

/

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN-MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL
TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA.**



TÍTULO: Obtención de jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

Autoras:

Bra. Brenes Lara María Auxiliadora.
Bra. López Reyes María de los Ángeles.

Tutor(a):

Lic. Margarita Matamoros.

Asesor(a):

Ph D. Danilo López.

MFO = 429

Biblioteca Central "Salomón de la Selva"	
UNAN-Managua	
Fecha de Ingreso:	20/10/14
Comprado:	Daniilo López
Precio: C\$	US\$
Registro No.	70358

Repo - 564

BC-INV-2014

QUI
378.242
Bre
2014

Managua, Septiembre 2014.

Apartado I**Generales**

1.2. Introducción.....	1
1.3. Antecedentes.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Planteamiento del problema.....	4
1.6. Objetivo General.....	5
1.6.1. Objetivos Específicos.....	5
1.7. Hipótesis.....	6
2.1. Jabón.....	7

Apartado II**Marco Teórico**

2.1.1. Materias primas del jabón.....	7
2.1.2. Fabricación industrial del jabón.....	7
2.1.3. Fabricación artesanal del jabón.....	8
2.1.4. Clasificación de los jabones.....	9
2.1.5. Impacto ambiental del jabón.....	10
2.2. Glicerina.....	12
2.2.1. Fórmula química de la glicerina.....	12
2.2.2. Propiedades físicas y químicas de la glicerina.....	12
2.2.3. Obtención del biodiesel.....	12
2.2.3.1. Glicerina como subproducto del biodiesel.....	13
2.2.4. Aplicaciones de la glicerina.....	13

2.3. Árbol <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	14
2.3.1. Distribución.....	15
2.3.2. Frutos del árbol <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	15
2.3.3. Usos del árbol <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	17
2.4. Filosofía Taguchi.....	17
2.5. Resumen de tesis, para determinar los parámetros de calidad en jabones de tocador.....	18

Apartado III

Diseño Metodológico

3.1. Tipo de estudio.....	20
3.2. Descripción del ámbito de estudio.....	20
3.3. Universo.....	20
3.3.1. Muestra.....	20
3.3.2. Criterios de inclusión.....	20
3.3.3. Criterios de exclusión.....	21
3.4. Variables.....	21
3.4.1. Enumeración de las variables.....	21
3.4.2. Operacionalización de las variables.....	22
3.5. Materiales y Métodos.....	23
3.5.1. Materiales para recolectar la información.....	23
3.5.2. Materiales para procesar la información.....	23
3.5.3. Métodos.....	23
3.5.3.1. Método de saponificación con NaOH.....	24
3.5.3.2. Metodología analítica para la determinación de los parámetros de calidad de un jabón de tocador al jabón de glicerina obtenido.....	27

3.5.3.2.1. Determinación de pH.....27
3.5.3.2.2. Índice de espuma.....27
3.5.3.2.3. Determinación del % de humedad.....28

Apartado IV

Resultados

4.1. Resultados.....31
4.2. Análisis y discusión de resultados.....33

Apartado V

Conclusiones

5.1. Conclusiones.....38
5.2. Recomendaciones.....39
Bibliografía.....40

Anexos

Glosario

Dedicatoria.

A mi Dios que siempre me da esperanzas y ánimo todos los días de mi vida.

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por derramar sus bendiciones y sabiduría sobre mí y darme la fuerza necesaria para vencer cada obstáculo que se presente en el camino de mi vida.

A mi madre por todo su esfuerzo y sacrificio, por su amor incondicional porque gracias a ella hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, te amo Madre.

A mi hermano Pablo J. López por ser mi fiel compañero a lo largo de mi vida.

A toda mi familia y amigos que fomentaron en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en esta vida.

A mi hermana Arcángel Briones, mi madre Virginia Lara y mi padre César Briones.

"La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar". **Thomas Chalmers**

Maria Auxiliadora Briones Lara

María de los Ángeles López Reyes.

Dedicatoria.

A mi Dios que siempre me dio esperanzas y ánimo todos los días de mi vida.

A nuestro señor Jesús por su amor y compañía.

A la Virgen María por su manto protector.

Al Espíritu Santo por siempre iluminarme y guiarme y a todos los santos por sus oraciones.

A mi tía Verónica Lara por confiar en mí y nunca decirme no.

A mi hermana Asunción Brenes, mi madre Glenda Lara y mi padre César Brenes por todo este tiempo de espera y apoyarme en culminar mi carrera.

María Auxiliadora Brenes Lara.

María de los Ángeles López Frías.

María Auxiliadora Brenes Lara.

Agradecimientos.

Agradecemos de corazón a nuestra tutora Lic. Margarita Matamoros, por todo su apoyo en la realización de este trabajo.

A nuestro querido asesor PhD. Danilo López por su excelencia y dedicación en este proyecto.

Al Lic. Cristhian Hernández por compartir su conocimiento con nosotras.

A la Msc. Rosa María González directora del departamento de Química por su contribución en este estudio.

A las encargadas de los laboratorios del departamento de Química, Lic. Dania Labori, Lic. Karina Brenes y Bra. Kiara Montiel por sus valiosos aportes y deseos de ayudarnos bajo cualquier circunstancia.

Y a todas aquellas personas que colaboraron y nos brindaron su apoyo incondicional.

María de los Ángeles López Reyes.

María Auxiliadora Brenes Lara.

OPINIÓN DEL TUTOR

Managua 14 de Octubre del 2014

Dirección del Departamento de Química y Tribunal Examinador. UNAN-Managua, Nicaragua. Presento ante ustedes el trabajo de Seminario de Graduación.

Por medio de la Presente hago constar y comunico que las observaciones expresadas por los miembros del Comité Evaluador durante el proceso de defensa del trabajo de seminario de graduación titulado " **Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol Enterolobium cyclocarpum y determinación de los parámetros de calidad del jabón tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.**

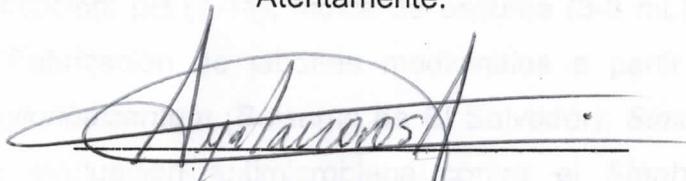
Desarrollado por:

Bra. Brenes Lara María Auxiliadora.

Bra. López Reyes María de los Ángeles.

Fueron debidamente incorporadas por los autores en el texto de trabajo de Seminario de graduación.

Atentamente.



Lic. Ana Margarita Matamoras Artola

Tutor

Resumen.

En el presente estudio se obtuvo jabón de tocador a partir de glicerina con el objetivo de compararlo con un jabón de tocador PROTEX a través de la aplicación de los parámetros de calidad, tales como: pH, índice de espumabilidad y porcentaje de humedad, buscando con ello dar una respuesta a las personas alérgicas que utilizan jabones comerciales irritando sus pieles sensibles.

Para obtener el jabón de tocador a partir de glicerina, se utilizó el método de saponificación con NaOH por medio de tres pasos, los cuales son: separación, saponificación y secado, conjuntamente utilizando el programa estadístico Minitab para las condiciones operacionales para la elaboración del jabón de tocador.

De todos los jabones de glicerina elaborados la muestra número 16 está dentro de todos los rangos de especificación de cada parámetro de calidad calculado, presentando un valor de pH igual a 9, para el índice de espuma un valor de 3.6 mL y por último el porcentaje de humedad con un valor de 13.6 %.

Con respecto a los valores del jabón de tocador PROTEX, comparado con los valores de los jabones de glicerina obtenidos, la mayoría están dentro del rango de especificación: pH (7-11), índice de espuma (3-8 mL), según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca* DC (Aceituno) y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*", elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

En cuanto al porcentaje de humedad, también están dentro del rango (13-17%), según la tesis "Control de calidad de jabones de tocador y evaluación de su rendimiento" elaborado por Catalina Quevedo, en la ciudad de Guatemala, indicando que el método de saponificación con hidróxido de sodio utilizada en este estudio es correcto, junto con los materias primas orgánicas.

El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos. El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos.

1.1. Introducción

Este jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos. El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos.

Apartado I Generales

El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos. El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos.

Además de la glicerina que se utiliza en este jabón, se utiliza también el sodio. El jabón de sodio de glicerina es el más común y el más utilizado en el mundo. Se prepara a partir de la glicerina y los ácidos grasos.

1.1. Introducción.

Existen 2 tipos jabón de glicerina: el primero el jabón que la contiene como emoliente, ya que, suaviza y protege la piel y las mucosas; y el segundo el jabón que la contiene más que nada como hialinizante, es decir, capaz de proporcionar soluciones sólidas lípidas de jabón. *E. Pou (1961), pág.54.*

Con respecto a los usos del jabón de glicerina tenemos:

- ✓ Como sustancia emoliente, eliminando impurezas sin ser agresivo con la piel;
- ✓ Ayuda a la piel a absorber la humedad del ambiente, para una piel más suave; y
- ✓ Es recomendado a las personas de pieles grasas, ya que cierra las glándulas sebáceas ayudando a disminuir el brillo.

En vista de los beneficios de usar un jabón de glicerina, en este estudio se obtendrá jabón de tocador a partir de glicerina, por medio de la saponificación con hidróxido de sodio, usando como agente espumante saponinas provenientes del fruto del árbol de *Enterolobium cyclocarpum*, ya que, las saponinas cuando se disuelven en agua disminuyen la tensión superficial de esta; por lo tanto, al sacudir sus soluciones, se forma una espuma abundante y relativamente estable. *Domínguez, Xorge (1973), pág.149.*

Asimismo, la glicerina que se utilizará en este experimento es un subproducto del proceso de transesterificación de la grasa, que es un proceso en el que el aceite se separa en glicerina y biodiesel.

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

1.2. Antecedentes.

Para realizar este estudio se buscó a nivel internacional, luego a nivel centroamericano y por último a nivel nacional trabajos investigativos sobre la elaboración de un jabón de tocador a partir de glicerina, subproducto del proceso de transesterificación de la grasa y usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de *Enterolobium cyclocarpum*, pero no se encontró ninguna información acerca de este tema. Por lo que se puede afirmar que en Nicaragua, es el primer trabajo que se realiza en los laboratorios de Química de la UNAN-Managua.

1.3. Justificación.

El propósito de este estudio, es aprovechar la glicerina obtenida del proceso de transesterificación de la grasa y al mismo tiempo reducir, reciclar y reutilizar sub-productos de procesos industriales de empresas de matanzas de reses radicadas en Nicaragua, mediante la elaboración de un jabón de tocador orgánico, que además puede ser usado como antialérgico.

La realización de este tema es para investigar la propiedad de agente espumante del fruto del árbol *Enterolobium cyclocarpum* en la elaboración de un jabón de tocador, debido a que, se preparará cantidad suficiente de saponinas a partir de este fruto y así implementar un diseño estadístico que logre incorporarlo en los procesos productivos artesanales.

La glicerina es humectante por lo que su uso primero está destinado sobre todo al cuidado de la piel, ayudándole a conservar sus propiedades en un equilibrio perfecto y reteniendo la humedad en su justo término, la glicerina, no es tóxica, no hay nada desagradable en su olor y sabor.

El jabón de glicerina puede ser usado por personas de todas las edades, porque es suave con la piel, debido a que los jabones de tocador comerciales irritan la piel sensible de las personas alérgicas y es una buena opción a la hora de elegir y comprar productos para el cuidado de la piel. F. Edward (2012).

Por otra parte esta investigación se podrá consultar como antecedente para otras investigaciones, ya que, se puede utilizar la regla de las 3 R de la ecología (reducir, reciclar, reutilizar) con el objetivo de una producción más limpia, para obtener jabones de tocador orgánicos, con las materias primas propuestas en esta investigación.

1.4. Planteamiento del problema.

Hoy en día la utilización de perfumes y otros químicos en los jabones de tocador pueden causar irritación sobre la piel, como la dermatitis de contacto, en las personas que lo utilizan; por este motivo, es importante obtener jabones de calidad sin efectos adversos. *F. Edward (2012)*.

El constituyente del fruto del árbol *Enterolobium cyclocarpum*, saponinas, se distinguen por su habilidad de formar espuma jabonosa, aun cuando se encuentren muy diluidas, debido a que disminuye la tensión superficial de esta, así se puede utilizar como agente espumante en la elaboración del jabón de tocador.

Con este estudio, se obtendrá un jabón de tocador lo más orgánico posible, es decir, un jabón que en su producción: reduce, recicla y reutiliza (como la glicerina, subproducto proveniente de la trasesterificación de la grasa) utiliza insumos orgánicos (como las saponinas) que en su cultivo no se usan herbicidas, fertilizantes químicos o pesticidas que contaminen el aire, se esparcen en el agua y se filtren en el suelo y que sea suave con las pieles sensibles. *F. Edward (2012)*.

La obtención del jabón se realizará en los laboratorios del departamento de química de la UNAN- Managua, en el periodo de Mayo- Diciembre 2013.

¿Cómo obtener un jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas provenientes del fruto del árbol *Enterolobium cyclocarpum*?

1.5. Objetivos Generales.

1. Obtener jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). , en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.
2. Determinar los parámetros de calidad al jabón de glicerina terminado, usando como referencia los parámetros de calidad de un jabón de tocador.

1.5.1. Objetivos Específicos.

1. Preparar el fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cantidad suficiente de agente espumante saponinas, para la obtención del jabón de tocador a partir de glicerina.
2. Calcular los parámetros de calidad del jabón de glicerina elaborado tales como: pH, índice de espuma y porcentaje de humedad.
3. Comparar la calidad del jabón obtenido a partir de glicerina, con el jabón de tocador PROTEX.
4. Identificar el proceso de elaboración del jabón de tocador (a partir de glicerina) más robusto al medio ambiente, empleando la Filosofía Taguchi.

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

1.6. Hipótesis.

Utilizando las saponinas como agente espumante, se podrá obtener un jabón de tocador con mayor calidad.

