declarada.

- El jabón líquido, mantenido a 8°C durante 24 h, no debe presentar sedimentos ni turbiedad.
- Mientras el producto se encuentre en su envase original deberá mantener su estabilidad química y microbiológica.

El jabón líquido debe cumplir las especificaciones establecidas en el cuadro 2.6:

Cuadro 2.6. Especificaciones del jabón líquido.

REQUISITOS	UNIDAD	Min.	Máx.	METODO DE ENSAYO
Grasa total	% (m/m)	10		INEN 823
Cloruros	% (m/m)		0,2	INEN 819
Alcalinidad libre	% (m/m)		0,2	INEN 821
Materia insoluble en alcohol	% (m/m)		0,5	INEN 817
Materia grasa insaponificada e insaponificable	% (m/m)		1,5	INEN 824
Ácidos resínicos*	% (m/m)		15	INEN 825

* El porcentaje establecido es con respecto a la materia grasa total.

Fuente: NTE INEN 0842, (1982)

Hay una variedad de aditivos que pueden ser formulados en la elaboración de jabón para proveer beneficios adicionales a los consumidores o para modificar la presentación de los productos.

2.6.2. ADITIVOS PARA JABONES

Kron (2011) menciona que hay una variedad de aditivos que pueden ser para proveer beneficios adicionales a los consumidores o para modificar la presentación de los productos. En el cuadro 2.7 se muestran algunos de los aditivos utilizados en la elaboración de jabones.

Cuadro 2.7. Formulación utilizada en la elaboración de jabón.

Formulación	%
1.Lauril éter sulfato de sodio	30.0
2.Dietanolamida	8.0
3.Glicerina	5.0
4.Fragancia	0.2
5.Nipagin	0.1
6.Colorante	C.s.s.
7.agua c.b.p 100%	

Fuente. Kron, (2011).

El mismo autor menciona que a menudo niveles de 8% de ácidos grasos se incorporan en la fórmula para modificar la presentación del producto. Los ácidos grasos libres se asocian con el jabón formando cristales ácidos de jabón, que cambian la textura, plasticidad y formación de espuma de la barra. Por otro lado indica que la glicerina es un ingrediente común para el cuidado de la piel debido a sus propiedades hidratantes. Un 10% de glicerina ha demostrado que cambia significativamente la suavidad de la piel del consumidor. Así mismo señala que el perfume es utilizado por los fabricantes de jabones como uno de los principales medios de focalización de productos para grupos específicos de usuarios encontrándose los porcentajes de adición entre el rango de 0,7 a 1,5%.

Por otro lado INTI (2010) también menciona algunas de las materias primas utilizadas en la elaboración de jabones, descritas a continuación:

- Lauriletoxisulfato de sodio al 25%
- Glicerina
- EDTA
- Conservante (nipagín-nipasol)
- Etanol 96°
- Espesante (solución de cloruro de sodio al 20%)
- Agua
- Esencias y colorantes permitidos

El proceso de fabricación de jabón se lleva a cabo gracias a una reacción química llamada saponificación, ya que la saponificación es la hidrólisis con catálisis básica de grasas y aceites para producir jabón.

2.7. SAPONIFICACIÓN

La saponificación es una reacción química entre un ácido graso y una base, en la que se obtiene como principal producto la sal del ácido (Mateos *et al.* 1996, citado por Proaño *et al.* 2015). Así mismo, Pita y Pincay (2011) indican que se entiende por saponificación la reacción que produce la formación de jabones. La principal causa es la disociación de las grasas en un medio alcalino, separándose glicerina y ácidos grasos. Estos últimos se asocian inmediatamente con los álcalis constituyendo las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón. Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico y es una reacción exotérmica. Grasa vegetal saturada + sosa cáustica → jabón + glicerina. Por otro lado Osagie *et al.*, (2014) define a la saponificación como la conversión en solución básica, de grasas y aceites para producir glicerol y sales de Ácidos graso.

Para Rupilius (2007) el método tradicional de producción de jabón se basa en la saponificación de aceites y grasas con hidróxido de sodio. En los últimos años la industria ha cambiado en forma considerable. No solo el tipo de aceites y grasas que se utilizan está cambiando, sino que también lo hace el método de producción. La mayoría de las nuevas unidades de jabón utilizan como materia prima ácidos grasos destilados en vez de aceites y grasas. Los ácidos grasos se neutralizan en reactores continuos con hidróxido de sodio. Este proceso de neutralización directa tiene varias ventajas sobre el proceso de saponificación.

Este mismo autor indica que como los ácidos grasos que se utilizan han sido destilados, el color de los jabones por lo general es mejor al de los jabones que se obtiene por saponificación. Además, la utilización de ácidos grasos purificados por destilación fraccionada permite variar la distribución de las cadenas de carbono y de este modo influenciar las propiedades de los jabones. Por ejemplo los jabones de cadena corta (C8/C10) son más irritantes que jabones con cadenas de carbono más larga.

Según Ortega (2009) toda la solución de sosa añadida a las grasas y aceites debe haberse unido y reaccionado para que el jabón endurezca y pueda ser

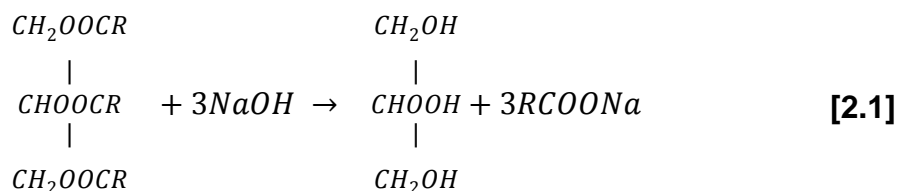
utilizado. El proceso de saponificación termina de producirse cuando la mezcla ha sido vertida en los moldes y empieza el periodo de aislamiento y solidificación, este proceso termina en esta etapa ya que cuando se mezclan en la cocción no reaccionan completamente.

El autor mencionado anteriormente, también manifiesta que el calor es fundamental para que ocurra la saponificación, sin embargo no se debe aplicar calor extremo, ya que la reacción de la mezcla produce calor y esta lo retiene con el fin de la reacción siga efectuándose en el proceso de reposo del jabón. Se puede producir jabones bien saponificados con temperaturas altas y bajas. Sin embargo las temperaturas altas facilitan la mezcla de los ingredientes y que la reacción sea más eficaz.

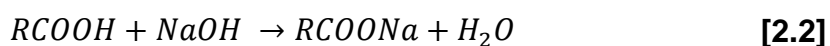
Proaño *et al.*, 2015, probó hidróxido de calcio, sodio y potasio, como material saponificante, en la elaboración de jabones utilizando residuos de aceite de palma. El hidróxido de potasio permitió obtener jabones con mayor contenido de cenizas y proteínas.

2.7.1. MÉTODO DE SAPONIFICACIÓN PARA JABÓN LÍQUIDO

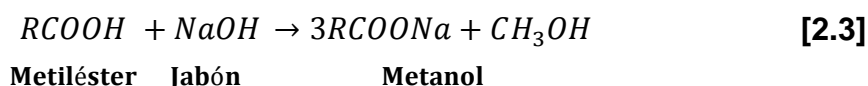
Para González y Regalado (2004) en la actualidad existen tres métodos de saponificación. El método de saponificación directa de las grasas neutras en la cual los triglicéridos presentes en el aceite y/o grasas son saponificados con el Alcali y luego hervir la mezcla su fórmula es:



El segundo método es a través de la neutralización de los ácidos grasos libres con el álcali, con liberación de agua. El ácido graso destilado obtenido de triglicéridos por hidrolisis se neutraliza con la base. En este caso no se obtiene glicerina como subproducto sino agua, lo cual se muestra en la ecuación 2.2.



Finalmente el último método se obtiene por la saponificación del metiléster con un álcali. El proceso final de este producto tiene un contenido de ácido graso más alto a cambio de un proceso más costoso. El método más utilizado es el primero ya que su proceso es relativamente sencillo y poco costoso, esta reacción se ilustra en la ecuación 2.3.



2.7.2. ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

Bailey y Bailey (1998) indican que el índice de saponificación se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio que se requiere para saponificar 1 gramo de una grasa o aceite. En términos moleculares, un mol de grasa o de aceite requiere tres moles de KOH para su saponificación completa porque hay tres enlaces de éster en una molécula de una grasa o aceite. Puesto que un gramo de una grasa de alto peso molecular, el peso del KOH que se necesita para la saponificación será menor en la grasa de peso molecular alto. Así pues, las grasas y aceites de peso molecular alto tienen índices de saponificación más bajos que las de peso molecular bajo.

De acuerdo con Galema *et al.*, (2009) el álcalis es fundamental en el proceso de saponificación, ya que sin este ingrediente no ocurriría la reacción, en la

elaboración de jabones el más utilizado es el hidróxido de sodio o sosa cáustica, no obstante también se utiliza el hidróxido de potasio o potasa cáustica.

En el índice de saponificación se describe la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio o sodio necesarios para saponificar un gramo de aceite, sin embargo este índice varía de acuerdo al tipo y la procedencia del aceite o grasa, a la longitud de las cadenas de los ácidos grasos y demás características de la sustancia. Fuertes y Martínez (2007) indican que el jabón en general requiere entre 13% y 14% de hidróxido de sodio.

La utilidad del índice de saponificación es muy importante ya que así logra saber la cantidad de alcalino que se debe añadir a una cantidad de aceite para convertirlo completamente a jabón, es decir entre más alcalino agreguemos más corrosivo será el jabón que obtendremos, mientras que si se añade menor cantidad de alcalino se obtiene un jabón menos abrasivo y suave. A continuación en el cuadro 2.8 se muestra un listado del índice de saponificación de miligramos de hidróxido de potasio por gramos de grasa de algunos aceites utilizados en la fabricación de jabones:

Cuadro 2.8. Índice de saponificación de varios aceites.

Aceite	mg KOH / 100 g de aceite
Aceite de oliva	189.7
Aceite de coco	268.0
Aceite de palma	199.1

Fuente: Almendárez (2003) citado por Lougee (2000).