Apartado II
Marco Teórico

2.1. Jabón.

El jabón es un producto de uso diario que nos sirve para la higiene personal y para lavar, limpiar diversas cosas. Se encuentra en pastilla, polvo, crema o en líquido. Casi siempre está hecho de componentes como el sodio y agua.

2.1.1. Materias primas del jabón.

Las principales materias primas para la elaboración del jabón son:

- a) El sebo, material que se obtiene de los mixos obreros de la grasa de ganado.
- b) También se obtiene de las grasas de cerdo y de animales domésticos menores y con una fuente importante de glicéridos de ácidos grasos.
- c) Otra materia prima es el aceite de coco de gran importancia; el jabón que se obtiene a partir de este es sólido y hace buena espuma. Contiene grandes cantidades de glicéridos muy desecantes, como ácidos laurico y mirístico.

2.1.2. Fabricación industrial del jabón.

En el proceso de fabricación del jabón se hierve una grasa animal y un aceite vegetal con una base fuerte, que habitualmente es NaOH, a este proceso se le denomina saponificación. (Figura 1. Anexo 1, pág. 1)

Por otro lado hoy en día, la tecnología usada para la fabricación del jabón es la saponificación química continua. Después de la separación de la glicerina, los ácidos grasos se neutralizan para formar el jabón.

En el diagrama de flujo 1, se muestra el proceso de fabricación industrial del jabón (Anexo 1, pág. 1).

2.1. Jabón.

El jabón es un producto de uso diario que nos sirve para la higiene personal y para lavar, limpiar diversos objetos. Se encuentra en pastilla, polvo, crema o en líquido. Casi siempre está hecho de componentes como el potasio y sodio.

2.1.1. Materias primas del jabón.

Las principales materias primas para la elaboración del jabón son:

- a) El sebo, material grasoso que contiene los glicéridos mixtos obtenidos de la grasa de ganado.
- b) También se utilizan las grasas obtenidas a partir del cerdo y animales domésticos menores y son una fuente importante de glicéridos de ácidos grasos.
- c) Otra materia prima es el aceite de coco ha sido de gran importancia; el jabón que se obtiene a partir de aceite de coco es sólido y hace buena espuma. Contiene grandes cantidades de glicéridos muy deseables, como ácidos laúrico y mirístico.

2.1.2. Fabricación industrial del jabón.

En el proceso de fabricación del jabón se hierve una grasa animal y un aceite vegetal con una base fuerte, que habitualmente es NaOH, a este proceso se le denomina saponificación. (*Figura 1, Anexo 1, pág.1*).

Por otro lado hoy en día, la tecnología usada para la fabricación del jabón es la saponificación alcalina continua. Después de la separación de la glicerina, los ácidos grasos se neutralizan para formar el jabón.

En el diagrama de flujo 1, se muestra el proceso de fabricación industrial del jabón (*Anexo 1, pág. 1*).

- ✓ El proceso inicia en el transporte de grasas, aceites y reactivos;
- ✓ Se mezcla el catalizador: óxido de zinc, con las grasas fundidas que se lleva a cabo en el tanque de mezclado;
- ✓ Después, las grasas fundidas calientes y los catalizadores se introducen al fondo del hidrolizador. La división de las grasas se lleva a cabo a contracorriente en el hidrolizador a 250°C y 4.1 MPa, en forma continua, en el cual los glóbulos de grasa se elevan en contra de una fase acuosa descendente.
- ✓ Con esto la fase acuosa, tras disolver la glicerina separada, cae y se separa;
- ✓ Luego la fase acuosa de glicerina se evapora y se purifica;
- ✓ Seguidamente la fase de ácidos grasos de la parte superior del hidrolizador se seca por vaporización del agua y un calentamiento adicional;
- ✓ Después los ácidos grasos se destilan en una marmita de alto vacío desde la parte inferior y se rectifican;
- ✓ Con los pasos realizados anteriormente, se forma el jabón por una neutralización continua con sosa cáustica al 50% en un neutralizador-mezclador de alta velocidad;
- ✓ Luego el jabón puro se descarga a 93°C en un tanque de mezclado con agitación lenta para igualar cualquier diferencia de neutralización. El jabón se puede secar, se muele, dividir en escamas o secar por rocío, según el producto que se desee.

2.1.3. Fabricación artesanal del jabón.

El jabón sólido tiene una mayor complejidad en su proceso, ya que, conlleva el calentamiento y solidificación del producto, demandando un control de temperatura por parte de los encargados del proceso.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo 2 del proceso de elaboración del jabón sólido. (*Diagrama de flujo 2, Anexo 1, pág.2*).

- a) **Cocción:** en un recipiente sometido a una temperatura de 70°C, se mezclan aproximadamente 6 barriles de sebo animal con un barril de Hidróxido de Sodio.
- b) **Saponificación:** se saponifica por agitación aproximadamente durante 90 minutos hasta obtener el jabón.
- c) **Enfriado:** se remueve la masa del jabón y se tiende en el piso para que se enfríe. Al enfriarse ésta se endurece.
- d) **Picado:** se pica en pedazos para introducirlo en una máquina compresora.
- e) **Moldeado:** el producto es refinado a través de la compresión de la masa picada en una troqueladora; en este, el jabón se hace pasar por una boquilla de forma rectangular o cilíndrica, según la presentación que se desee obtener.
- f) **Empacado:** se empaca en cajas de 20 unidades. El material de empaque es plástico.

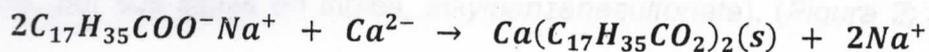
2.1.4. Clasificación de los jabones.

Estos se clasifican en:

- a) **Jabones domésticos**, se utilizan para los usos domésticos, o sea para la limpieza en general.
- b) **Jabones de tocador**, comprenden las variedades utilizadas para la higiene corporal. Dentro de este grupo podemos considerar los jabones medicinales y/o farmacéuticos, de cualidades terapéuticas, preventivas o desinfectantes.
- c) **Jabones industriales**, se utilizan en las industrias textiles y la del blanqueo.

2.1.5. Impacto ambiental del jabón.

La desventaja del jabón como agente de limpieza viene de su reacción con los cationes divalentes (Ca^{2+} y Mg^{2+}) para formar sales insolubles de ácidos grasos:



Estos sólidos insolubles, normalmente sales de magnesio o calcio, no son nada eficaces como agentes de limpieza. Además, los grumos insolubles forman depósitos en la ropa y en las máquinas lavadoras. *Manahan, Stanley (2007), pág. 167.* Esto ocurre cuando el agua de lavado es "dura" es, es decir, cuando contiene elevadas cantidades de Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Aunque la formación de sales insolubles de calcio y magnesio ha dado por resultado el desuso del jabón como agente de limpieza para la ropa, cubertería y otros materiales éste tiene distintas desventajas desde el punto de vista ambiental. Tan pronto como el jabón entra en las aguas residuales o en un sistema acuático, generalmente precipita como sales de calcio y magnesio. Por tanto, cualquier efecto que pudiera tener el jabón en solución se elimina. *Manahan, Stanley (2007), pág. 167.*

A causa de que, los jabones tienen la característica indeseable de formar sales insolubles de ácidos grasos, formando grumos que se adhieren a los objetos a limpiar, se empezó a utilizar detergentes sintéticos, ya que, tienen buenas propiedades de limpieza y no forman sales insolubles con los iones de la "dureza".

Por otra parte el potencial de los detergentes para contaminar el agua es alto, ya que, el ingrediente clave de los detergentes es el surfactante, que actúa haciendo el agua sea más "húmeda", disminuyendo la tensión superficial de esta, es decir, disminuye la atracción de las moléculas de agua entre sí. Esto es debido

a su estructura anfifílica lo que significa que una parte de la molécula es un grupo polar o iónico, en este caso sería la cabeza, con una afinidad fuerte por el agua y la otra parte es un grupo hidrocarburo, en este caso la cola, con aversión por el agua; un ejemplo de esta estructura es el surfactante sulfonato de alquilbenceno, SAB (ABS, por sus siglas en inglés, *alkylbenzenesulfonate*). (Figura 2, Anexo 1, pág. 2).

Este surfactante se dejó de utilizar en las formulaciones de detergentes hasta los primeros años de la década de los 60 del siglo XX, ya que, se biodegrada muy lentamente, debido a su estructura en cadena ramificada. Además, de presentar este problema de no biodegradable, aparecieron unos lechos de espuma cerca de las salidas del alcantarillado y en las plantas de tratamiento de agua residuales, imposibilitando el buen desempeño de estas, ya que, de vez en cuando, el tanque de aireación entero de lodos activados quedaba asfixiado por una capa de espuma.

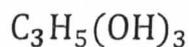
Por consiguiente, el SAB está siendo reemplazado por un surfactante biodegradable conocido como alquilsulfonato lineal, ASL o LAS, por sus siglas en inglés (*linear alkylsulfonate*). Un bencensulfonato, que tiene la fórmula estructural general, donde el anillo del benceno puede unirse a cualquier punto en la cadena alquílica excepto a los extremos. El ASL es más biodegradable que el SAB porque la porción alquílica del ASL no está ramificada y no contiene el carbono terciario que es tan perjudicial para la biodegradabilidad. (Figura 3, Anexo 1, pág. 2).

A continuación se aborda los productos secundarios de la fabricación del jabón.

2.2. Glicerina.

La glicerina o glicerol es un líquido viscoso, incoloro, inodoro, higroscópico que al enfriarse resulta gelatinoso al tacto y a la vista. Tiene un punto de ebullición alto, es producto secundario en la fabricación del jabón y buen agente humectante para la industria Alimentaria. (*Figura 4, Anexo 1, pág. 3*).

2.2.1. Fórmula química de la glicerina.



2.2.2. Propiedades físicas y químicas de la glicerina.

Líquido, incoloro e inodoro, con un sabor dulce. Tiene un punto de ebullición de 290 °C y un punto de fusión de 18 °C. Es soluble en agua en cualquier proporción, y se disuelve en alcohol, pero es insoluble en éter y muchos otros disolventes orgánicos.

También se aborda el tema del biodiesel, ya que, la glicerina utilizada en este estudio, es un subproducto de este proceso de transesterificación.

2.2.3. Obtención del biodiesel.

El biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como vegetales o grasas animales, nuevas o usadas. El prefijo bio hace referencia a su naturaleza renovable y biológica; mientras que diésel se refiere a su uso en motores de este tipo.

El biodiesel se obtiene tras la reacción de transesterificación que consiste químicamente en tres reacciones reversibles y consecutivas. El triglicérido es convertido consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina. (*Figura 5, Anexo 1, pág. 3*) En cada reacción un mol de éster metílico es liberado. *Ormaz, Jennifer (2010), pág. 5.*

2.2.3.1. Glicerina como subproducto del biodiesel.

En la síntesis del biodiesel, se forman entre el aceite y el alcohol, normalmente metílico, ésteres en una proporción aproximada del 90% más un 10% de glicerina. Tal porcentaje de producción sumado a los requisitos mínimos en materia de energías renovables marcadas por el marco europeo, hacen que la producción de glicerina no haga más que ir en aumento. *Ormaz, Jennifer (2010), pág. 5.*

Esta glicerina tiene un valor económico positivo y su comercialización forma parte de la rentabilidad del biodiesel. A nivel mundial, el mercado de la glicerina es relativamente pequeño, con una producción mundial en torno a 0,8 millones de toneladas, según datos del Institut Français du Pétrole (IFP), de las cuales unas 100.000 provienen de la producción de biodiesel.

La glicerina se enfrenta a un reto de investigación y desarrollo de cara a tener una salida para la misma en caso que como es previsible su producción (como subproducto de la reacción de transesterificación) aumente significativamente en los próximos años. Por ello, se están estudiando nuevas salidas y aplicaciones al producto final o bien, se está trabajando para encontrar nuevas aplicaciones en las que ésta actúe como materia prima química. *Ormaz, Jennifer (2010), pág. 6.*

2.2.4. Aplicaciones de la glicerina.

La glicerina tiene una amplia variedad de aplicaciones, tales como:

a) Cuidado personal.

- Para la piel funciona como emoliente, humectante y lubricante.
- Para piernas y pies cansados.
- Manos secas.

2.2.3.1. Glicerina como subproducto del biodiesel.

En la síntesis del biodiesel, se forman entre el aceite y el alcohol, normalmente metílico, ésteres en una proporción aproximada del 90% más un 10% de glicerina. Tal porcentaje de producción sumado a los requisitos mínimos en materia de energías renovables marcadas por el marco europeo, hacen que la producción de glicerina no haga más que ir en aumento. *Ormaz, Jennifer (2010), pág. 5.*

Esta glicerina tiene un valor económico positivo y su comercialización forma parte de la rentabilidad del biodiesel. A nivel mundial, el mercado de la glicerina es relativamente pequeño, con una producción mundial en torno a 0,8 millones de toneladas, según datos del Institut Français du Pétrole (IFP), de las cuales unas 100.000 provienen de la producción de biodiesel.

La glicerina se enfrenta a un reto de investigación y desarrollo de cara a tener una salida para la misma en caso que como es previsible su producción (como subproducto de la reacción de transesterificación) aumente significativamente en los próximos años. Por ello, se están estudiando nuevas salidas y aplicaciones al producto final o bien, se está trabajando para encontrar nuevas aplicaciones en las que ésta actúe como materia prima química. *Ormaz, Jennifer (2010), pág. 6.*

2.2.4. Aplicaciones de la glicerina.

La glicerina tiene una amplia variedad de aplicaciones, tales como:

a) Cuidado personal.

- Para la piel funciona como emoliente, humectante y lubricante.
- Para piernas y pies cansados.
- Manos secas.

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

b) Manufactura industrial.

- Preparación de plastificantes, lubricantes, anticongelantes y solventes.

c) Cocina.