2.8. ALCALINIDAD EN LOS JABONES

Goyenola (2007) define a la alcalinidad total como la capacidad que tiene el agua para neutralizar los ácidos, representa la suma de las bases que pueden ser tituladas. Ya que la alcalinidad de las aguas superficiales se define por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas.

El potencial irritante de los jabones se atribuye a la estructura química, pH, capacidad limpiadora, color, aroma y saponificación, siendo así que Rivera *et al.*, (2004) menciona que el índice de saponificación influye en la cantidad en

miligramos de álcali o de hidróxido de potasio, que se necesita para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa. Aunque para la fabricación de jabones el hidróxido de potasio puede ser reemplazado por el hidróxido de sodio siendo este más común en la industria jabonera.

Según D'Santiago (1996) el uso excesivo de jabones y detergentes ocasiona gran pérdida de los aceites naturales de la piel llegando a producirse alteraciones cutáneas, esto puede pasar en cualquier tipo de piel ya sea piel normal o hipersensible o pieles con problemas dermatológicos, siendo estas las más afectadas y las más fáciles de detectar ya que se tornan tensas y tirantes haciendo evidente los signos de inflamación y sequedad.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación y los respectivos análisis como: materia insoluble en alcohol, alcalinidad libre, materia grasa total, cloruros, pH y nivel de espuma se desarrolló en los laboratorios de química analítica y bromatología situados en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio el Limón, Cantón Bolívar Provincia de Manabí, que geográficamente se encuentra situada entre las siguientes coordenadas 0°50'65" Latitud sur, 80°10'05.87" Longitud oeste y una Altitud de 21 msnm.

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El tiempo requerido para esta investigación fue de nueve meses a partir de la aprobación del proyecto.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

3.3.1. FACTORES

Los factores que se estudiaron fueron:

- **FACTOR A:** porcentaje de aceite de fritura.
- **FACTOR B:** porcentaje de hidróxido de potasio.

Cabe recalcar que el aceite que se utilizó fue una cantidad de 1.3806 litros, el cual se da a partir de la fritura de chifles en el taller de frutas y vegetales para todos los tratamientos.

3.3.2. NIVELES

Los porcentajes que se utilizaron de aceite son los siguientes:

- a_1 = 25% de aceite.
- a_2 = 30% de aceite.
- a_3 = 35% de aceite.

Los porcentajes de hidróxido de potasio que se utilizaron en una solución alcalina fueron:

- b_1 = 5% (KOH)
- b_2 = 6% (KOH)
- b_3 = 7% (KOH)

3.4. TRATAMIENTOS

Se estudiaron dos factores con tres niveles cada uno, el número de tratamientos fueron 9, con tres replicas cada uno. En el cuadro 3.1 se muestran los tratamientos en estudio:

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
1	a1 b1	25% de aceite con 5% hidróxido de potasio.
2	a1 b2	25% de aceite con 6% hidróxido de potasio.
3	a1 b3	25% de aceite con 7% hidróxido de potasio.
4	a2 b1	30% de aceite con 5% hidróxido de potasio.
5	a2 b2	30% de aceite con 6% hidróxido de potasio.
6	a2 b3	30% de aceite con 7% hidróxido de potasio.
7	a3 b1	35% de aceite con 5% hidróxido de potasio.
8	a3 b2	35% de aceite con 6% hidróxido de potasio.
9	a3 b3	35% de aceite con 7% hidróxido de potasio.

Elaborado por: los autores

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación para medir los resultados se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con estructura Ax_B, con tres replicas por tratamiento. En el cuadro 3.2. Se muestra el esquema del ANOVA:

Cuadro 3.2. Esquema del ANOVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	26
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
A x B	4
Error experimental	16

Elaborado por: los autores

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características de la unidad experimental, las muestras de jabón líquido estudiadas fueron 27, entre la mezcla de aceite y solución de KOH, en cuanto a la unidad experimental fue de 1,38 L de aceite por tratamiento. En el cuadro 3.3 se muestra la cantidad de ingredientes para cada tratamiento:

Cuadro 3.3. Características de la unidad experimental.

INGREDIENTES	T1		T2		T3	
	CANT (g)	%	CANT (g)	%	CANT (g)	%
Agua	59,5	35	59,5	35	59,5	35
Alcohol	72,5	42,65	72,5	42,65	72,5	42,65
Miel	30	17,65	30	17,65	30	17,65
Fragancia de vainilla	8	4,7	8	4,7	8	4,7
Formulación base	170	100	170	100	170	100
Aceite	42,5	25	42,5	25	42,5	25
KOH	8,5	5	10,2	6	11,9	7
TOTAL	221		222,7		224,4	
INGREDIENTES	T4		T5		T6	
	CANT (g)	%	CANT (g)	%	CANT (g)	%
Agua	59,5	35	59,5	35	59,5	35
Alcohol	72,5	42,65	72,5	42,65	72,5	42,65
Miel	30	17,65	30	17,65	30	17,65
Fragancia de vainilla	8	4,7	8	4,7	8	4,7
Formulación base	170	100	170	100	170	100
Aceite	51	30	51	30	51	30
KOH	8,5	5	10,2	6	11,9	7
TOTAL	229,5		231,2		232,9	
INGREDIENTES	T7		T8		T9	
	CANT (g)	%	CANT (g)	%	CANT (g)	%
Agua	59,5	35	59,5	35	59,5	35
Alcohol	72,5	42,65	72,5	42,65	72,5	42,65
Miel	30	17,65	30	17,65	30	17,65
Fragancia de vainilla	8	4,7	8	4,7	8	4,7
Formulación base	170	100	170	100	170	100
Aceite	59,5	35	59,5	35	59,5	35
KOH	8,5	5	10,2	6	11,9	7
TOTAL	238		239,7		241,4	

Elaborado por: los autores

3.7. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO

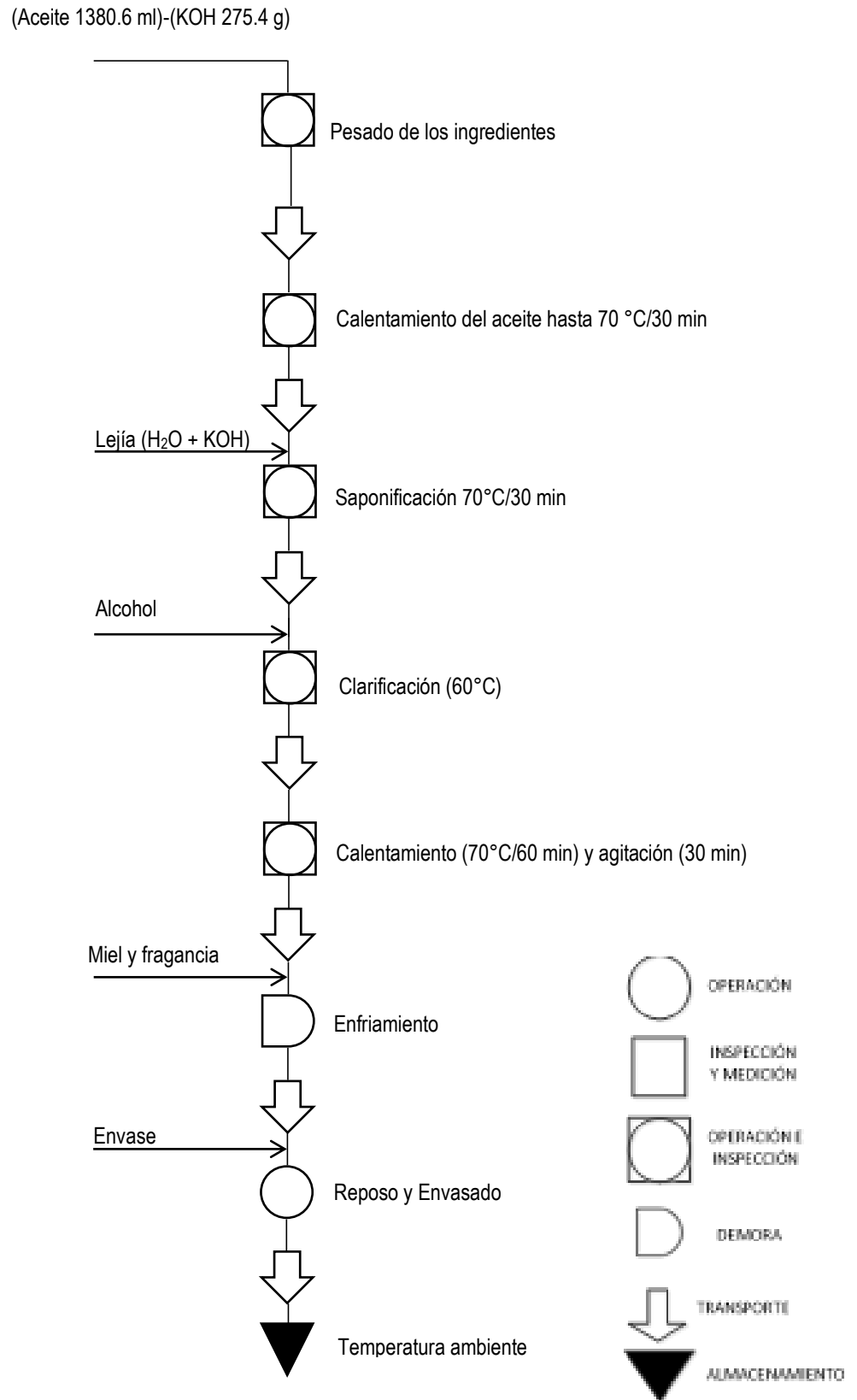


Figura 3.1. Diagrama de proceso del jabón líquido.

3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO DEL JABÓN LÍQUIDO

- **Recepción:** Se recepto la materia prima aceite e hidróxido de potasio (KOH) para proceder a la elaboración del jabón líquido.
- **Pesado de ingredientes.** Se pesaron los ingredientes: hidróxido de potasio, con una balanza gramera electrónica, y el aceite, agua, alcohol, y fragancia se midieron con una probeta graduada, las materias primas a utilizarse deben estar en perfectas condiciones, para poder garantizar un producto de calidad.
- **Calentamiento del aceite.** Se calentó el aceite en una plancha de calentamiento hasta alcanzar los 70°C por 30 minutos procurando no pasar de esta temperatura para evitar la reacción acelerada con el hidróxido de potasio y la formación de grumos en la mezcla.
- **Preparación de la sosa potásica.** Mientras el aceite se calentó hasta 70°C, se mezcló el agua con el hidróxido de potasio para obtener la sosa potásica la que permite efectuar la saponificación. Se debe tener cuidado ya que si se aspira, ingiere o toma contacto con la piel o los ojos resulta muy peligrosa.
- **Saponificación.** Se agregó la mezcla agua/hidróxido de potasio o (sosa potásica) al aceite a una temperatura de 70°C por 30 minutos poco a poco de esta manera la reacción se dio en forma ordenada y procurando agitar para evitar la formación de grumos el objetivo de la saponificación es que une todos los ácidos grasos con el álcali y, de esta manera, se lleva a cabo la hidrólisis. Se completa cuando el álcali ha reaccionado con todo el ácido.
- **Clarificación con el alcohol.** Una vez terminada la saponificación se bajó la temperatura a 60°C (ya que a esta temperatura no se volatilizaba el alcohol y se clarifica el jabón), para proceder a añadir el alcohol. Se agregó cuidadosamente para evitar la rápida volatilización de este al caer en el jabón caliente.
- **Calentamiento con alcohol.** Se tapó el recipiente y se calentó por una hora hasta alcanzar 70°C. El recipiente se lo tapo para que haya

recirculación del alcohol y mejorar el aclarado del jabón. Al cabo de una hora de calentar la mezcla se destapo el recipiente y se recalentó, se agito por 30 minutos para volatilizar el alcohol.

- **Enfriado.** Se dejó enfriar el jabón a temperatura ambiente hasta que éste alcanzara una temperatura de 30°C para proceder a la adición de la miel.
- **Adición de miel.** Después de bajar la temperatura a 30°C se agregó la miel y se agito cuidadosamente con una varilla de agitación para homogenizarlo ya que la miel gracias a su alto nivel de acidez actúa en la limpieza de las impurezas en la piel. También, posee peróxido de hidrógeno, que funcionará como un elemento antibacteriano.
- **Adición de fragancia.** Después de agregar la miel se procedió a agregar la fragancia de vainilla la cual ayudará a darle aroma al producto final.
- **Reposo y envasado.** Se dejó reposar el jabón por un lapso de 15 minutos a temperatura ambiente para que enfrié y proceder a envasarlo.
- **Almacenado.** Una vez terminado todo el proceso de elaboración del jabón líquido se almaceno a temperatura ambiente.

3.8. VARIABLES A MEDIR

El análisis de las variables se lo realizó mediante los parámetros establecidos por la norma INEN 842 (1982), entre estas se midieron: alcalinidad libre expresada en % m/m (INEN 821), materia insoluble en alcohol expresada en % m/m (INEN 817), cloruros expresado en % m/m (INEN 819), grasa total expresada en % m/m (INEN 823), nivel de espuma expresado de cm³ (INEN 831) y pH (INEN 820).

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y TRATAMIENTO DE DATOS

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron los supuestos del ANOVA: normalidad mediante Shapiro Wilk (anexo 2) y homogeneidad con el test Levene (anexo 3). Para las variables que cumplieron

los supuestos, se ejecutó el análisis de varianza (anexo 4), con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas y el contraste de las medias por medio de Tukey al 5% de probabilidad de error (anexo 5).

Las variables que tuvieron una distribución no normal, se las analizó con la prueba de Kruskal Wallis (anexo 6). Además, se determinó el coeficiente de variación de los tratamientos. Los datos obtenidos de esta investigación (anexo 1) fueron tratados con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 21 versión libre.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza (anexo 4), muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tratamientos para las variables alcalinidad libre, materia insoluble en alcohol y cloruros; de la misma manera mediante Kruskal Wallis (anexo 6) se presentó significación ($p < 0,05$) para grasa total, nivel de espuma y pH (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Valores promedio de los análisis de laboratorio del jabón líquido.

Fuentes de variación	Variables					
	Alcalinidad libre (% m/m)	Materia insoluble en alcohol (% m/m)	Cloruros (% m/m)	Grasa total (% m/m)	Nivel de Espuma (cm ³)	pH
Tratamientos	*	*	*	*	*	*
T ₁	0,17 d	0,12 ab	0,32 ef	11,17 a	41,00 d	9,92 cde
T ₂	0,16 cd	0,17 d	0,38 g	5,83 h	45,00 cd	11,29 fg
T ₃	0,11 a	0,21 e	0,27 cd	10,92 b	67,00 a	11,91 g
T ₄	0,17 cd	0,12 a	0,22 ab	8,85 c	65,67 a	9,40 ab
T ₅	0,14 abc	0,16 cd	0,25 bc	6,69 g	46,33 c	9,87 bcd
T ₆	0,12 ab	0,19 d	0,35 fg	8,38 d	53,00 b	11,24 efg
T ₇	0,17 d	0,12 a	0,30 de	7,68 f	37,33 e	9,29 a
T ₈	0,16 cd	0,14 bc	0,24 bc	8,31 d	43,67 cd	9,47 abc
T ₉	0,14 bcd	0,17 d	0,19 a	7,88 e	51,33 b	9,99 def
Tukey 5%	0,031	0,026	0,035	-	-	-
Kruskal Wallis 5%	-	-	-	25,714	25,174	24,507
Aceite de fritura	*	*	*	NS	*	*
a ₁	0,15 ab	0,17 c	0,32 c	9,31	51,00 b	11,04 b
a ₂	0,14 a	0,16 b	0,27 b	7,97	55,00 b	10,17 b
a ₃	0,16 b	0,14 a	0,24 a	7,96	44,11 a	9,58 a
Tukey 5%	0,023	0,019	0,025	-	-	-
Kruskal Wallis 5%	-	-	-	2,571	6,549	10,676
Hidróxido de potasio	*	*	*	*	*	*
b ₁	0,17 c	0,12 a	0,28 ab	9,24 a	48,00 b	9,54 a
b ₂	0,15 b	0,16 b	0,29 b	6,94 b	45,00 b	10,21 b
b ₃	0,12 a	0,19 c	0,27 a	9,06 a	57,11 a	11,05 c
Tukey 5%	0,023	0,019	0,025	-	-	-
Kruskal Wallis 5%	-	-	-	10,571	10,080	13,254
C.V. %	16,59	21,22	21,52	20,02	20,05	9,16

Letras iguales en la misma columna no difieren según Tukey y Kruskal Wallis al 5% de probabilidad de error.

4.1. ALCALINIDAD LIBRE

En referencia a la variable alcalinidad libre se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio (cuadro 4.1.), al categorizar estas diferencias mediante Tukey al 5% de probabilidad de error (anexo 5c), se encontró que el T₃ (25% de aceite con 7% hidróxido de potasio) lideró el rango con un promedio de 0,11, mientras que en la última categoría se ubicó el T₁ (25%

de aceite con 5% hidróxido de potasio) y T₇ (35% de aceite con 5% hidróxido de potasio) donde se obtuvo en promedio de 0,17.

Resultados similares a los de la presente investigación obtuvo Awang *et al.*, (2005) en el intervalo de 0,05 a 0,37%. Mientras Popescu *et al.*, (2011) en una evaluación de propiedades de jabón de lavado en Rumania, presentó datos que van desde 0,5 a 0,8%.

La norma técnica ecuatoriana INEN 0842:1982, establece que el máximo porcentaje para la alcalinidad libre debe ser del 0,20%, por lo tanto, todos los tratamientos cumplieron satisfactoriamente con este requerimiento, lo cual se presenta en el gráfico 4.1.

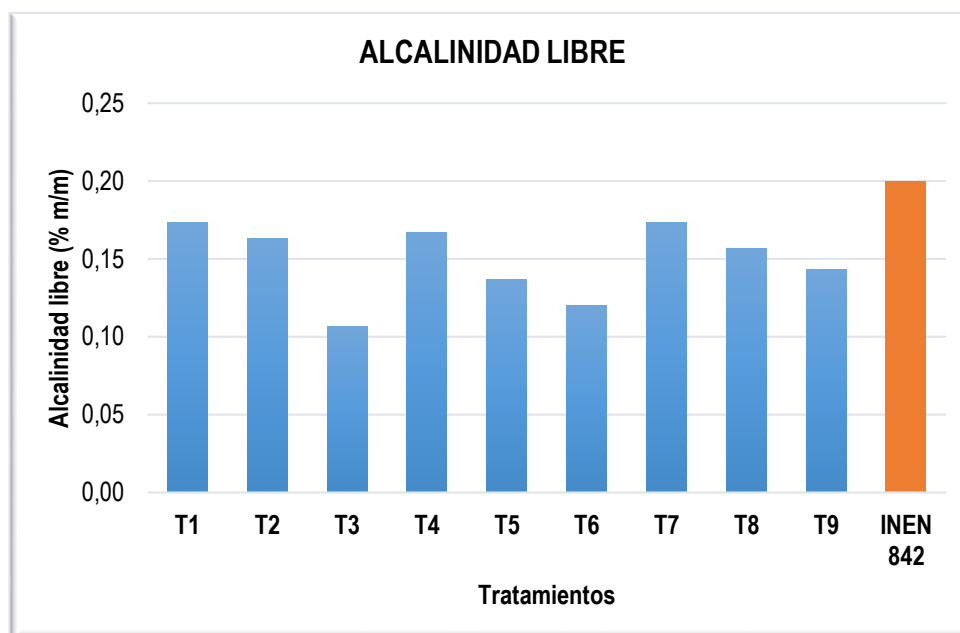


Grafico 4.1. Medias de alcalinidad libre frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.