- Agente para disolver colorantes y saborizantes.
- Agente conservador en la preparación de conservas y mermeladas.
- En la fabricación de pasteles, glaseados y caramelos.

d) Otros usos.

- Agente de limpieza y abrillantador de superficies.
- Preparación de diversos medicamentos.
- Como materia prima en la elaboración de cosméticos.
- Como base de lociones.

Asimismo se estudia el fruto del árbol *Enterolobium cyclocarpum* cuyo nombre común es árbol de Guanacaste por dos razones: uno porque forma espuma cuando se macera y se diluye en agua y dos es de fácil acceso, ya que, se encuentran: en el pabellón previo detrás del departamento de Danza y el previo cerca del pre-escolar Arlen Siu ubicados en la UNAN-Managua. (*Pre-tratamiento para el fruto del árbol de Guanacaste, Anexo 2, pág. 2*)

2.3. Árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). (Lámina 1, Anexo 2, pág. 1).

El árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), es un árbol tradicionalmente apreciado por los campesinos, por ser un árbol de múltiples usos con importante potencial forrajero y maderero, pertenece a la familia: Leguminosae, Mimosoideae; comúnmente se conoce con el nombre de árbol de Guanacaste, este nombre proviene de dos palabras del náhuatl *quauh*: árbol y *nacastl*: oreja, refiriéndose a la forma de su fruto.

En general el árbol crece 30 m de altura y hasta 3 m de diámetro a la altura del pecho. La corteza es lisa a ligeramente fisurada color gris claro a pardusco. Las hojas son compuestas, bipinadas, alternas con 5 a 15 pares de pinas y cada pina con 20 a 30 pares de hojuelas. Frutos en vainas enroscadas, leñosas, lustrosas, indehiscentes de color café claro a oscuro cuando el madura, asemejándose a la forma de una oreja humana y conteniendo 10 a 15 semillas ovoideas y aplanadas. *Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (1995) pág.45.*

2.3.1. Distribución.

Es nativo de América encontrándose desde México a través de Centroamérica, Cuba y Jamaica hasta el norte de América del sur. En Nicaragua se le encuentra ampliamente distribuido por el territorio nacional, específicamente en la región del pacífico y central. Ha sido introducido en Asia y otros países tropicales. *Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (1995), pág.45.*

2.3.2. Frutos del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).

Los frutos del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) consisten de unas vainas brillantes y de color marrón oscuro que se enroscan a lo largo de uno de los bordes, dándole una apariencia semejante a la de una oreja humana. Los frutos tienen de 7 a 12 cm de diámetro y contienen de 8 a 16 semillas; se maduran durante el año en que se forman y caen a la superficie en marzo y abril. Los frutos contienen una pulpa melosa que las hacen muy atractivas y son consumidas por las vacas y otros animales de pasto en grandes cantidades.

Por otra parte, el fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) contiene saponinas, que son un grupo de glucósidos amorfos coloidales muy hidrosolubles que producen espuma cuando se agita la solución acuosa y que son

excelentes agentes emulsionantes. Las saponinas tienen sabor acre y en polvo producen estornudos. *Gennaro, Alfonso (2003), pág. 477.*

Las agluconas se suelen preparar por hidrólisis catalizada por ácido y se denominan sapogeninas. Según la estructura de la genina, sapogenina o grupo aglicón, se conocen 2 tipos de saponinas: esteroides, como la digitonina y triterpenoides, como la esculina. Generalmente las geninas están unidas a una porción glucídica de 1 a 5 moléculas de azúcar (glucosa, fructosa, galactosa, entre otros).

Muchas saponinas son muy tóxicas y se denominan sapotoxinas. Por lo general las saponinas ejercen una poderosa acción hemolítica sobre los eritrocitos; se han usado como venenos para peces. *Gennaro, Alfonso (2003), pág. 477.*

Las **saponinas esteroides** no están tan ampliamente distribuidas en la naturaleza, como los triterpenoides; las saponinas esteroidales abundan especialmente en las monocotiledóneas: Dioscoraceae, Amarylidacea, Agavaceae y Liliaceae y algunas especies como *Strophantus* y *Digitalis*.

Sin duda la más útil de todas las sapogeninas esteroides es la Diosgenina, que se encuentra en diversas especies de Dioscorea; este metabolito está disponible en grandes cantidades (5 a 10%) en las rizomas de estas plantas y es utilizado como materia prima en el proceso industrial de fabricación de cortisona y hormonas sexuales como la progesterona.

Las **saponinas triterpenoides**, al contrario que los esteroides, son raras en las monocotiledóneas. Son abundantes en algunos dicotiledóneas, como las cariofiláceas, sapindáceas; poligaleceas, sapotaceas entre otros. *Anaya, Ana (2003), pág. 56.*

Algunas saponinas triterpenoides son: la aescina (*Aesculus*), la aralina (*Aralia*), la caléndula-saponina, el guayaco-saponina y el ácido glicirrónico.

Además del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), las saponinas se encuentran en una gran variedad de árboles, como por ejemplo: el palo de jabón, la yedra el piñón, entre otros árboles. (Tabla 1, Anexo1, pág. 4).

2.3.3. Usos del árbol *Enterolobium cyclocarpum*.

A continuación se mencionaran algunos usos del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).

a) Madera: presenta albura de color amarillo pálido y duramen castaño, textura media a gruesa, superficie poco brillante, olor y sabor no característicos. Puede utilizarse en muebles, acabados interiores, canoas, botes, contrachapados, chapas decorativas, ruedas de carretas, carpintería en general.

b) Forraje: normalmente el ganado come bien las vainas, pero solamente las hojas cuando hay escasez de pasto, las cabras también comen hojas y vainas y los caballos eventualmente comen las vainas.

c) Ornamental: Es una especie muy utilizada como ornamental por su sombra, aspecto majestuoso y belleza. En Nicaragua ha sido tradicionalmente plantado en parques, calles, a orillas de caminos y carreteras, patios urbanos y fincas.

Por otra parte se mencionará la filosofía Taguchi, ya que, se tomó en cuenta a la hora de realizar los experimentos sobre la obtención de los jabones de tocador.

2.4. Filosofía Taguchi.

El ingeniero japonés Geniche Taguchi desarrollo su propia filosofía y métodos de ingeniería de calidad desde la década de los años cincuenta. Fue a

partir del éxito de los japoneses en industria tan importantes como la automotriz y la electrónica que occidente comienza a fijarse en los métodos utilizados por ellos.

Taguchi establece que pueden emplearse métodos de diseño experimental para hallar un mejor diseño del producto y/o del proceso. Se basa en decir que experimento del proceso de fabricación, sea insensible a los cambios de las condiciones ambientales y que al mismo tiempo tenga el menor costo de fabricación, siempre y cuando sea un buen producto. *Gutiérrez Pulido, H & de la Vara Salazar (2004), págs. 363-364.*

La propuesta Taguchi se ha dado en llamar Diseño Robusto de Parámetros. El término parámetro, se refiere a los parámetros del sistema. Un producto o un proceso son robustos cuando su funcionamiento sea consistente al exponerse a las condiciones cambiantes del medio.

El objetivo del método Taguchi es lograr productos y procesos robustos frente a las causas de la variabilidad que hacen que las características funcionales de los productos se desvíen de sus valores óptimos, provocando costos de calidad.

El significado de la palabra robusto es en el sentido de hacer el proceso o producto insensible o resistente a factores de ruido que no se puedan controlar, encontrando la combinación de niveles de los factores de proceso que si se pueden controlar, en la cual el efecto de dichos factores de ruido es mínimo.

Brevemente se hará un resumen sobre la tesis y trabajo de graduación de como calcular los parámetros de calidad en un jabón de tocador. No todos los parámetros se lograron calcular, debido a que usaban reactivos como el éter de petróleo que son difíciles de conseguir por su precio, entre otros factores.

2.5. Resumen de tesis, para determinar los parámetros de calidad en jabones de tocador.

El informe de tesis, control de calidad de jabones de tocador mediante análisis fisicoquímicos y evaluación de su rendimiento, tiene como principal objetivo evaluar si los jabones de tocador que se comercializan en el mercado guatemalteco cumplen las especificaciones fisicoquímicos establecidas por la norma COGUANOR NGO 30 016. Los análisis químicos practicados fueron alcalinidad, insolubles en alcohol, ácidos grasos totales y grasa total; entre los análisis físicos que se les realizó se encuentran: pruebas de espuma, mushing y cracking.

Por otra parte la siguiente tesis, tuvo como finalidad proponer la formulación de un jabón medicinal a base de extractos naturales de: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca DC* (Aceituno) y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*. Se utilizaron las hojas secas y pulverizadas de *Myroxylon balsamum* y *Simarouba glauca DC* por separado para obtener extractos por maceración etanólica utilizando diferentes tiempos de maceración (24, 48 y 72 horas).

Los parámetros de calidad utilizados en este trabajo de graduación son los siguientes: pH, color, olor, untuosidad, adherencia, apariencia, homogeneidad y formación de espuma, según el Manual de Análisis de Cosméticos Newburger's y la Farmacopea de los Estados Unidos USP 30.

Apartado III

Diseño Metodológico

3.1. Tipo de estudio.

Experimental: porque se comprobará la hipótesis planteada, a través de la Operacionalización de las variables de estudio.

Transversal: porque la variable se mide una sola vez en un corte en el tiempo, es decir en el I trimestre del año 2014.

Cuantitativo: debido, a que las variables de interés son cuantificadas, es decir se medirán a través de los recursos tecnológicos disponibles para la investigación.

3.2. Descripción del ámbito de estudio.

El estudio se realizó en la UNAN-Managua, departamento de Química, pabellón 1, que cuenta con 3 laboratorios 101, 103 y 107 junto con una bodega de almacenamiento para reactivos, administrada por dos licenciadas y una alumna ayudante. A partir del mes de Mayo 2013 hasta Abril 2014.

3.3. Universo.

El universo está constituido por 16 jabones de glicerina obtenidos por el método de saponificación con NaOH en el laboratorio 101 del departamento de Química, más el jabón de tocador PROTEX, comprado en cualquier pulpería, mercados, supermercados de la ciudad de Managua.

3.3.1. Muestra.

La selección de la muestra de estudio está constituida por los 16 jabones por dos razones: la primera porque no es un universo extenso y la segunda razón porque el programa Minitab así lo requiere. Más el jabón de tocador PROTEX.

3.3.2. Criterios de inclusión.

Se incluyeron todos los jabones con las mismas condiciones operacionales (*Tabla 2, Anexo 1, pág. 5*). Más el jabón de tocador PROTEX.

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

3.3.3. Criterios de exclusión.

No se excluyeron los jabones.

3.4. Variables.

3.4.1. Enumeración de las variables.

a) Variables independientes.

Saponina.

[NaOH].

Colofonia.

b) Variable dependiente.

Espumabilidad.

Durabilidad.

Neutralidad.

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol *Enterolobium cyclocarpum* y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de tocador terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala/valor de medición	Tipo de variable
Variables Independientes	Saponina	Grupo de glucósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de esta.	Sustancia del fruto del árbol <i>Enterolobium cyclocarpum</i> en formar espuma	Prueba de espuma	Alta 15 mm Baja 5 mm Ordinal
	[NaOH]	Es deliquescente, absorbiendo vapor de agua y el dióxido de carbono. Es extremadamente corrosivo.	Sustancia básica para la saponificación	Titulación ácido-base	- Ordinal
	Colofonia	Resina sólida, que se obtiene del <i>Pinus caribea</i> y el <i>Pinus palustris</i> . Es una mezcla compleja de ácidos orgánicos.	Sustancia que le otorga al jabón peso	Titulación ácido-base	- Ordinal
Variables Dependientes	Espumabilidad	Agregación íntimamente empaquetada de burbujas de gas, separadas entre sí por líquido.	Muestra el comportamiento del jabón en distintas aguas de lavado.	Índice de Espuma	Alta 8mL Baja 3mL Ordinal
	Durabilidad	Es el rendimiento del jabón a largo plazo.	Muestra si un jabón se disuelve con mayor o menor facilidad	% de Humedad	Alta 15% Baja 2% Ordinal
	Neutralidad	Es cuando un jabón de tocador limpia la piel sin lastimarla.	Muestra los efectos dañinos sobre la piel	Cintas de pH	Básico 8-11 Neutro 7 Ordinal

3.5. Materiales y Métodos.

3.5.1. Materiales para recolectar la información.

Se recolectó información acerca del método de saponificación y materias primas a utilizar, como saponinas, glicerina entre otras, en libros, tesis e internet, se procedió a utilizar 2 veces a la semana por un período de 5 meses el laboratorio 101 del departamento de química de la UNAN-Managua, para realizar el experimento y recolectar información de las muestras de los jabones.

3.5.2. Materiales para procesar la información.

Para aplicar correctamente el método de saponificación con NaOH se utilizó la herramienta de diseño de experimento Minitab, que comprende la "Metodología Taguchi" (*Anexo 1, pág. 5, 6*) para escoger la cantidad correcta de materia prima en la obtención del jabón de glicerina. Dentro de este programa, se realizaron los cálculos estadísticos, tales como promedio, desviación estándar y señal/ruido, también se realizaron las gráficas de efectos principales para el estadístico señal/ruido y de efectos principales para medias.

Se elaboró una tabla simple en Microsoft Word 2010 para agrupar los datos de la revisión olfativa y sensorial de los jabones de glicerina obtenidos y escoger la respectiva muestra a analizar (*Tabla 4, Anexo 1, pág. 7*). También se utilizó Microsoft Excel 2010 para elaborar gráficos. Así como también Microsoft PowerPoint 2010 para realizar las diapositivas de defensa de seminario de graduación.

3.5.3. Métodos

3.5.3.1. Método de saponificación con NaOH.

El método de saponificación con NaOH, se basa en una reacción química entre un aceite orgánico, que contiene ácidos grasos, con un álcali para formar jabón.

a) Materiales. (Tabla 5, Anexo 1, pág.8).