4.1.1. ACEITE EN LA ALCALINIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO

El porcentaje idóneo de aceite para obtener la alcalinidad del jabón líquido es el cual se aprecia en el cuadro 4.1 el factor A (porcentaje de aceite de fritura) influye significativamente sobre la alcalinidad, la HSD de Tukey ($p < 0,05$) para este factor muestra que el nivel a₂ (30% de aceite de fritura) posee una alcalinidad libre de 0,14, ubicándose como la mejor categoría estadística (gráfico 4.2).

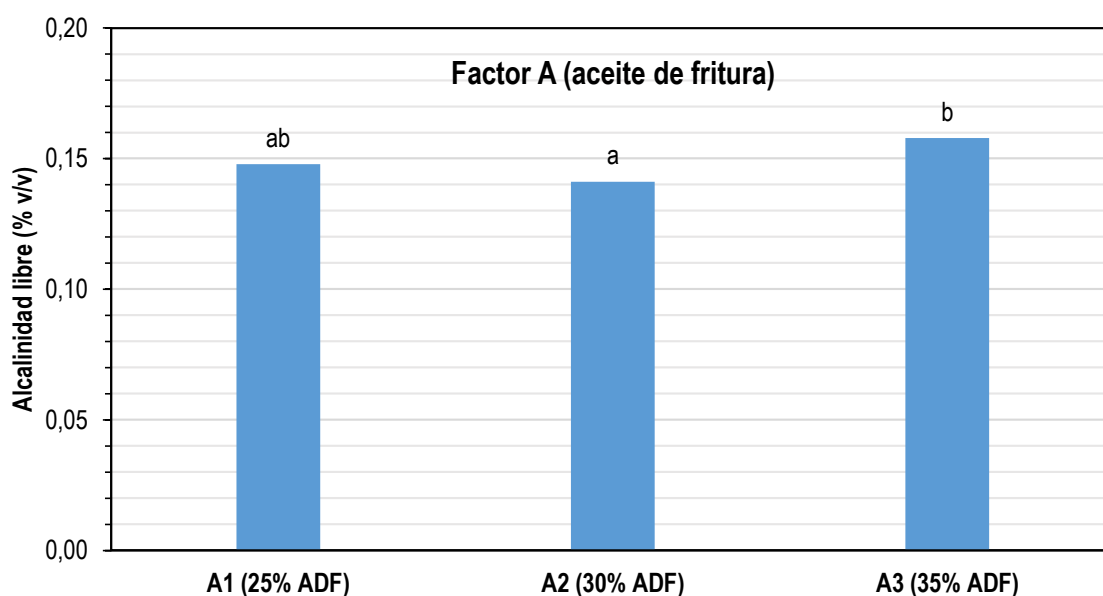


Gráfico 4.2. Influencia del porcentaje de aceite de fritura sobre la variable alcalinidad libre (% v/v).

4.1.2. HIDRÓXIDO DE POTASIO EN LA ALCALINIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO

En cuanto al factor B (porcentaje de hidróxido de potasio) se observa que el nivel b₃ (7% KOH) muestra una alcalinidad libre de 0,12, indicando que a mayor cantidad de hidróxido de potasio, disminuye la alcalinidad libre (gráfico 4.3), al respecto Osagie *et al.*, (2014) revelan que el alto contenido de potasio puede producir muy baja alcalinidad. Rivera *et al.*, (2004), indican que al emplear hidróxido de potasio se produce la acción detergente o limpiadora de los jabones, que es una característica deseada.

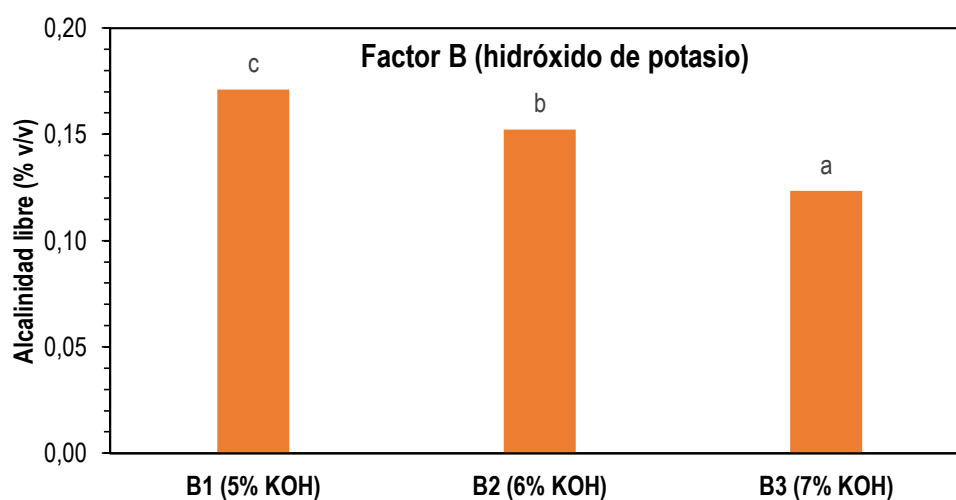


Gráfico 4.3. Influencia del porcentaje de hidróxido de potasio sobre la variable alcalinidad libre (% v/v).

4.2. MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL

En referencia a esta variable se observa que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) para cada uno de los factores en estudio, como en su interacción (cuadro 4.1), al respecto el T₄ (30% de aceite con 5% hidróxido de potasio) y T₇ (35% de aceite con 7% hidróxido de potasio) presentan el menor valor promedio correspondiente a 0,12, por lo que se consideran como los mejores tratamientos de la variable materia insoluble en alcohol.

Los resultados de este trabajo difieren con los reportados por Lázaro (2004), quien estableció en su estudio una insolubilidad de 0,69 hasta 0,84% en jabones obtenidos en combinación con sebo y aceite, lo anterior se debe a que mientras más cantidad de aceite se emplee mayor va a ser la insolubilidad.

INEN 0842:1982 establece que el porcentaje máximo debe ser de 0,5%, por ende, todos los tratamientos cumplen con este requerimiento satisfactoriamente (gráfico 4.4). Vivian *et al.*, (2014) indican que la materia insoluble en alcohol es un parámetro que se utiliza para determinar la pureza del jabón y que valores elevados de MIA demuestran un nivel alto de impurezas, que pueden atribuirse al álcali utilizado para producir el jabón.

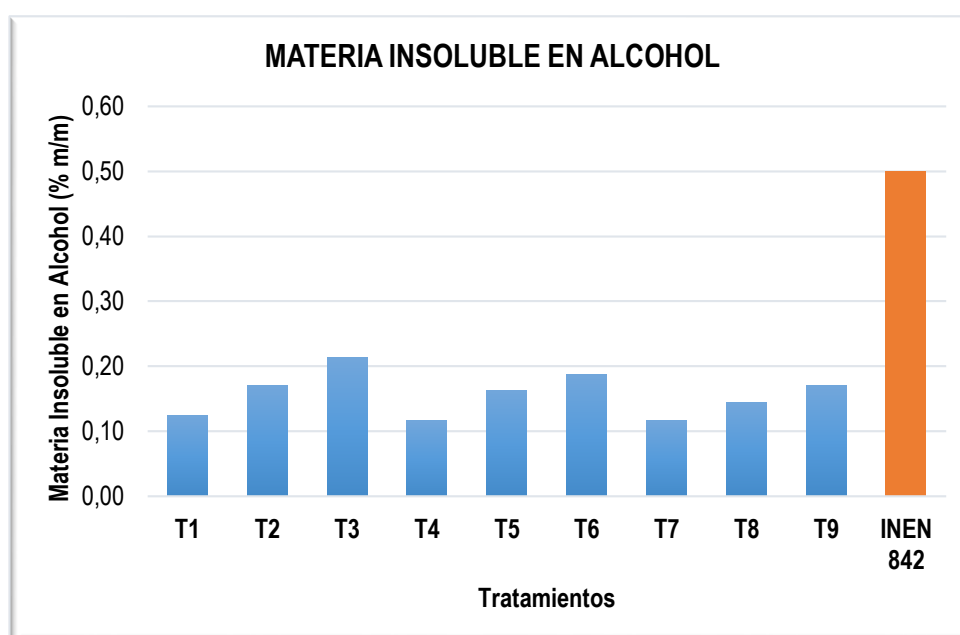


Gráfico 4.4. Medias de materia insoluble en alcohol frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.

4.3. CLORUROS

En referencia a esta variable se observa que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) para cada uno de los factores en estudio, como en su interacción (cuadro 4.1), al respecto el T₉ (35% de aceite con 7% hidróxido de potasio) presentó el menor promedio con 0,19 y el T₂ (25% de aceite con 6% hidróxido de potasio) el valor más alto establecido en 0,38. Los resultados de la presente investigación contrastan con reportados por Vivian *et al.*, (2014), que establecieron el porcentaje de cloruros en el intervalo de 0,07 a 1,01%.

La norma técnica ecuatoriana INEN 0842:1982, establece que el máximo porcentaje para los cloruros debe ser del 0,2%, por lo tanto, el T₉ fue el único tratamiento que cumplió con este requisito (gráfico 4,5). La combinación del 35% de aceite y 7% de hidróxido de potasio permite expresar que a mayor contenido de aceite e hidróxido de potasio reduce el contenido de cloruros.