La cristalería del laboratorio del departamento de Química utilizada en este experimento, son de dos clase tipo A y tipo B, debido a que si un alumno en particular dañaba una probeta o Erlenmeyer tipo A y la reemplazaba con cristalería tipo B, se utilizaban ambos tipos (A y B).

b) Reactivos. (Tabla 5, Anexo 1, pág.8).

El hidróxido de sodio al 45% utilizado en este experimento, se compró en ELQUINSA, electroquímica de Nicaragua, S.A. ubicado en Bolonia. No es grado reactivo, ya que, el envase no venía sellado.

La colofonia se compró, por libra en la distribuidora Mayorga, ubicada en el Mercado Oriental, tampoco es grado reactivo.

La glicerina bruta, proviene del Matadero Central, S.A. ubicado en Juigalpa, Chontales, proporcionada por el PhD. Danilo López.

Las saponinas provienen del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Este fruto se recolectó en los meses de Marzo a Junio 2013, en el pabellón previo detrás del departamento de Danza y el previo cerca del pre-escolar Arlen Siu ubicados en la UNAN-Managua.

La esencia de kiwi se compró en Global Productos, ubicado en el Mercado Roberto Huembés.

Paso 1. Separación de la glicerina del biodiesel y metanol.

Según PhD. Danilo López, docente del Departamento de Química de la UNAN-Managua.

1. La botella que contenía la glicerina bruta, junto al biodiesel y metanol, se agitó vigorosamente y se vertió en un embudo de separación de 500 mL y se dejó reposar por un periodo de 45 min.
2. Cuando se formaron 2 capas, se procedió a medir en un Beaker de 1000 ml exactamente 300 ml de la capa más densa (capa inferior) que contiene ácidos grasos y triglicéridos, la capa superior que contiene biodiesel y metanol, se regresa a la botella que contiene la glicerina bruta.
3. Luego en una plancha de calentamiento se colocó el Beaker con 300 ml de glicerina a una temperatura de 90°C, con una agitación de 600 r.p.m, para evaporar el metanol restante (también se encuentra en la capa inferior), esto se realizó hasta que el volumen de 300 ml llegó a 250 ml (esto duró aproximadamente 30 min) a una temperatura de 80°C.

Paralelamente al paso 1 (Separación de la glicerina del biodiesel y metanol), se tomó 3 frutos del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) cantidad suficiente para la obtención del jabón, se colocaron una panita de plástico con 200 mL de agua destilada, se maceraron los 3 frutos enteros, con las manos hasta obtener una masa uniforme. Luego se coló en un Beaker de 50 mL aguardando el paso 2.

Paso 2. Saponificación.

Una vez finalizado la evaporación, se procedió a agregar la materia prima (colofonia, NaOH, saponinas y esencia de kiwi) a los 250 mL de glicerina (ya separada del biodiesel y del metanol) según las condiciones operacionales del

diseño estadístico de experimento: "Metodología Taguchi" (*Tabla 2, Anexo 1, pág. 5, 6*).

Es decir, en la tabla 2, se proponen las condiciones operacionales para obtener el jabón de glicerina.

Dónde:

Nivel 1: bajo

Nivel 2: alto

Y en la tabla 3 (*Anexo1, pág.6*), se indican las cantidades en mL, gramos, gotas, de materias primas (colofonia, NaOH, saponinas y esencia de kiwi), así como el tiempo en minutos y temperatura en grados Celsius para el método de saponificación.

Por ejemplo:

NaOH, nivel 1: bajo, 10mL

Colofonia, nivel 2: alto, 10 g

Saponinas, nivel 1: bajo, 10 mL

Esencia de Kiwi, nivel 2: alta, 20 gotas

Paso3. Secado.

Se elevó la temperatura en la plancha de calentamiento a 180 °C para la eliminación de la humedad.

3.5.3.2. Metodología analítica para la determinación de los parámetros de calidad de un jabón de tocador al jabón de glicerina obtenido.

Se utiliza en la evaluación cuantitativa de humedad, neutralidad y espumabilidad, con el propósito de elaborar un diagnóstico de calidad sobre un determinado jabón.

3.5.3.2.1. Determinación de pH.

Se utiliza para medir el pH de los jabones y constatar si son ácidos, neutros y básicos y verificar el efecto dañino sobre la piel.

Medición del pH.

Según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca DC* (Aceituno), elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

- Medir en una balanza 1.0 gramo de jabón.
- Disolver en un Beaker de 50mL, 1.0 g de jabón medido, en 50 mL de agua destilada.
- Utilizar cintas de pH.
- Anotar la lectura.

3.5.3.2.2. Índice de espuma.

Muestra el comportamiento del jabón en distintas aguas de lavado.

Medición del índice de espuma. (Fig. 6, Anexo 1, pág. 9)

Según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador);

3.5.3.2. Metodología analítica para la determinación de los parámetros de calidad de un jabón de tocador al jabón de glicerina obtenido.

Se utiliza en la evaluación cuantitativa de humedad, neutralidad y espumabilidad, con el propósito de elaborar un diagnóstico de calidad sobre un determinado jabón.

3.5.3.2.1. Determinación de pH.

Se utiliza para medir el pH de los jabones y constatar si son ácidos, neutros y básicos y verificar el efecto dañino sobre la piel.

Medición del pH.

Según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca* DC (Aceituno), elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

- Medir en una balanza 1.0 gramo de jabón.
- Disolver en un Beaker de 50mL, 1.0 g de jabón medido, en 50 mL de agua destilada.
- Utilizar cintas de pH.
- Anotar la lectura.

3.5.3.2.2. Índice de espuma.

Muestra el comportamiento del jabón en distintas aguas de lavado.

Medición del índice de espuma. (Fig. 6, Anexo 1, pág. 9)

Según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador);

Simarouba glauca DC(Aceituno) y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*", elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

- Medir en una balanza 1.0 gramo de jabón.
- Disolver en un Beaker de 50mL, 1.0 g de jabón medido, en 50 mL de agua destilada.
- Verter en una probeta de 250 mL, los 50 mL de agua destilada con el jabón disuelto.
- Agitar por 15 minutos.
- Medir la cantidad de espuma producida.

$$\text{Cálculos: } \frac{V_f}{V_i} \times 100 = \text{Índice de Espuma}$$

Dónde:

V_f : volumen final de espuma generada en la probeta

V_i : volumen inicial de agua con jabón sin hacer espuma.

3.5.3.2.3. Determinación del % de humedad.

Muestra si un jabón se disuelva con mayor o menor facilidad.

Medición del % de humedad.

Según la tesis "Control de calidad de jabones de tocador y evaluación de su rendimiento" elaborado por Catalina Quevedo, en la ciudad de Guatemala.

- Primeramente se medirá la masa de la muestra húmeda.
- Luego se colocará en una estufa a 107° C.
- Después se medirá la masa de la muestra seca.

$$\text{Cálculos: } \% \text{ Humedad } \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Dónde:

m_1 : masa de la muestra.

m_2 : masa de la muestra seca.

Medición de la variable saponinas. (Fig. 7, Anexo 1, pág. 10).

Tomado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Saponina>

- Se mide 19.8 g del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) en una balanza, se maceran con las manos y se diluyen en 150 mL de agua destilada.

-Luego tomar 1 mL de solución en una probeta de 10 mL, agitar vigorosamente por 30 segundos y dejar en reposo durante 15 minutos. La proporción de saponinas se mide (utilizar papel milimetrado) de acuerdo a la altura de la espuma sobrenadante, así:

Altura de menos de 5 mm = no se detectan saponinas.

Altura de 5-9 mm = contenido bajo.

Altura de 10-14 mm = contenido moderado.

Altura mayor de 15 mm = contenido alto.

Medición de la variable NaOH.

Tomado del libro: Química. La ciencia central.

- Titular con HCl 1 molar en un matraz de aforo de 250 mL.
- Hacer tres réplicas de 10 mL de NaOH más 25 mL de agua destilada en tres Erlenmeyer de 50 mL cada uno.
- Agregar 5 gotas de rojo de metilo.
- Anotar los resultados.

Cálculo 1: $n = (M)(V)$

Dónde:

M: molaridad de la muestra.

n: número de moles.

V: volumen gastado de HCl.

Cálculo 2: $M = \frac{n}{V}$

Dónde:

M: molaridad de la muestra.

n: número de moles.

V: volumen de la muestra a titular de NaOH.

El presente trabajo se realizó a partir de muestra por el método de saponificación con NaOH, para determinar la cantidad de saponina presente en el fruto del árbol de Guadalupe. El estudio se realizó en el laboratorio de análisis y determinación de los parámetros de calidad del jabón en formato de tesis de grado, en el laboratorio del departamento de Química de la UPRN.
 Managua, Abril 2014.

4.1. Resultados.

Los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de parámetros de calidad como son índice de saponina, cifras de pH y porcentajes de humedad.

Tabla 1. Parámetros de calidad.

PARÁMETROS DE CALIDAD			
No. de experimento	pH	Índice de saponina	% humedad
1	12	2.2	1.6
2	12	2.10	2.10
3	12	2.3	2.55
4	12	3.2	1.61
5	12	3.2	2.6
6	12	3.8	3.3
7	12	3.4	4.2
8	12	3.3	2.5
9	12	3.7	2.6
10	12	3.5	2.4
11	12	3.6	1.0
12	12	3.6	2.0
13	12	3.4	2.7
14	12	3.6	2.7
15	12	3.4	2.5
16	12	3.8	13.6
PROTEA	12	3.0	7.2

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

4.1. Resultados.

Estos resultados se obtuvieron a través de la aplicación de parámetros calidad como son: índice de espuma, cintas de pH y porcentaje de humedad.

Tabla 1. Parámetros de calidad.

PARÁMETROS DE CALIDAD			
N ^o de experimento	pH	Índice de Espuma (mL)	% humedad
1	9	3.2	1.5
2	8	3.6	2.10
3	9	2.8	0.88
4	8	3.2	1.61
5	8	3.2	2.5
6	8	3.6	3.3
7	8	3.4	2.2
8	8	3.6	2.5
9	8	3.2	2.8
10	9	3.6	2.4
11	8	3.6	1.0
12	9	3.6	2.0
13	8	3.4	5.2
14	9	3.6	7.7
15	8	3.4	9.5
16	9	3.6	13.6
PROTEX	9	3.8	7.2

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

Con respecto a los datos comparativos, todos los jabones de glicerina obtenidos están dentro del rango de especificación del pH, junto con el jabón de tocador PROTEX, según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca* DC(Aceituno) y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*", elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

En cuanto al índice de espuma también están en el rango de especificación, junto con el jabón de tocador PROTEX, según el trabajo de graduación "Fabricación de jabones medicinales a partir de los extractos naturales: *Myroxylonbalsamum* (Bálsamo de El Salvador); *Simarouba glauca* DC(Aceituno) y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*", elaborado por Cristy Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

Con respecto al porcentaje de humedad el jabón número 16 con un valor de 13.6 % obtuvo el valor más alto, según la tesis "Control de calidad de jabones de tocador y evaluación de su rendimiento" elaborado por Catalina Quevedo, en la ciudad de Guatemala.

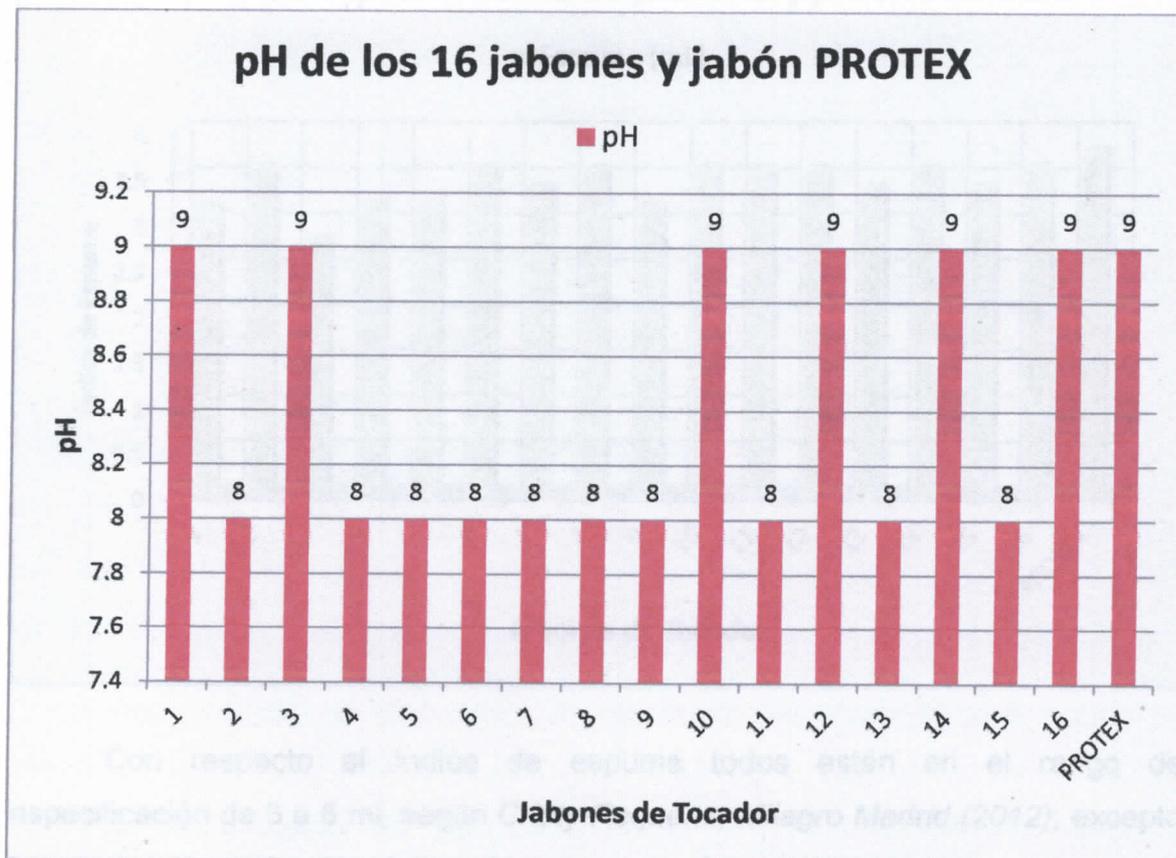
Tabla 2. Datos comparativos de los jabones de glicerina con el tocador PROTEX.

Parámetro	Especificación	Jabón								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
pH	7.0- 11.0	9	8	9	8	8	8	8	8	
Índice de Espuma	3.0- 8.0 mL	3.2	3.6	2.8	3.2	3.6	3.6	3.4	3.6	
% de Humedad	15 +/- 2	1.5	2.10	0.88	1.61	2.5	3.3	2.2	2.5	
Parámetro	Especificación	Jabón								
		9	10	11	12	13	14	15	16	PROTEX
pH	7.0- 11.0	8	9	8	9	8	9	8	9	9
Índice de Espuma	3.0- 8.0 mL	3.2	3.6	3.6	3.6	3.4	3.6	3.4	3.6	3.8
% de Humedad	15 +/- 2 (%)	2.8	2.4	1.0	2.0	5.2	7.7	9.5	13.6	7.2

4.2. Análisis y discusión de resultados.

Los jabones n° 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 15 presentaron un valor de pH igual a 8, en cuanto a los jabones n° 1, 3, 10, 12, 14, 16 obtuvieron un valor de pH igual a 9 y el jabón de tocador PROTEX con un valor de pH igual a 9.

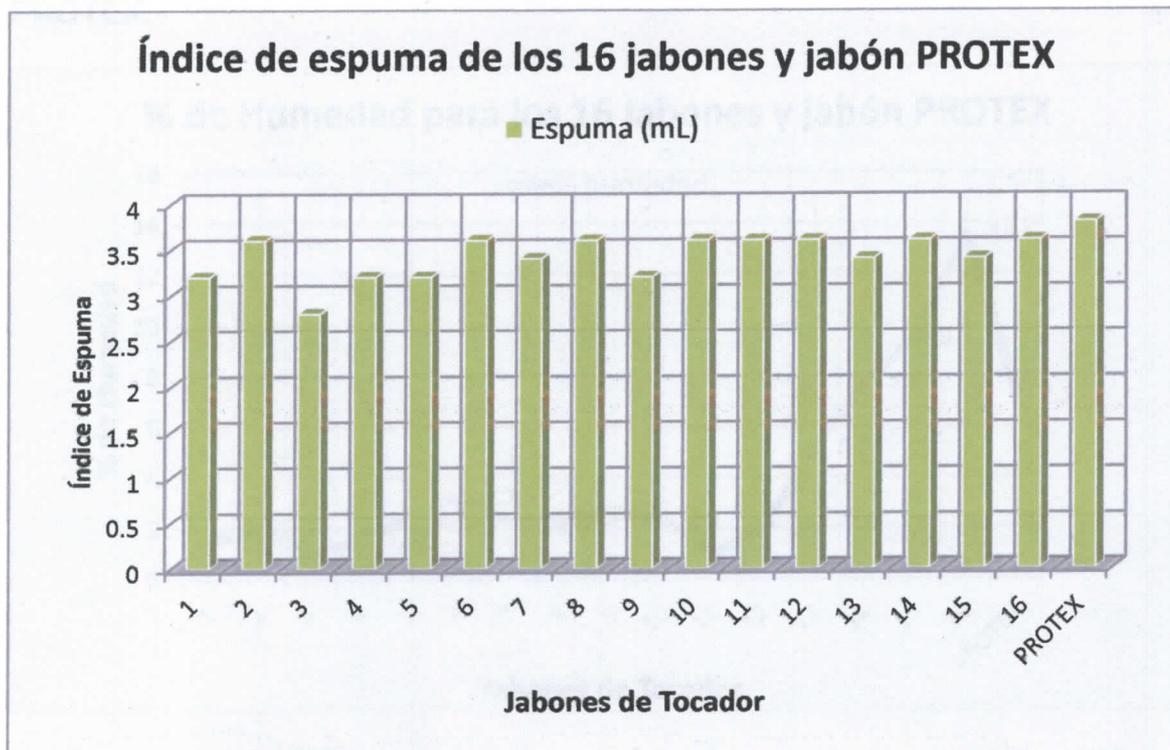
Gráfico 1. pH de los 16 jabones de glicerina y jabón PROTEX.



En cuanto al pH que presentaron los jabones de glicerina se encuentran en el rango de 8 y 9, coincidiendo con el jabón de tocador PROTEX, según *Cristy Requeno; Milagro Madrid (2012), pág. 111*, cuyo rango de especificación esta entre 7.0-11.0, indicativo que los obtenidos en el laboratorio se pueden utilizar como artículo de aseo en las duchas sin lastimar la piel.

El 94.11% de los jabones analizados cumplen con el parámetro índice de espuma, mientras que el 5.88 % no cumple, debido a que sus valores se encuentran por debajo del máximo permitido.

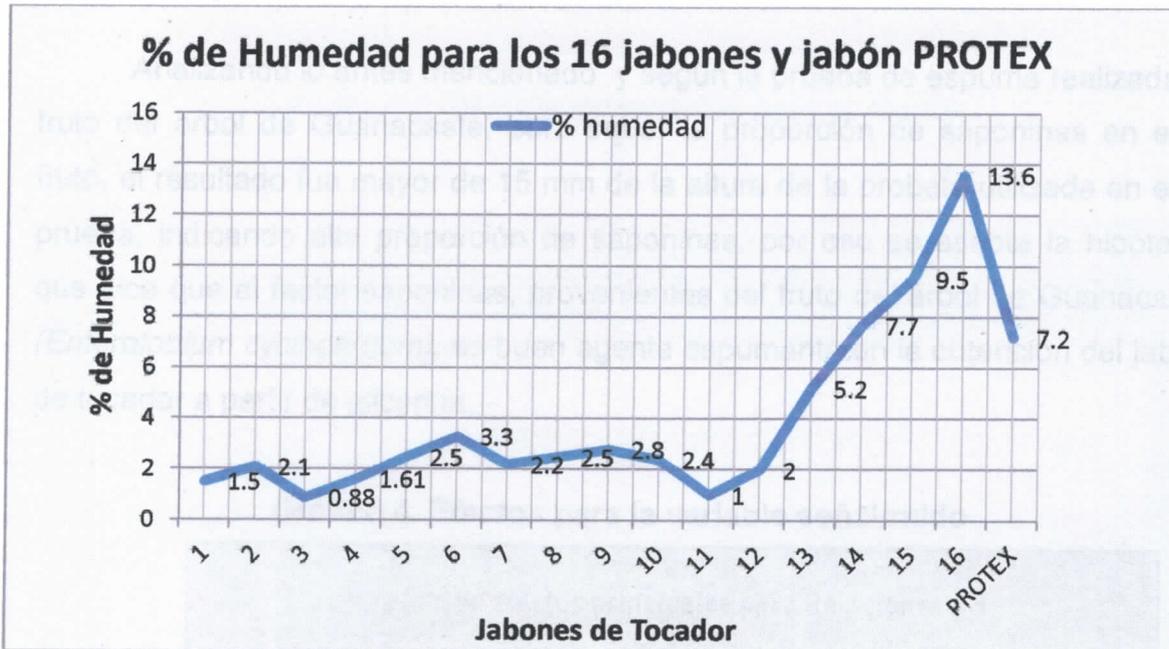
Gráfico 2. Índice de Espuma de los 16 jabones de glicerina y jabón PROTEX.



Con respecto al índice de espuma todos están en el rango de especificación de 3 a 8 ml, según *Cristy Requeno; Milagro Madrid (2012)*; excepto la muestra 3 que tiene un índice de espuma de 2.8 mL. El índice de espumabilidad indica el desempeño de estos jabones en aguas duras, a un mayor porcentaje de espuma mejor el desempeño.

El 5.88 % de los jabones analizados cumplen con el parámetro porcentaje de humedad, mientras que el 94.11% no cumplen, lo que provoca que el jabón se disuelva con mayor facilidad, ocasionando un bajo rendimiento del mismo.

Gráfico 3. Porcentaje de humedad para los 16 jabones de glicerina y jabón PROTEX.



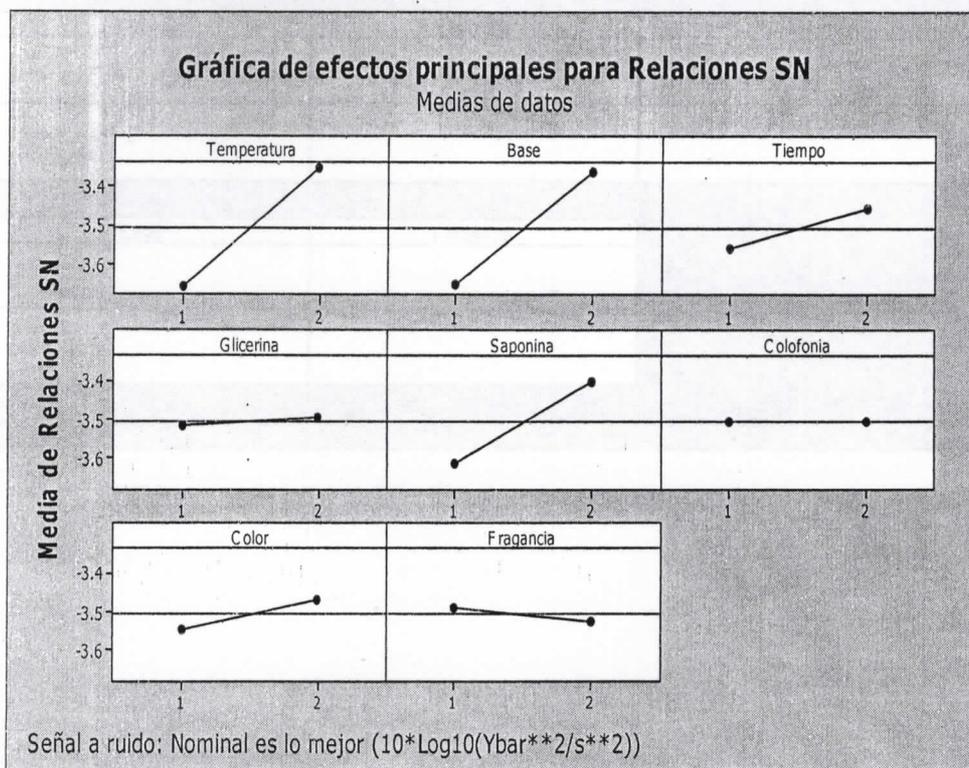
Con respecto al porcentaje de humedad, las muestras que presentan menor porcentaje de humedad son la 3 (0.88 %) y 11(1%) y las de mayor humedad son las muestras 15 (9.5%) y 16 (13.6 %). Aunque los demás jabones están por debajo del rango de especificación, es aceptable, ya que, nos indica que dichos jabones no se disolverán fácilmente al contacto con el agua.

Método Taguchi.

Mediante el método Taguchi se analizaron los resultados de calidad de los jabones de tocador a partir de glicerina, en el siguiente gráfico se observó que los mayores efectos sobre el método de saponificación, provienen de los factores: temperatura, base y saponinas, según indican las pendientes del gráfico.

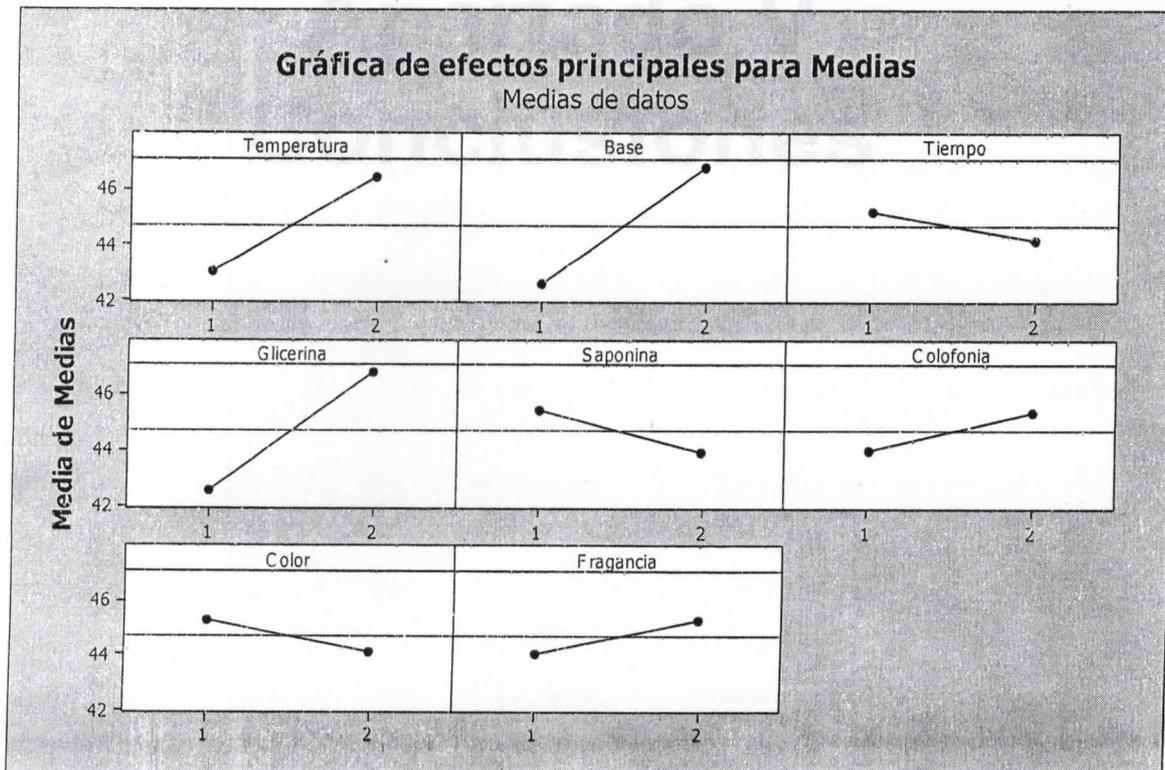
Analizando lo antes mencionado y según la prueba de espuma realizada al fruto del árbol de Guanacaste, para saber la proporción de saponinas en este fruto, el resultado fue mayor de 15 mm de la altura de la probeta utilizada en esta prueba, indicando alta proporción de saponinas, por eso se acepta la hipótesis que dice que el factor saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), es buen agente espumante en la obtención del jabón de tocador a partir de glicerina.