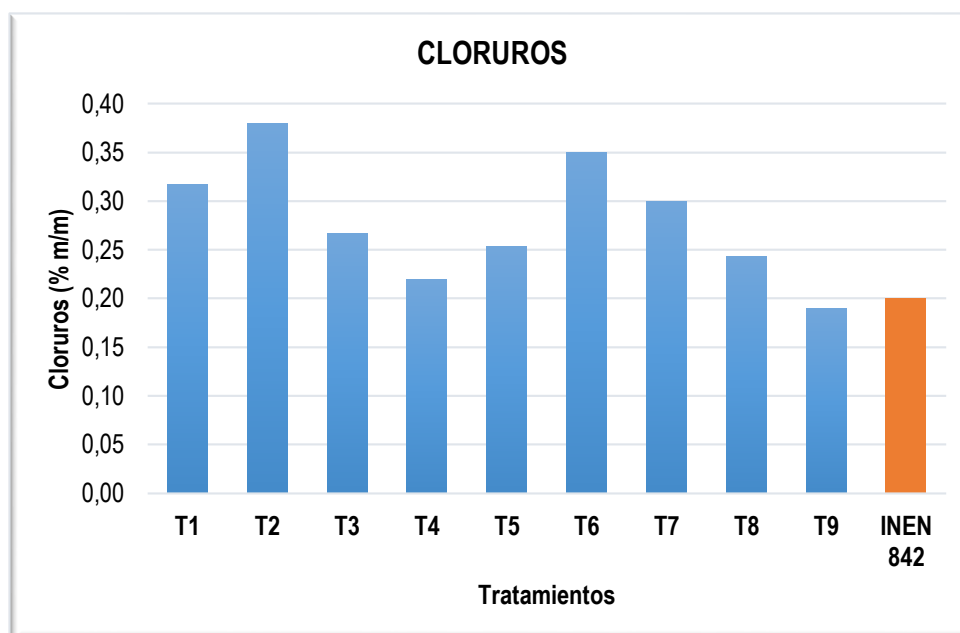


Gráfico 4.5. Medias de cloruros frente al rango máximo establecido por la NTE INEN 0842.

4.4. GRASA TOTAL

Se detectaron diferencias significativas según Kruskal Wallis ($p < 0,05$) para el factor B (porcentaje de hidróxido de potasio), al respecto el T₁ (25% de aceite con 5% hidróxido de potasio) y T₃ (25% de aceite con 7% hidróxido de potasio)

presentan el valor promedio más alto correspondiente a 11,17 y 10,92%, por lo que se consideran como los mejores tratamientos de esta variable. Vivian *et al.*, (2014) obtuvieron resultados con valores de materia grasa total más altos, que oscilaron entre 22,64% y 70,51%.

La norma técnica ecuatoriana INEN 0842:1982 indica que el porcentaje mínimo de grasa total debe ser al menos 10%. El T₁ (25% de aceite con 5% hidróxido de potasio) y T₃ (25% de aceite con 7% hidróxido de potasio) no cumplieron satisfactoriamente este requisito (gráfico 4.6).

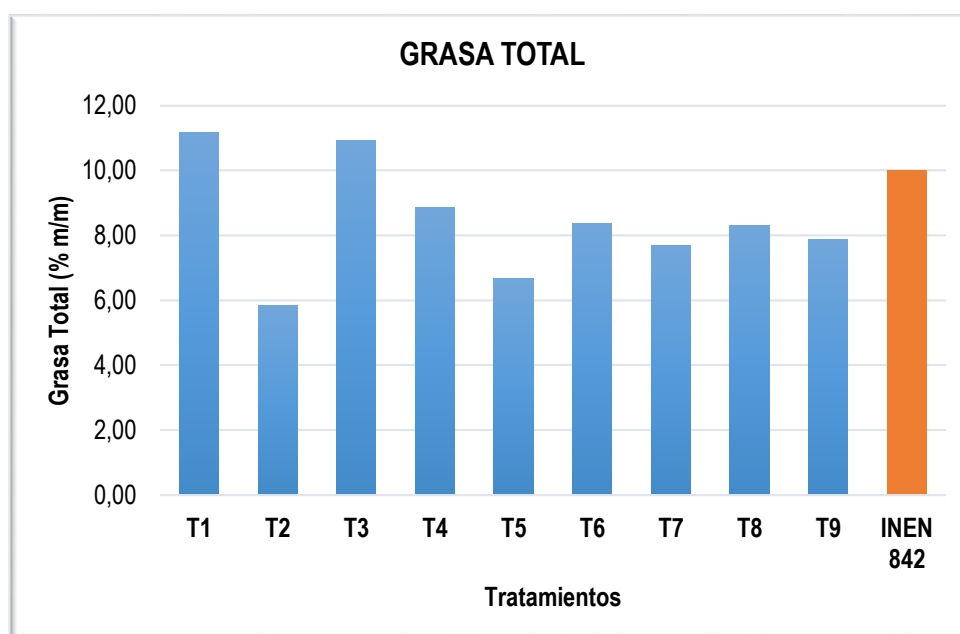


Gráfico 4.6. Medias de grasa total frente al rango mínimo establecido por la NTE INEN 0842.

4.5. NIVEL DE ESPUMA

En referencia a esta variable se observa que existe diferencia significativa de acuerdo a Kruskal Wallis ($p < 0,05$) para cada uno de los factores en estudio (cuadro 4.1), como en su interacción, misma que se ilustra en el gráfico 4.7, por lo cual se deduce que el efecto del factor A (porcentaje de aceite de fritura) sobre la espuma del jabón líquido, depende de los niveles del factor B (porcentaje de hidróxido de potasio).

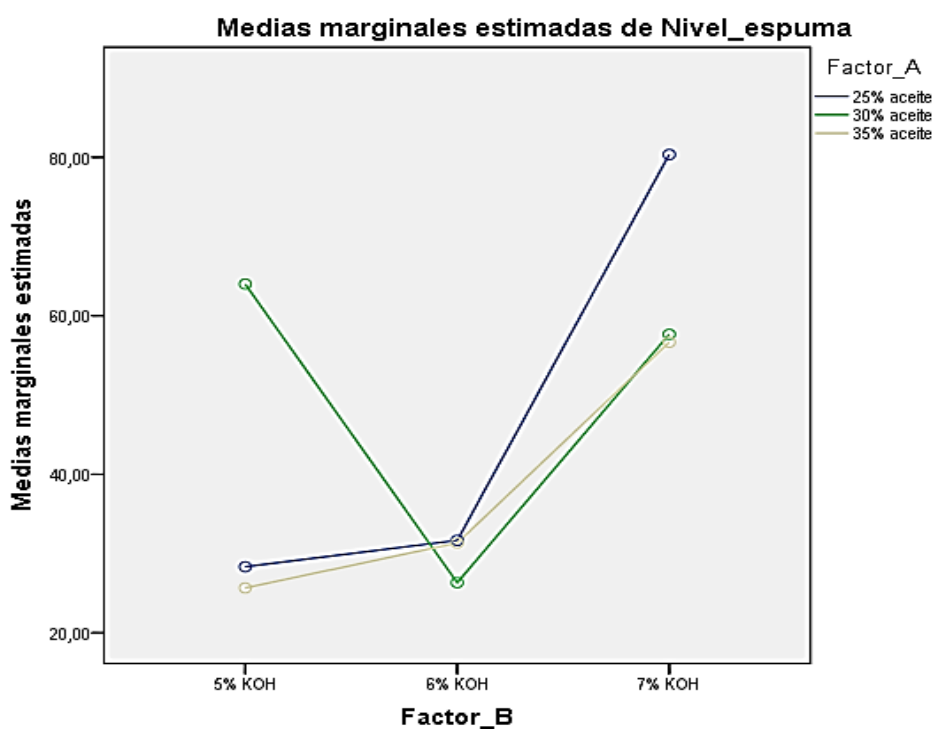


Gráfico 4.7. Influencia del factor A (aceite de fritura) y B (hidróxido de potasio) sobre el nivel de espuma (cm^3) en el jabón líquido.

Cantarero (2010) expresa que la espuma se compone de burbujas amontonadas que se forman en la superficie de un líquido y que se adhieren entre sí, también explica que la formación de la espuma depende de las propiedades superficiales de la disolución de los agentes tensoactivos. En su generación además influyen la velocidad de formación y la estabilidad (Piyali *et al.*, 1999 citado por Awang *et al.*, 2005).

La norma técnica ecuatoriana INEN 0842:1982 no establece el nivel de espuma dentro los requerimientos necesarios para jabón líquido, ya que es una característica que va de acuerdo a las exigencias del consumidor. Sin embargo, Gaspar y Huarcaya (2015) indican que el nivel de espuma en un jabón líquido comercial alcanza los 53 cm^3 , mientras que en el jabón líquido que ellos obtuvieron en su investigación este valor fue de 46 cm^3 . Por su parte los datos obtenidos en el presente trabajo fluctúan entre $37,33$ y 67 cm^3 , obteniendo como mejor tratamiento al T9, ya que es el que se acerca al nivel de espuma de un jabón comercial como lo indican los autores mencionados anteriormente.

4.6. pH

En referencia a esta variable se observa que existe diferencia significativa según Kruskal Wallis ($p < 0,05$) para cada uno de los factores en estudio, como en su interacción (cuadro 4.1), al respecto el T₇ (35% de aceite con 5% hidróxido de potasio) presentó el menor promedio con 9,29, mientras el T₃ (25% de aceite con 7% hidróxido de potasio) el valor más alto establecido en 11,91. Los resultados de la presente investigación se asemejan a los de Vivian *et al.*, (2014), que reportaron el pH del jabón entre 10,63 a 11,71.

La norma técnica ecuatoriana INEN 0842:1982 no menciona el pH dentro los requerimientos necesarios para el jabón líquido, sin embargo, la NTE 850:1982 para jabón líquido de tocador, establece que el pH debe ser igual o inferior a 9,5; de acuerdo a este criterio únicamente el T₄ (30% de aceite con 5% hidróxido de potasio), T₇ (35% de aceite con 5% hidróxido de potasio) y T₈ (35% de aceite con 6% hidróxido de potasio) cumplen satisfactoriamente este parámetro (gráfico 4.8).

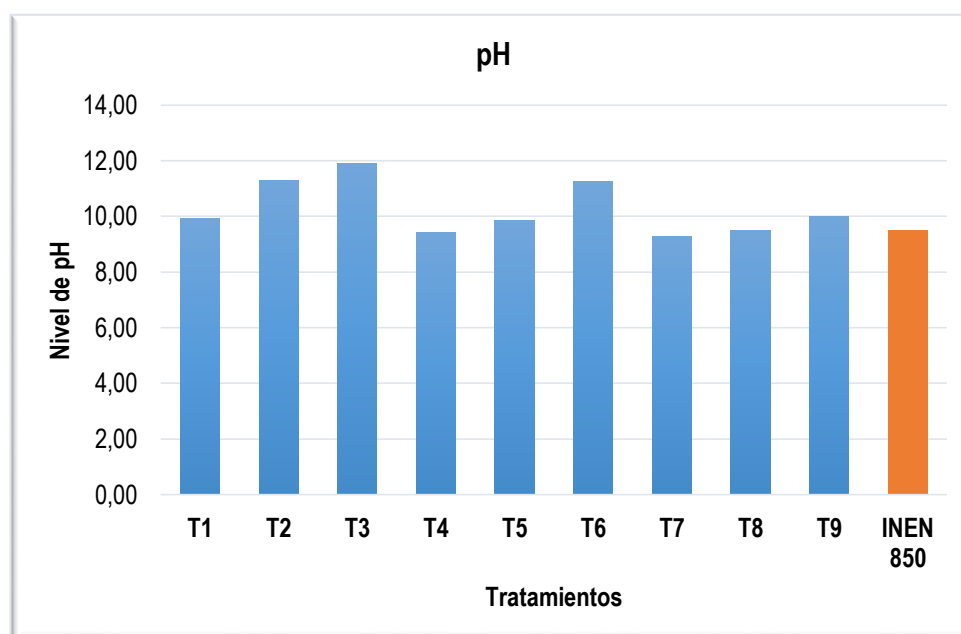


Gráfico 4.8. Medias de pH frente al máximo establecido por la NTE INEN 0850.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La alcalinidad obtenida al emplear el 30% de aceite, se considera como la mejor variante, al alcanzar un promedio de 0,14% (v/v).
- El 7% de hidróxido de potasio permitió obtener los mejores resultados, por poseer el menor porcentaje de alcalinidad en el jabón líquido.
- La relación idónea que permitió obtener la mayor cantidad de espuma, es en la cual se empleó 25% de aceite y 7% de hidróxido de potasio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Emplear la formulación de los mejores tratamientos, ya que estos cumplen la mayor parte de los requisitos de la norma INEN 842.
- Estudiar otros tipos de aceites para obtener jabones líquidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Admad, I. 1989. Utilización de la estearina de palma en la fabricación del jabón. Revista Palmas Vol. 10. p 25-29.
- Albarracín, P; Colqui, F; Di Bacco, V; González, M; Tereschuk, M; Chauvet, S; Genta, H. 2010. Estudios de caracterización de aceites usados en frituras para ser utilizados en la obtención de jabón. Tucumán, ARG. Rev. Investigación y desarrollo. Vol. 32. Cet ISSN 1668-9178
- Almendárez, D. 2003. Estudio técnico preliminar para la elaboración de un jabón líquido con miel de abejas como alternativa de diversificación apícola, Características Del Jabón, Definición De Jabón. (En línea). EC. Consultado, 22 oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/> p 6.
- Awang, R; Ahmad, S; Ghazali, R. 2005. Properties of Sodium Soap derived from palm – based Dihydroxystearic acid. Malaysia. Journal of Oil Palm Research. Vol.13. No.2. p 33-38.
- Bailey, P. y Bailey, C. 1998. Química Orgánica: conceptos y aplicaciones. Índice de saponificación. Pearson Educación. p 485.
- Blanco, H; Zúñiga, A. 2013. Manejo de *Aulacaspis yasumatsui* (Hemiptera: Diaspididae) mediante el uso de jabones comerciales en Costa Rica. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales. Vol. XIV. p 114-122.
- Bombón, N; Albuja, M. 2014. Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho. Quito, EC. Revista Politécnica. Vol. 34. p 1-10.
- Bulla, E. 2014. Diseño del proceso de producción del biodiesel a partir de aceites de fritura. (En línea). EC. Consultado, 18 oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/45935/1/02300238.2014.pdf>. p 6-7.
- Cantarero, A. 2010. Determinación de tensoactivos aniónicos en matrices ambientales. Comportamiento del jabón en una parcela agrícola. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada. p 23-24.
- Cárdenas, G. 2014. Obtención de biodiesel a partir de aceites de frituras, utilizando un nuevo catalizador. Tesis. Ing. Química. UCE. Quito, EC. p 10
- Chamorro, H; Seijas, A; Macías, C; Sostegni, C. 2006. Propuesta de minimización del impacto ambiental producido por vertidos de aceites vegetales usados. Maracaibo-Venezuela. Revista NEGOTIUM. Vol. 1. Núm. 3 pp. 40-54.

- Díaz, M; Meneau, R; García, G; Sánchez, Y; García, K. 2010. Evaluación del poder irritante del jabón bactericida BELLOIL. La Habana. CUBA. Revista CENIC. Ciencias Químicas. Vol. 41. p 1-6.
- D'Santiago, I. y Vivas, M. 1996. El pH de los jabones. Venezuela. Revista Dermatología Venezolana; Vol. 34. p 119-120
- Durán, S; Torres, J; Sanhuesa, J. 2015. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. Nutrición Hospitalaria, Madrid España. Vol. 32, núm. 1, pp. 11-19.
- Elías, X. 2012. Reciclaje de residuos industriales. 2da. Ed. Madrid. Díaz de Santos.
- Fuertes, Y. y Martínez, L. 2007. Incorporación de pulpa de sábila en la elaboración de jabones de tocador (sulfurado, humectante y antiséptico). Tesis. Ing. Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Imbabura, EC. p 32-39.
- Galema, T; Oblitas, S; Castellví, X. 2009. Manual de jabón teoría y desarrollo práctico a escala local. Honduras. (En línea).EC. Consultado, 17 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://es.scribd.com>. p 8-9.
- García, M; Cerezo, E; Flores, J. 2013. Elaboración de jabón en gel para manos utilizando aceite vegetal reciclado. Centro de estudios e investigaciones para el desarrollo docente. En línea. MÉX. Consultado 31 oct, 2015. Disponible en formato PHP. Disponible en: <http://www.cenid.org.mx>
- Gaspar, R; Huarcaya, G. 2015. Proyecto de investigación del jabón de aceite 1. (En línea). EC. Consultado: 03 de agosto de 2016. Formato HTML. Disponible en: <http://documents.mx/>. p 21.
- González, M; Regalado, X. 2004. Evaluación de la actividad antibacteriana de un jabón líquido a base de aceite esencial de lippia graveolens (orégano), en la asepsia del personal del área de neurocirugía del hospital nacional de niños benjamín Bloom. Tesis. Licda. Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. San salvador, El Salvador, Centro América. p 51.
- González, S; Tamayo, J; Toledo, V; Tamayo, E; Vargas, M. 2013. Productos con alto contenido de miel, como opción para incrementar su uso en Yucatán. Mérida, Yucatán, MÉX. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. 33. p 576-586.
- Goyenola, G. 2007. Monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos. (En línea).UY. Revista RED MAPSA. Vol. 1. Consultado, 23 de mayo. 2016. Formato PDF. : [//imasd.fcien.edu.uy](http://imasd.fcien.edu.uy)

- Guerrero, C. 2014. Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados. Tesis. Ingeniería Química. Universidad de Almería. Almería. p 34-35.
- Heredia, S. 2006. Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. Cádiz, Es. Revista EUREKA. Vol.3. p 89-95.
- Hilgert, E. 2012. Formulación y manufactura de productos para la higiene personal y cosmética. Tesis. Licdo. En Química. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú. p 3.
- INTI (Instituto Nacional de tecnología industrial). 2010. Elaboración de detergente lavavajilla. 2da. Ed. vol. 1. Buenos Aires. Ediciones del INTI.
- Kron, A. (2011). Teoría de los detergentes. (En línea). EC. Consultado el 10 de jul. De 2016, disponible en: <http://es.slideshare.net/>
- Lázaro, F. 2004. Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano. Tesis. Universidad de Zamorano. HO. p 1-45.
- Mancero, J. 2014. Elaboración de jabones ecológicos a base de aceite vegetal domestico usado en la provincia Pichincha. En línea. EC. Consultado, 31 de oct. 2015. Disponible en formato HTML. Disponible en: <http://www.academia.edu>
- Marcano, J; La Rosa, Y; Salinas, N. 2010. Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo "french", empleando oleína de palma. Grasas y Aceites. Vol. 61. p 24-29.
- Márquez, M; Navas, P; Yegres, F; Vivas, C. 2015. Biodegradación parcial de aceites residuales usados utilizando *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp. Y *Saccharomyces cerevisiae*. Buenos Aires-Argentina. Revista Química Viva. Vol. 14. Núm. 1 p. 90-102.
- Murcia, B; Chaves, L; Rodríguez, W; Andredy, M; Alvarado, E. 2013. Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina. Bogotá-Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XV, núm. 1. p. 61-70.
- NTE INEN 0007 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 2012. Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Definiciones y clasificación. NTE INEN 0007:2012. Quito - Ecuador. p 2.
- NTE INEN 0817 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tensoactivos. Determinación de la materia insoluble en alcohol. NTE INEN: 0817:1982. Quito - Ecuador.