Gráfico 4. Efectos para la variable señal/ruido



En el siguiente grafico se observó que los mayores efectos sobre el método de saponificación, provienen de los factores: temperatura, base y glicerina, eso indican las pendientes del gráfico. El factor glicerina tiene efecto sobre la media, pero no tiene efecto sobre el estadístico señal/ruido, de manera que puede utilizarse como factor de ajuste, que cambia los niveles de operación del proceso para mejorar el jabón de glicerina.

Gráfico 5. Efectos principales para la media.



El jabón obtenido se saponificó a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH en un medio homogéneo de saponina saponada, a través de la ley del índice del índice de Glycerolindex (IG) y se evaluó la calidad de los jabones en función de los parámetros de calidad del jabón de tocador al hacer el jabón terminado en la laboratorio del departamento de Química de la UNAN.

Managua, Abril 2014

3. Conclusiones

El índice de 10 a 15 ml de saponina, indicando que la saponificación del jabón de tocador de *Sideroxylon bicoloratum* es una buena técnica de preparación.

El jabón obtenido a los parámetros de calidad de un jabón de tocador, si 100% de saponina saponada (jabón) a partir de glicerina y el jabón PROTEX (jabón) con el parámetro pH, en cuanto al parámetro índice de espuma el jabón obtenido, así como el 8.25% cumplió con el parámetro porcentual de saponina.

Apartado V Conclusiones

El jabón obtenido a partir de glicerina y el jabón PROTEX, comparado con los jabones de tocador de saponina saponada, están dentro del rango de saponificación (13-17%), según el trabajo de saponificación de jabones medicinales a partir de los extractos de plantas medicinales (Glicerina de El Salvador), *Sideroxylon bicoloratum* DC y su evaluación antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus*, elaborados por Orisly Requeno y Milagro Madrid, en la ciudad de San Salvador.

El índice de porcentaje de humedad, también están dentro del rango (13-17%), según el trabajo "Control de calidad de jabones de tocador y evaluación de su actividad antimicrobiana" elaborado por Carolina Quevedo, en la ciudad de Guatemala, indicando que el método de saponificación con hidróxido de sodio utilizada en este estudio es el correcto, junto con las materias primas orgánicas.

Esta comparación nos indica que la técnica de saponificación con hidróxido de sodio utilizada en este estudio es correcta, junto con las materias primas orgánicas.

La solución propuesta para mejorar el proceso de elaboración del jabón de tocador a partir de glicerina es: Temperatura = 2, NaOH = 2, Saponinas = 2 y el índice de ajuste = 2.

5.2. Recomendaciones.

Realizar futuras investigaciones, donde se plantee la obtención de jabones con distintos tipos de materia orgánica, descartándose así el uso de surfactantes aniónicos que dañan el medio ambiente.

De aquí que lo que se recomienda sea utilizar los factores en sus niveles altos, es decir, hidróxido de sodio igual a 25 mL, temperatura igual a 180°C y saponinas igual a 10 mL; este tratamiento hará más robusto al proceso (menos sensible al efecto de los factores del medio ambiente).

Se recomienda:

- ✓ Hacer uso del pH-metro, para una mejor lectura;
- ✓ Utilizar colorantes naturales liposolubles; y
- ✓ Adicionar la esencia y/o fragancias a una temperatura de 35 °C

Bibliografía

- Austin, G. T. (1992). Jabones y Detergentes. En *Manual de Procedimientos Químicos en la Industria* (págs. 621-648). México: McGraw-Hill.
- Brown, T. L., Lemay, Jr, H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. (2004). Compuestos con un grupo carbonilo. En N. Folchetti, P. Draper, & H. Scott (Edits.), *Química. La ciencia central* (9na en español ed., págs. 1007-1008). México: PEARSON Educación.
- Clark, G. L., & Hawley, G. G. (1961). *Enciclopedia de Química*. Barcelona: Ediciones OMEGA, S.A.
- Gutiérrez Púlido, H., & de la Vara Salazar, R. (2004). Introducción al Diseño Robusto. En *Análisis y Diseño de Experimentos* (1era Edición en Español ed., págs. 362-386). México: McGrawill Intereamericana.
- Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente. (1984). En Servicio Forestal Nacional, Investigación Forestal, & Sección de Ecología Forestal, *Flora arborescente de la ciudad de Managua y sus alrededores*. Managua.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2004). En Fondos para pequeños proyectos, *Estudio de Ramas Industriales: rama jabonería y afines* (págs. 24-25). Managua.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (1995). En Servicio Forestal Nacional, *Especies para reforestación en Managua* (págs. 45-47). Managua.
- Morel, R. L. (2003). *Guía de procedimientos para la elaboración de tesis a nivel de postgrado*. Managua: Universidad Politécnica de Nicaragua (UPOLI).
- Pou, E. (1961). *Fabricación de Lejías y Jabones*. España: EDITORIAL SINTES.

Webgrafía.

- Anaya Lang, A. L. (2003). *Google-Libros*. Recuperado el 22 de Marzo de 2013, de http://books.google.com.ni/books?id=H6j8zaDYSYEC&pg=PA56&dq=saponinas&hl=es&sa=X&ei=GURU6aOEZDmsATF_ICIBQ&ved=0CCMQ6AEwAg#v=onepage&q=saponinas&f=false
- Edward F. (4 de Enero de 2012). *Global Healing Center, salud natural y vida orgánica*. Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de <http://www.globalhealingcenter.net/salud-natural/jabon-organico.html>
- Gennaro, A. R. (2003). *Google-Libros*. Recuperado el 24 de Marzo de 2013, de http://books.google.com.ni/books?id=Av4llsyH-qcC&pg=PA477&dq=saponinas&hl=es&sa=X&ei=l1-rU7_EBPfLsATt04LgCw&ved=0CB0Q6AEwAQ#v=onepage&q=saponinas&f=false
- Junta de Anda Lucía, Fundación "Descubre", Consorcio "Principia, centro de ciencia", & Colegios de Químicos. (s.f.). *Clickmica, preguntas y respuestas*. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <http://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/100-preguntas-100-respuestas/7-cotidiana/158-ique-es-el-jabon>
- Madrid Guzmán, M., & Requeno Ardón, C. (2012). *Ri.ues.edu.sv*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de http://ri.ues.edu.sv/2367/1/FABRICACION_DE_JABONES_MEDICINALES_2.pdf
- Media Kit 2014. (s.f.). *Biodisol. Energías alternativas, energías renovables, energías limpias, bioenergías*. Recuperado el 20 de Mayo de 2014, de <http://www.biodisol.com/biodieel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/la-produccion-de-biodiesel-materias-primas-procesos-calidad/>
- Moreno Amado, M. (2003). *Google-Libros*. Recuperado el 1 de Marzo de 2013, de <http://books.google.com.ni/books?id=VacBRNEiNIAC&pg=PA9&lpg=PA9&q=saponinas+jabones&source=bl&ots=FfRIB45IDi&sig=DkWxFQpbHDm9v-4EHTHEIQv6CIM&hl=es&sa=X&ei=bbWTUfbUMorq8gTck4DIDw&ved=0CGIQ6AEwCw#v=onepage&q=saponinas%20jabones&f=false>

Obtención jabón de tocador a partir de glicerina, por el método de saponificación con NaOH, usando como agente espumante saponinas, provenientes del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y determinación de los parámetros de calidad del jabón de tocador al jabón de glicerina terminado, en los laboratorios del departamento de Química de la UNAN-Managua. Abril 2014.

Ormaz Aznar, J. (2010). *Zaguan.unizar.es*. Recuperado el 21 de Mayo de 2014, de <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUITIZ/2010/5501/TAZ-PFC-2010-434.pdf>

Padrón, M. (2012). *Portal.Facyt.uc.edu.ve*. Recuperado el 5 de Octubre de 2013, de <http://portal.facyt.uc.edu.ve/pasantias/informes/P33912186.pdf>

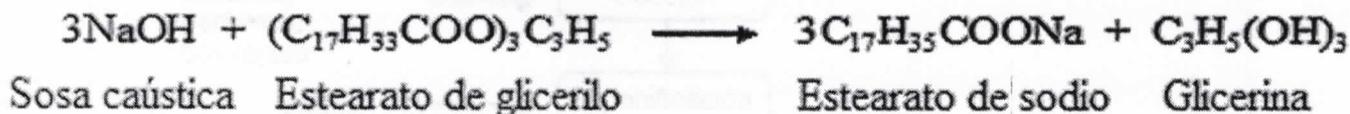
Quevedo Pinto, C. (2000). *Biblioteca.usac.edu.gt*. Recuperado el 1 de Octubre de 2013, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2087.pdf

Socoff, M. (s.f.). *Honduras-Universal*. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de <http://www.angelfire.com/ca5/mas/curio/bd/b01.html>

Wiki media project, & Media wiki. (s.f.). *Wikipedia*. Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Saponina>

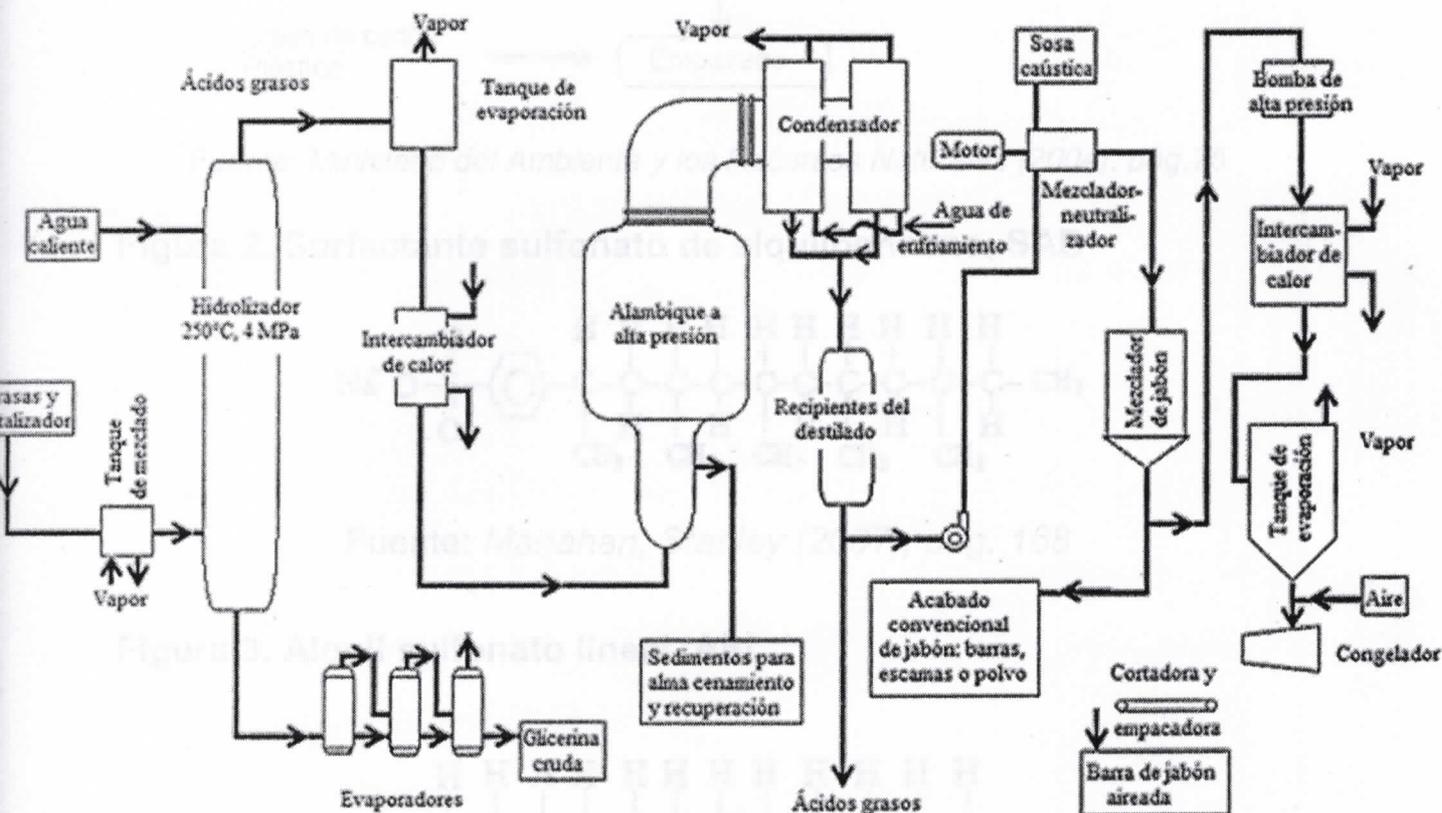
Anexos

Figura 1. Reacción de saponificación.