- NTE INEN 0819 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tensoactivos. Determinación de cloruros. NTE INEN: 0819:1982. Quito - Ecuador.
- NTE INEN 0820 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tenso activos. Determinación del pH. NTE INEN: 0820:1982. Quito - Ecuador.
- NTE INEN 0821 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tenso activos. Determinación de alcalinidades libre y total. NTE INEN: 0821:1982. Quito - Ecuador.
- NTE INEN 0823 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tenso activos. Determinación de materia grasa total. NTE INEN: 0823:1982. Quito - Ecuador.
- NTE INEN 0831 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tenso activos. Determinación del nivel de espuma. NTE INEN: 0831:1982. Quito - Ecuador.
- NTE INEN 0842 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tensoactivos. Jabón líquido. Requisitos. NTE INEN: 0842:1982. Quito - Ecuador. p 1.
- NTE INEN 0850 (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN) 1982. Agentes tensoactivos. Jabón líquido de tocador. Requisitos. NTE INEN: 0850:1982. Quito - Ecuador. p 1.
- Ocampo, D; Aguirre, E; Osorio, A; Ríos, L. 2014. Lacas y selladores para madera a partir de resinas alquílicas obtenidas de aceites de higuera, palma y usados de fritura. Medellín-Colombia. Información. Tecnológica. Vol. 25 (2). p. 157-164.
- Ortega, M; Vásquez, L. 2012. Caracterización fisicoquímica del aceite crudo y Refinado de la semilla de *Proboscidea parviflora* (Uña de gato). Hermosillo, Sonora, México. Revista grasas y aceite. Vol. 44. p 30-34.
- Ortega, R. 2009. Diseño, implementación y automatización de una planta piloto de saponificación. Tesis. Master en Ingeniería Electrónica. UPC. Barcelona, Es. p 5-7.
- Osagie, O; Fekarurhobo, G. 2014. Cleaning agent from natural rubber seed oil (RSO) and Cassava peels ash extract. Revista Chemistry and Material Research. Vol.6. No 9. p. 29-36.
- Popescu, V; Soceano, A; Dobrin, S; Stanciu, G; Epure, D. 2011. Quality control and evaluation of certain properties for soap made in Romania. Constanta. Romania. Estudios e Investigaciones científicas. Colloque franco-Roumain de Chimie Appliquee. 6ed. Vol.12 (3) p 257-261.

- Pita, M. y Pincay, A. 2011. Obtención de jabón a partir de la extracción del aceite de bagazo de café. Tesis. Ingeniería Química. UG, Guayaquil. EC. p 16.
- Proaño, F; Stuart, J; Chongo, B; Flores, L; Medina, Y; Herrera, M y Sarduy, L. 2015. Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina. La Habana, Cuba. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 49, núm. 1, 2015, p. 35-39
- Regla, I; Vásquez, E; Cuervo, D; Cristóbal, A. 2014. La Química Del Jabón Y Algunas Aplicaciones. Rev. Digital Universitaria. Vol. 15. (5) ISSN 1607 – 6079. p 1-5.
- Rivera, J; Montañez, L; Olvera, L. 2004. Optimización de la eficiencia de producción de un proceso a partir de grasa de pollo para la obtención. ME. Conciencia Tecnológica. Vol. (24). p 1-7.
- Rupilius, W. 2007. Uso De Los Aceites De Palma y de palmiste en el sector de jabones y detergentes. Revista Palmas. Vol. 28. p 17-22.
- Salager, J; Fernández, A. 2004. SURFACTANTES. III. Surfactantes aniónicos. Cuaderno firp. Mérida-Venezuela. FIRP. Consultado 11/07/2016. Formato pdf. En línea. Disponible en: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S302.pdf>
- Sandoval, P; Gajardo, S; Benites, J; López, J. 2014. Utilización de sulfato de cobre para la elaboración de un jabón líquido antiséptico. CH. Revista Cubana Farm. Vol. 48. p 542-549.
- Vivian, O; Nathan, O; Osano, A; Mesopirr, L; Omwoyo, W. 2014. Assessment of the physicochemical properties of selected comercial soap manufacture dan sold in Kenya. Narok. Kenya. Open journal of applied sciences. Vol.4. No.8. p 433-440.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis de laboratorio

 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL	
SEÑORES ESTUDIANTES:	Luis Perero Vera – Fabiola Salazar Zambrano
DIRECCIÓN:	Calceta
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	20/06/2016
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	11/07/2016
MUESTRAS ENVIADAS:	27 muestras de jabón líquido
EXAMENES SOLICITADOS:	Alcalinidad libre, materia insoluble en alcohol, cloruros, grasa total, nivel de espuma y pH

Resultados de los análisis							
Método: INEN		821	817	819	823	831	820
Muestras	Replicas	Alcalinidad libre	Materia insoluble en alcohol	Cloruros	Grasa total	Nivel de espuma	pH
T1	1	0,17	0,12	0,31	11,18	42	9,69
	2	0,19	0,13	0,33	11,25	41	9,97
	3	0,16	0,12	0,31	11,09	40	10,09
T2	1	0,17	0,18	0,39	5,81	45	10,94
	2	0,16	0,17	0,38	5,93	46	11,17
	3	0,16	0,16	0,37	5,76	44	11,76
T3	1	0,11	0,21	0,27	10,97	68	11,69
	2	0,10	0,22	0,28	10,91	66	11,82
	3	0,11	0,21	0,25	10,89	67	12,23
T4	1	0,16	0,12	0,21	8,89	65	9,28
	2	0,16	0,11	0,23	8,75	65	9,45
	3	0,18	0,12	0,22	8,91	67	9,48
T5	1	0,13	0,15	0,26	6,67	46	9,85
	2	0,14	0,16	0,26	6,71	48	9,83
	3	0,14	0,18	0,24	6,69	45	9,92
T6	1	0,12	0,18	0,35	8,35	52	10,99
	2	0,11	0,20	0,34	8,41	53	11,17
	3	0,13	0,18	0,36	8,37	54	11,55
T7	1	0,16	0,11	0,30	7,65	37	9,35
	2	0,19	0,12	0,32	7,69	38	9,16
	3	0,17	0,12	0,28	7,72	37	9,36
T8	1	0,17	0,15	0,25	8,28	45	9,49
	2	0,14	0,14	0,24	8,31	44	9,41
	3	0,16	0,14	0,24	8,33	42	9,52
T9	1	0,14	0,16	0,20	7,89	51	9,96
	2	0,14	0,18	0,19	7,92	51	10,02
	3	0,15	0,17	0,18	7,82	52	9,98


 Lic. Cruz Pinargote Zambrano
JEFE DE LABORATORIO



Anexo 2. Supuesto de normalidad para las variables en estudio

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alcalinidad_libre	,192	27	,012	,948	27	,189
Materia_insoluble_alcohol	,158	27	,084	,931	27	,073
Cloruros	,112	27	,200*	,965	27	,468
Grasa_total	,167	27	,050	,908	27	,021
Nivel_espuma	,175	27	,033	,884	27	,006
pH	,240	27	,000	,866	27	,002

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 3. Supuesto de homogeneidad mediante la prueba de Levene

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Alcalinidad_libre	1,286	8	18	,311
Materia_insoluble_alcohol	1,075	8	18	,422
Cloruros	,574	8	18	,785
Grasa_total	1,952	8	18	,114
Nivel_espuma	,662	8	18	,718
pH	3,694	8	18	,010

Anexo 4. ANOVA factorial para las variables alcalinidad libre, materia insoluble e alcohol y cloruros

Pruebas de los efectos inter-sujetos						
F d V	Variable dependiente	SC	gl	CM	F	Sig.
	Alcalinidad_libre	,014 ^a	8	,002	14,484	,000
Modelo corregido	Materia_insoluble_alcohol	,027 ^b	8	,003	41,398	,000
	Cloruros	,092 ^c	8	,011	77,400	,000
Factor_A	Alcalinidad_libre	,001	2	,001	5,344	,015
	Materia_insoluble_alcohol	,003	2	,001	18,045	,000
	Cloruros	,027	2	,013	90,675	,000
Factor_B	Alcalinidad_libre	,010	2	,005	43,969	,000
	Materia_insoluble_alcohol	,023	2	,011	140,364	,000
	Cloruros	,002	2	,001	8,325	,003
Factor_A *	Alcalinidad_libre	,002	4	,001	4,313	,013
Factor_B	Materia_insoluble_alcohol	,001	4	,000	3,591	,025
	Cloruros	,062	4	,016	105,300	,000
	Alcalinidad_libre	,002	18	,000		
Error	Materia_insoluble_alcohol	,001	18	8,14E-5		
	Cloruros	,003	18	,000		
	Alcalinidad_libre	,016	26			
Total corregida	Materia_insoluble_alcohol	,028	26			
	Cloruros	,094	26			

Anexo 5. Prueba de Tukey para alcalinidad libre, materia insoluble e alcohol y cloruros

Anexo 5a. Prueba de Tukey para Factor A

Comparaciones múltiples

DHS de Tukey

Diferencia de medias (I-J)

Variable dependiente	(J)Factor_A	(I)Factor_A		
		25% aceite	30% aceite	35% aceite
Alcalinidad_libre	25% aceite		-,0067	,0100
	30% aceite	,0067		,0167*
	35% aceite	-,0100	-,0167*	
Materia_insoluble_alcohol	25% aceite		-,0133*	-,0256*
	30% aceite	,0133*		-,0122*
	35% aceite	,0256*	,0122*	
Cloruros	25% aceite		-,0467*	-,0767*
	30% aceite	,0467*		-,0300*
	35% aceite	,0767*	,0300*	

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Subconjuntos homogéneos

Alcalinidad_libre

DHS de Tukey

Factor_A	N	Subconjunto	
		1	2
30% aceite	9	,1411	
25% aceite	9	,1478	,1478
35% aceite	9		,1578
Sig.		,414	,154

Materia_insoluble_alcohol

DHS de Tukey

Factor_A	N	Subconjunto		
		1	2	3
35% aceite	9	,1433		
30% aceite	9		,1556	
25% aceite	9			,1689
Sig.		1,000	1,000	1,000

Cloruros

DHS de Tukey

Factor_A	N	Subconjunto		
		1	2	3
35% aceite	9	,2444		
30% aceite	9		,2744	
25% aceite	9			,3211
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 5b. Prueba de Tukey para Factor_B

Comparaciones múltiples

DHS de Tukey

Diferencia de medias (I-J)

Variable dependiente	(J)Factor_B	(I)Factor_B		
		5% KOH	6% KOH	7% KOH
Alcalinidad_libre	5% KOH		-,0189*	-,0478*
	6% KOH	,0189*		-,0289*
	7% KOH	,0478*	,0289*	
Materia_insoluble_alcohol	5% KOH		,0400*	,0711*
	6% KOH	-,0400*		,0311*
	7% KOH	-,0711*	-,0311*	
Cloruros	5% KOH		,0133	-,0100
	6% KOH	-,0133		-,0233*
	7% KOH	,0100	,0233*	