Fuente: Austin, George (1992), pág.639

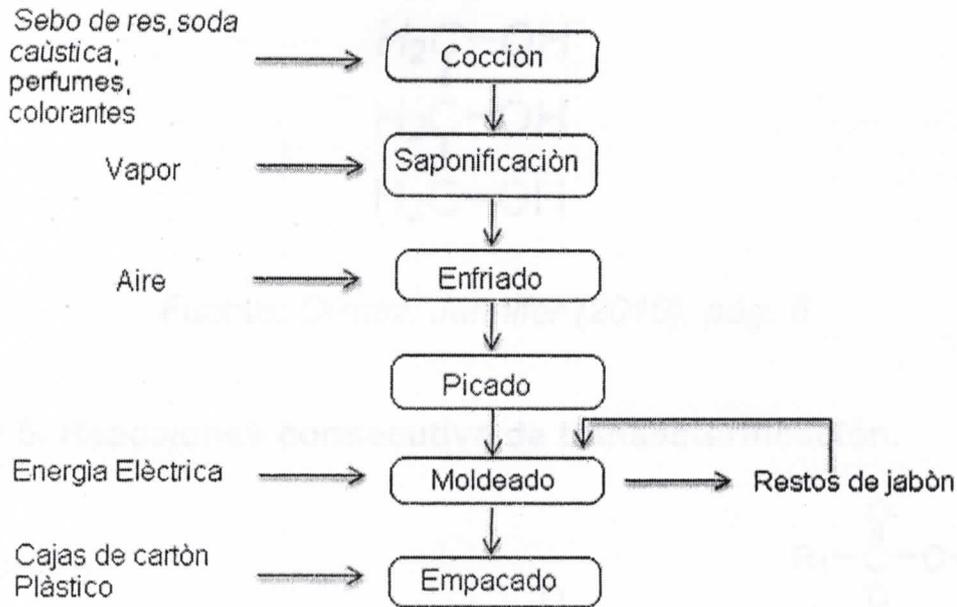
Diagrama de flujo 1. Proceso de la fabricación industrial del jabón.



Fuente: Austin, George (1992), pág.630

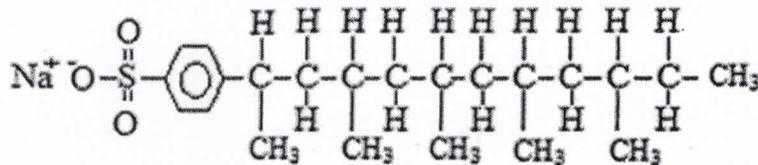
Fuente: Manjhar, Stanley (2007), pág. 185

Diagrama de flujo 2. Proceso de elaboración del jabón sólido.



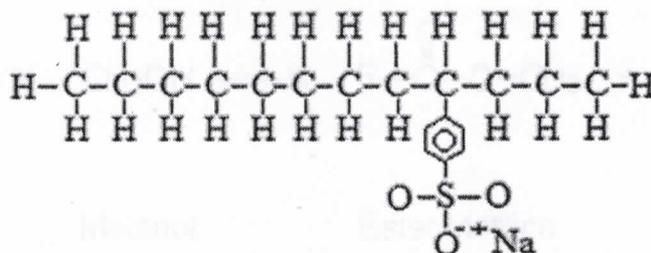
Fuente: *Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (2004), pág.25*

Figura 2. Surfactante sulfonato de alquilbenceno, SAB



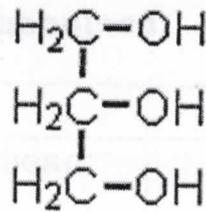
Fuente: *Manahan, Stanley (2007), pág. 168*

Figura 3. Alquil sulfonato lineal, ASL



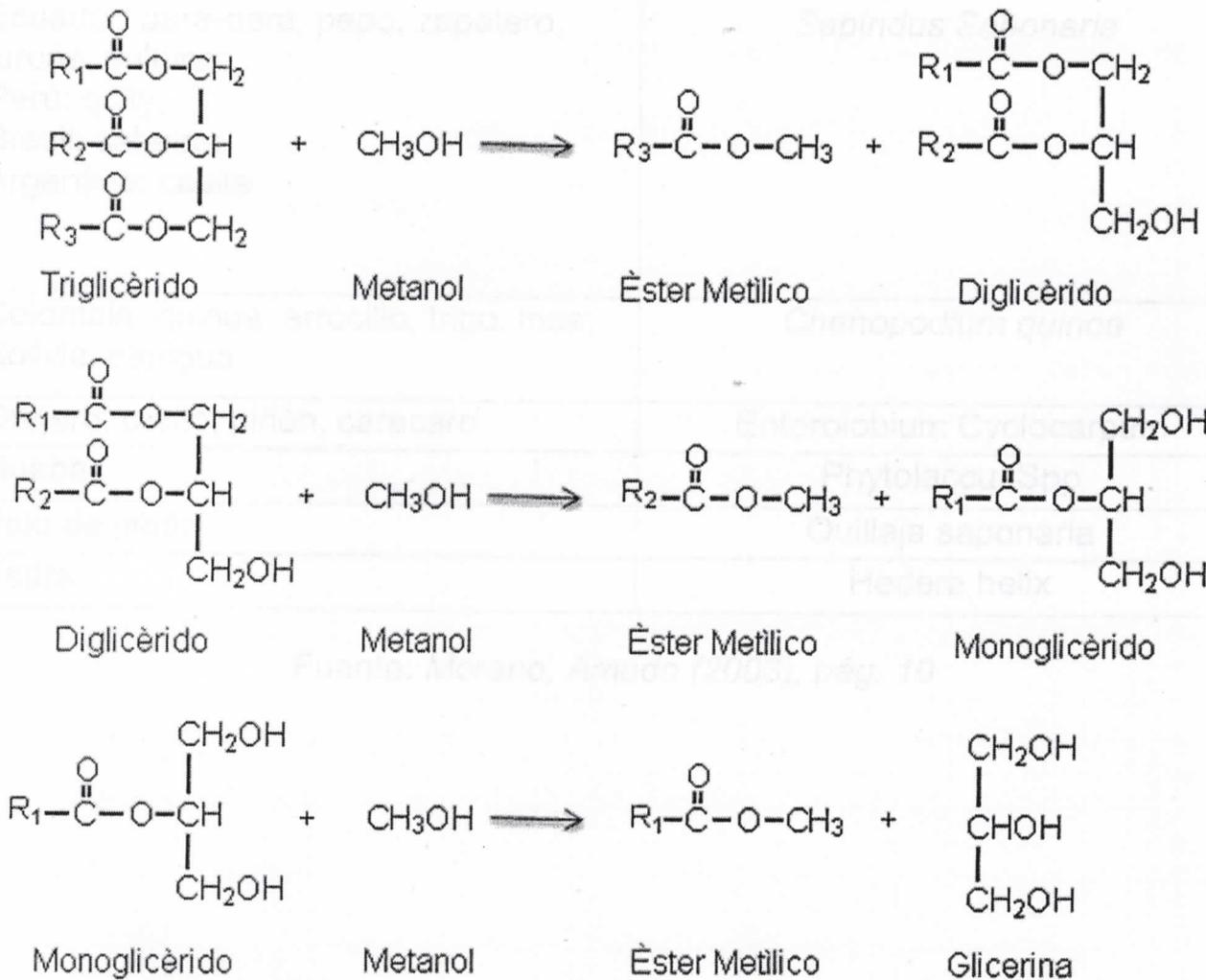
Fuente: *Manahan, Stanley (2007), pág. 169*

Figura 4. Estructura química de la glicerina.



Fuente: Ormaz, Jennifer (2010), pág. 5

Figura 5. Reacciones consecutiva de transesterificación.



Fuente: Media Kit (2014).

Tabla 1. Distribución de Saponinas.

Nombre común	Nombre científico
Augen, en Centroamérica, Yam-bean: "batata habu", "Batata Judía"	<i>Pachyrrhizus erosus</i>
Mate de costa, frijol blanco	<i>Canavalia ensiformis</i>
Estropajo	<i>Luffa cylindrica</i>
Colombia: jaboncillo, chumbimbo, chocho, pepo, michù; Panamá: limoncillo; Ecuador: para-para, pepo, zapatero, jurupe, sulluco; Perú: quity; Brasil: sabeira; Argentina: casita	<i>Sapindus Saponaria</i>
Colombia: quinua, arrocillo, trigo, inca; Bolivia: canigua	<i>Chenopodium quinoa</i>
Orejero, carito, piñòn, caracaro	<i>Entorolobium Cyclocarpum</i>
Guaba	<i>Phytolaccu. Spp</i>
Palo de jabòn	<i>Quillaja saponaria</i>
Yedra	<i>Hedera helix</i>

Fuente: Moreno, Amado (2003), pág. 10

Metodología Taguchi.

Se basa la mejora y optimización de los procesos de producción.

Como primer paso se identifican los factores controlables.

Como segundo paso se identifican los factores de ruido.

Luego se introducen estos datos en el programa Minitab, que realiza un arreglo ortogonal par estos factores.

Después se realizan las corridas que indica el programa Minitab.

Realizar los respectivos análisis.

Y por último identificar el proceso de elaboración del jabón de tocador (a partir de glicerina) más robusto al medio ambiente.

En la tabla 2, se proponen las condiciones operacionales para obtener el jabón de glicerina. Dónde:

Nivel 1: bajo

Nivel 2: alto

Tabla 2. Condiciones Operacionales para obtener el jabón de glicerina.

N° de Experimentos	Temperatura	Base	Tiempo	Glicerina	Saponina	Colofonia	Color	Fragancia
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	2	2	2
3	1	1	2	1	2	1	2	2
4	1	1	2	2	2	2	1	1
5	1	2	1	1	2	2	1	2
6	1	2	1	2	2	1	2	1
7	1	2	1	2	2	1	2	1
8	1	2	2	1	1	2	2	1
9	1	2	2	2	1	1	1	2
10	2	1	1	2	2	1	1	2
11	2	1	1	2	2	1	1	2
12	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	1	2	2	1	1	2	1
14	2	2	1	1	1	1	2	2
15	2	2	1	2	1	2	1	1
16	2	2	2	1	2	1	1	1

Fuente: *PhD. Danilo López, docente del Departamento de Química de la UNAN-Managua.*

Metodología Taguchi.

En la tabla 3 se indican las cantidades en mL, gramos, gotas de materias primas, así como el tiempo en minutos y temperatura en grados Celsius para el método de saponificación.

Nota: las cantidades se agregaran según el nivel 1: bajo y nivel 2: alto, de la tabla 2.

Tabla 3. Materias primas para el método de saponificación con NaOH.

Nº de experimento	Tº (°C)	NaOH (mL)	Tiempo (min)	Glicerina (mL)	Saponina (mL)	Colofonia (g)	Color	Fragancia (Gotas)
1	80	10	30	200	10	5	-	15
2	80	10	30	200	10	10	-	20
3	80	10	45	200	15	5	-	20
4	80	10	45	200	15	10	-	15
5	80	25	30	200	15	10	-	20
6	80	25	30	200	15	5	-	15
7	80	25	45	200	10	10	-	15
8	80	25	45	200	10	-	-	20
9	120	10	30	200	15	10	-	15
10	120	10	30	200	15	5	-	20
11	120	10	45	200	10	10	-	20
12	120	10	45	200	10	5	-	15
13	120	25	30	200	10	5	-	20
14	120	25	30	200	10	10	-	15
15	120	25	45	200	15	5	-	15
16	120	25	45	200	15	10	-	20

Fuente: *PhD. Danilo López, docente del Departamento de Química de la UNAN-Managua.*

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 4. Revisión olfativa y sensorial de los 16 jabones de glicerina.

Esta revisión olfativa y sensorial se realizó en personas alérgicas que no pueden utilizar cualquier jabón de tocador que irriten sus pieles sensibles.

# Muestras	Apariencia	Olor	Textura	Tacto
1	✘	✘	✘	✘
2	✓	✓	✓	✓
3	✘	✘	✘	✘
4	✘	✘	✘	✘
5	✓	✓	✓	✓
6	✘	✘	✘	✓
7	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓
9	✘	✘	✘	✓
10	✓	✓	✓	✓
11	✘	✓	✘	✓
12	✓	✓	✓	✓
13	✘	✘	✘	✘
14	✘	✘	✘	✘
15	✘	✘	✘	✘
16	✘	✘	✘	✘

✓ : aceptable.

✘ : no aceptable.

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 5. Materiales y reactivos.

Materiales	cantidad	Reactivos
Beaker de 100 mL	4	NaOH 45%
Beaker de 600 mL	2	Colofonia
Embudo de Separación de 500mL	2	Glicerina
Probetas de 50 mL	4	Saponinas
Vidrio reloj	2	Esencia de kiwi
Agitador de vidrio	1	
Mortero y pistón	1	
Soporte universal	2	
Anillos con nueces	2	
Espátula	2	
Gotero de plástico	2	
Agitador magnético y plancha	1	
Pinzas para tubos de ensayo	2	
Pinza para Beaker	2	
Balanza semi-analítica	1	
Balanza analítica	1	
Pizeta de agua destilada	2	

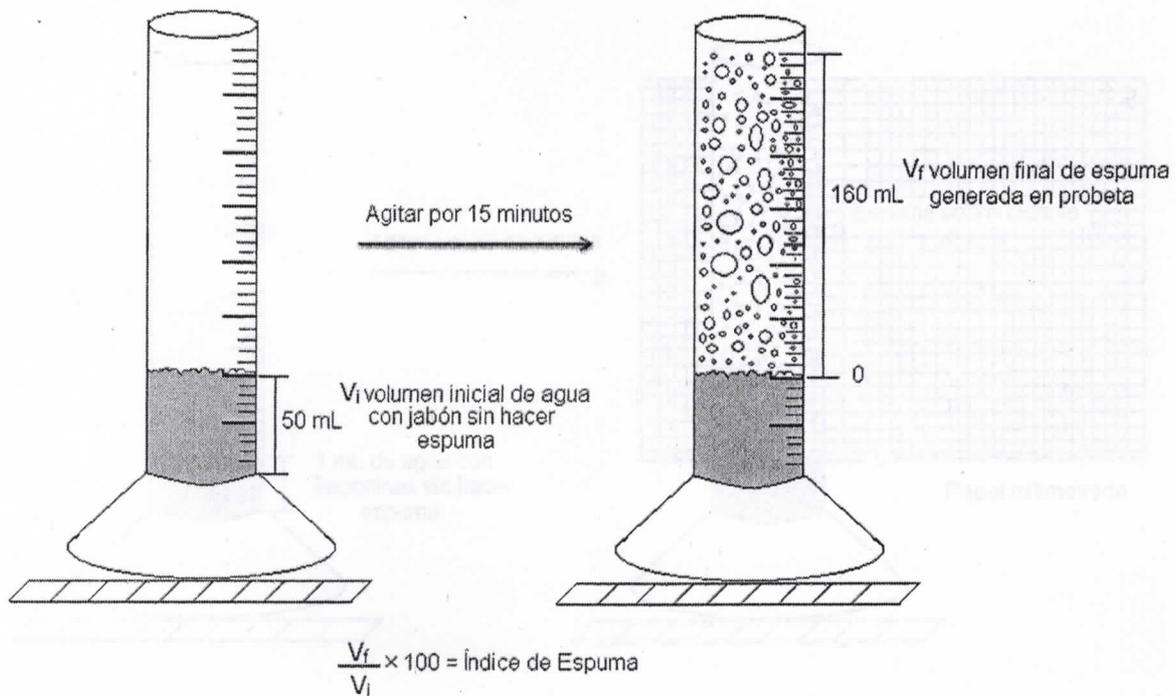
Fuente: *PhD. Danilo López, docente del departamento de Química de la UNAN-Managua.*

Hoja de Costo, para la elaboración del jabón de tocador a partir de glicerina.