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,000.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Subconjuntos homogéneos

Alcalinidad_libre

DHS de Tukey

Factor_B	N	Subconjunto		
		1	2	3
7% KOH	9	,1233		
6% KOH	9		,1522	
5% KOH	9			,1711
Sig.		1,000	1,000	1,000

Materia_insoluble_alcohol

DHS de Tukey

Factor_B	N	Subconjunto		
		1	2	3
5% KOH	9	,1189		
6% KOH	9		,1589	
7% KOH	9			,1900
Sig.		1,000	1,000	1,000

Cloruros

DHS de Tukey

Factor_B	N	Subconjunto	
		1	2
7% KOH	9	,2689	
5% KOH	9	,2789	,2789
6% KOH	9		,2922
Sig.		,217	,078

Anexo 5c. Prueba de Tukey para Tratamientos

		Comparaciones múltiples								
HSD de Tukey										
Diferencia de medias (I-J)										
VD	(J) Trata	(I) Trat								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Alcalinidad_libre	T1		-,010	-,06*	-,00	-,03*	-,05*	,00	-,01	-,03
	T2	,010		-,05*	,00	-,02	-,04*	,01	-,00	-,02
	T3	,066*	,056*		,06*	,03	,01	,06*	,05*	,03*
	T4	,00	-,003	-,06*		-,03	-,04*	,00	-,01	-,02
	T5	,036*	,026	-,03	,03		-,01	,03*	,02	,00
	T6	,053*	,043*	-,013	,04*	,01		,05*	,03*	,02
	T7	,00	-,010	-,06*	-,00	-,03*	-,05*		-,01	-,03
	T8	,016	,006	-,05*	,01	-,02	-,03*	,01		-,01
	T9	,030	,020	-,03*	,02	-,00	-,02	,03	,01	
Materia_insoluble_alcohol	T1		,046*	,09*	-,00	,04*	,06*	-,00	,02	,04*
	T2	-,046*		,04*	-,05*	-,00	,01	-,05*	-,02*	,0
	T3	-,090*	-,043*		-,09*	-,05*	-,02*	-,09*	-,07*	-,04*
	T4	,006	,053*	,09*		,046*	,07*	,00	,02*	,05*
	T5	-,040*	,006	,05*	-,04*		,02	-,04*	-,02	,00
	T6	-,063*	-,016	,02*	-,07*	-,02		-,07*	-,04*	-,01
	T7	,006	,053*	,09*	,00	,04*	,07*		,02*	,05*
	T8	-,020	,026*	,07*	-,02*	,02	,04*	-,02*		,02*
	T9	-,046*	,000	,04*	-,05*	-,00	,01	-,05*	-,02*	
Cloruros	T1		,063*	-,05*	-,09*	-,06*	,0	-,01	-,07*	-,12*
	T2	-,063*		-,11*	-,16*	-,12*	-,03	-,08*	-,13*	-,1*
	T3	,050*	,11*		-,046*	-,013	,08*	,03	-,02	-,07*
	T4	,096*	,16*	,04*		,03	,13*	,08*	,02	-,03
	T5	,063*	,12*	,01	-,03		,09*	,04*	-,01	-,06*
	T6	-,033	,030	-,08*	-,13*	-,09*		-,05*	-,10*	-,16*
	T7	,016	,08*	-,03	-,08*	-,046*	,05*		-,05*	-,11*
	T8	,073*	,13*	,02	-,02	,010	,10*	,05*		-,05*
	T9	,12*	,19*	,07*	,03	,063*	,16*	,1*	,05*	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos**Alcalinidad_libre**

HSD de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T3	3	,1067			
T6	3	,1200	,1200		
T5	3	,1367	,1367	,1367	
T9	3		,1433	,1433	,1433
T8	3			,1567	,1567
T2	3			,1633	,1633
T4	3			,1667	,1667
T1	3				,1733
T7	3				,1733
Sig.		,064	,242	,064	,064

Materia_insoluble_alcohol

HSD de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T4	3	,1167				
T7	3	,1167				
T1	3	,1233	,1233			
T8	3		,1433	,1433		
T5	3			,1633	,1633	
T2	3				,1700	
T9	3				,1700	
T6	3				,1867	
T3	3					,2133
Sig.		,990	,210	,210	,095	1,000

Cloruros

HSD de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
T9	3	,1900						
T4	3	,2200	,2200					
T8	3		,2433	,2433				
T5	3		,2533	,2533				
T3	3			,2667	,2667			
T7	3				,3000	,3000		
T1	3					,3167	,3167	
T6	3						,3500	,3500
T2	3							,3800
Sig.		,124	,067	,366	,067	,752	,067	,124

Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis para grasa total, nivel de espuma y pH

Anexo 6a. Prueba de Kruskal Wallis para Factor A

Rangos			
	Factor_B	N	Rango promedio
Grasa_total	5% KOH	9	18,00
	6% KOH	9	7,00
	7% KOH	9	17,00
	Total	27	
Nivel_espuma	5% KOH	9	10,22
	6% KOH	9	10,94
	7% KOH	9	20,83
	Total	27	
pH	5% KOH	9	7,33
	6% KOH	9	13,72
	7% KOH	9	20,94
	Total	27	

Estadísticos de contraste ^{a,b}			
	Grasa_total	Nivel_espuma	pH
Chi-cuadrado	2,571	6,549	10,676
gl	2	2	2
Sig. asintót.	,276	,038	,005

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Factor_A

Subconjuntos homogéneos basados en Nivel_espuma			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	35% aceite	9,278	
	25% aceite	13,889	13,889
	30% aceite		18,833
Probar estadística		1,129	1,3232 ²
Sig. (prueba de 2 caras)		,288	,250
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,288	,250

Subconjuntos homogéneos basados en pH			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	35% aceite	8,556	
	30% aceite	12,833	
	25% aceite		20,611
Probar estadística		1,421	. ²
Sig. (prueba de 2 caras)		,233	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,233	.

Anexo 6b. Prueba de Kruskal Wallis para Factor B

Rangos			
	Factor_B	N	Rango promedio
Grasa_total	5% KOH	9	18,00
	6% KOH	9	7,00
	7% KOH	9	17,00
	Total	27	
Nivel_espuma	5% KOH	9	10,22
	6% KOH	9	10,94
	7% KOH	9	20,83
	Total	27	
pH	5% KOH	9	7,33
	6% KOH	9	13,72
	7% KOH	9	20,94
	Total	27	

Estadísticos de contraste ^{a,b}			
	Grasa_total	Nivel_espuma	pH
Chi-cuadrado	10,571	10,080	13,254
gl	2	2	2
Sig. asintót.	,005	,006	,001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Factor_B

Subconjuntos homogéneos basados en Grasa_total			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	6% KOH	7,000	
	7% KOH		17,000
	5% KOH		18,000
Probar estadística		,2	,158
Sig. (prueba de 2 caras)		.	,691
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	,691

Subconjuntos homogéneos basados en Nivel_espuma			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	5% KOH	10,222	
	6% KOH	10,944	
	7% KOH		20,833
Probar estadística		1,330	,2
Sig. (prueba de 2 caras)		,249	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,249	.

Subconjuntos homogéneos basados en pH				
		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra ¹	5% KOH	7,333		
	6% KOH		13,722	
	7% KOH			20,944
Probar estadística		.2	.2	.2
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	.

Anexo 6c. Prueba de Kruskal Wallis para Tratamientos

Rangos			
	Tratamientos	N	Rango promedio
	T1	3	26,00
	T2	3	2,00
	T3	3	23,00
	T4	3	20,00
Grasa_total	T5	3	5,00
	T6	3	17,00
	T7	3	8,00
	T8	3	14,00
	T9	3	11,00
	Total	27	
	T1	3	5,17
	T2	3	11,00
	T3	3	25,50
	T4	3	23,50
Nivel_espuma	T5	3	13,17
	T6	3	19,83
	T7	3	2,00
	T8	3	8,67
	T9	3	17,17
	Total	27	
	T1	3	14,33
	T2	3	21,83
	T3	3	25,67
	T4	3	5,00
pH	T5	3	12,00
	T6	3	21,50
	T7	3	2,67
	T8	3	7,33
	T9	3	15,67
	Total	27	

Estadísticos de contraste ^{a,b}			
	Grasa_total	Nivel_espuma	pH
Chi-cuadrado	25,714	25,174	24,507
gl	8	8	8
Sig. asintót.	,001	,001	,002

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamientos

Subconjuntos homogéneos basados en Grasa_total										
		Subconjunto								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muestra ¹	T2	2,000								
	T5		5,000							
	T7			8,000						
	T9				11,000					
	T8					14,000				
	T6						17,000			
	T4							20,000		
	T3								23,000	
	T1									26,000
Probar estadística		.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	.	.	.	.	.	.	.

Subconjuntos homogéneos basados en Nivel_espuma						
		Subconjunto				
		1	2	3	4	5
Muestra ¹	T7	2,000				
	T1		5,167			
	T8		8,667	8,667		
	T2		11,000	11,000		
	T5			13,167		
	T9				17,167	
	T6				19,833	
	T4					23,500
	T3					25,500
Probar estadística		.2	5,630	3,953	3,232	1,818
Sig. (prueba de 2 caras)		.	,060	,139	,072	,178
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	,169	,361	,286	,585

Subconjuntos homogéneos basados en pH								
		Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
Muestra ¹	T7	2,667						
	T4	5,000	5,000					
	T8	7,333	7,333	7,333				
	T5		12,000	12,000	12,000			
	T1			14,333	14,333	14,333		
	T9				15,667	15,667	15,667	
	T6					21,500	21,500	21,500
	T2						21,833	21,833
	T3							25,667
Probar estadística		4,356	5,956	5,6 ²	2,756	5,422	5,445	4,325
Sig. (prueba de 2 caras)		,113	,051	,061	,252	,066	,066	,115
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,303	,145	,172	,582	,186	,184	,307