NaOH (grado no reactivo) 1Galón	C\$ 57.43
Colofonia (grado no reactivo) 2Lb 1/2	C\$ 80
Glicerina bruta 4.8 L	Sin costo, donado por PhD. Danilo López
Saponinas 48 frutos del fruto del árbol de Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	Sin costo, Estos fruto se recolectarán en los meses de Marzo a Junio 2013, en el pabellón previo detrás del departamento de Danza y el previo cerca del pre-escolar Arlen Siu ubicados en la UNAN-Managua.
Esencia de Kiwi 10 mL	C\$ 50
Total	C\$ 187.43

Fuente: Elaboración propia.

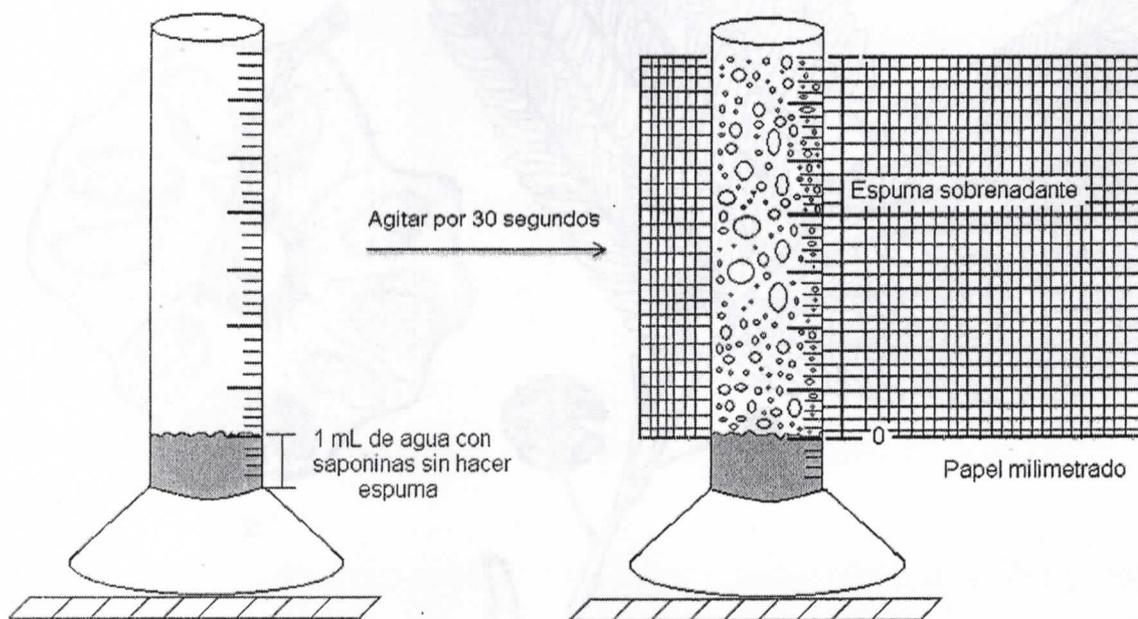
Figura 6. Índice de Espuma.



Fuente: Wiki media project & Media wiki, s.f.

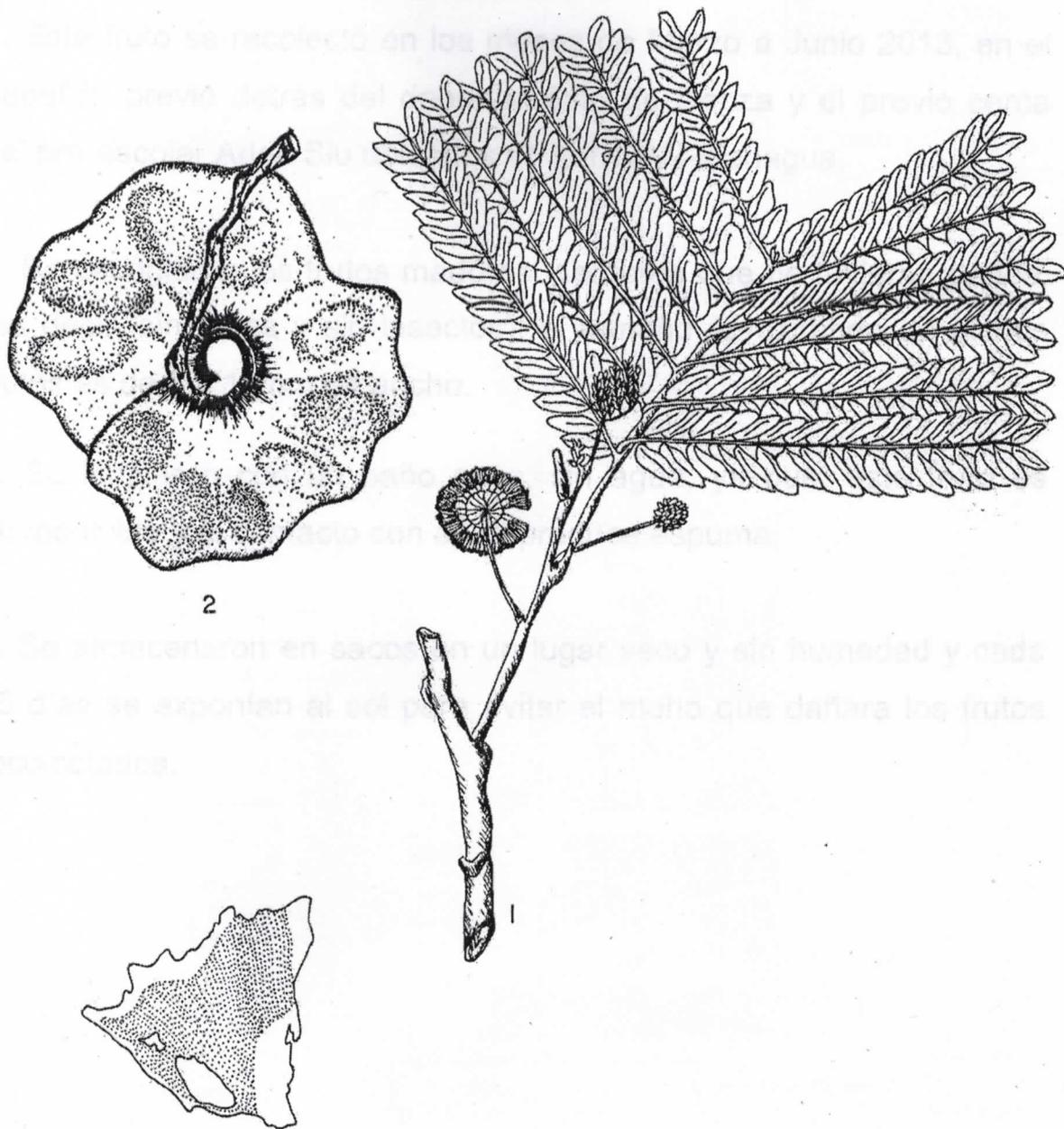
Fuente: PhD. Danilo López, docente del Departamento de Química de la UNAN-Managua.

Figura 7. Prueba de espuma.



Fuente: Wiki media project & Media wiki, s.f.

Lámina 1. Árbol *Enterolobium cyclocarpum*.



Guanacaste de oreja
Guanacaste negro

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Mimosaceae

1, ramita con inflorescencias ; 2, fruto. (Tamaño natural)

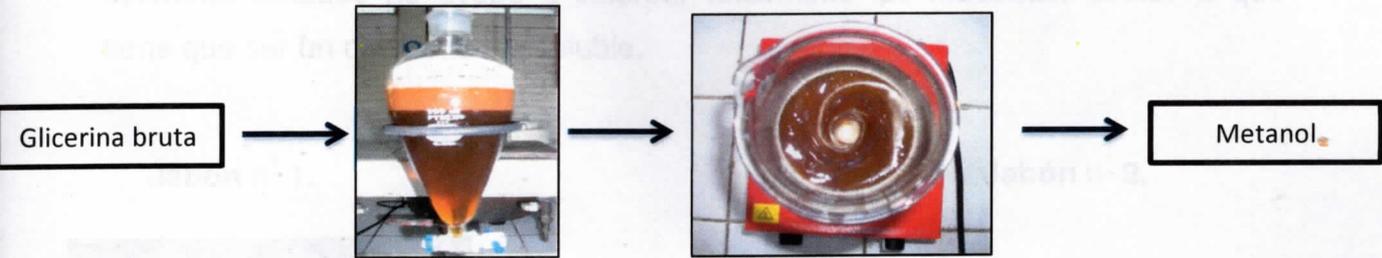
Fuente: Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (1984).

Pre-tratamiento del fruto del árbol de Guanacaste (*Enterolobium Cyclocarpum*).

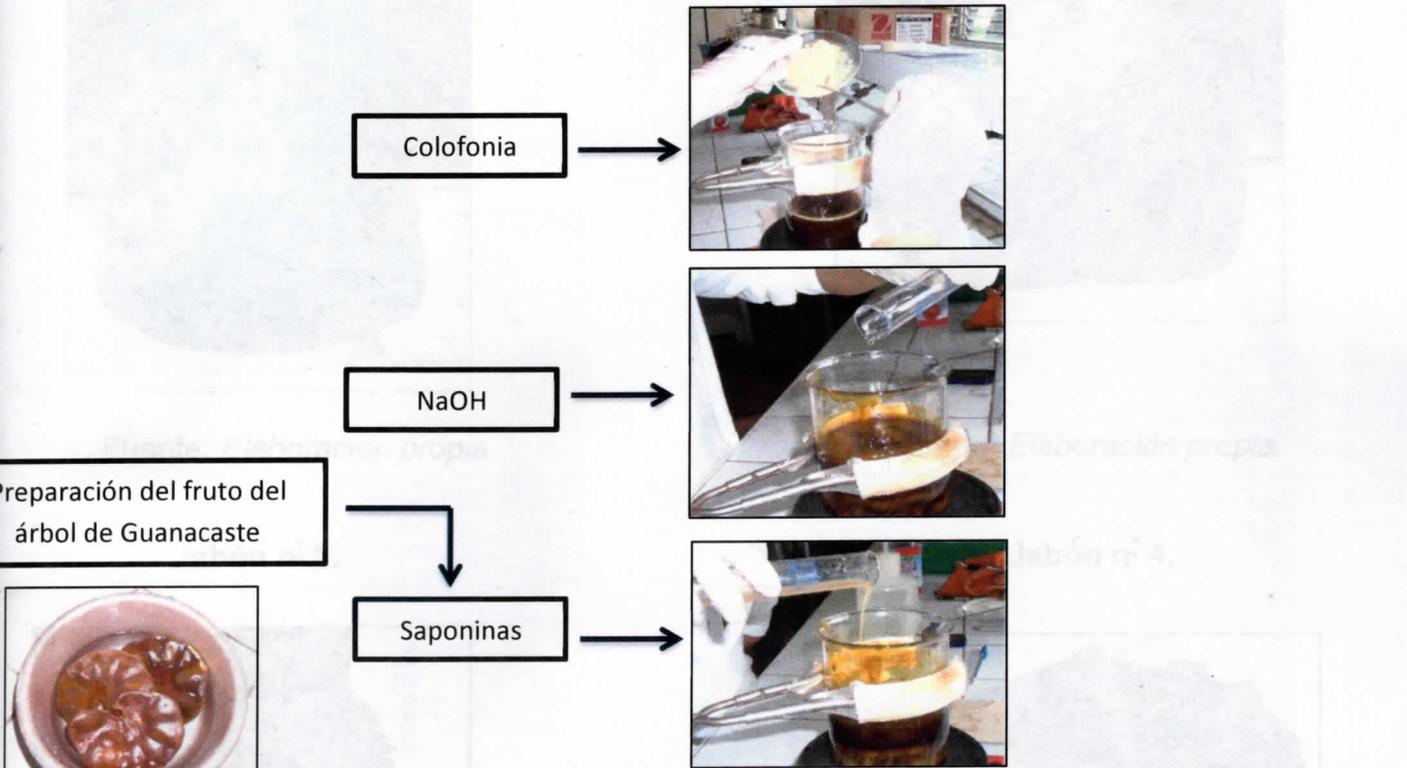
1. Este fruto se recolectó en los meses de Marzo a Junio 2013, en el pabellón previo detrás del departamento de Danza y el previo cerca del pre-escolar Arlen Siu ubicados en la UNAN-Managua.
2. Se escogieron los frutos maduros y enteros que no tuvieran daños, (es decir, sin grietas y sin insectos); el tamaño aproximado de dichos frutos es de 7 a 12 cm de ancho.
3. Se limpiaron con un paño seco, sin agua, ya que, este fruto es hidrosoluble y al contacto con agua produce espuma.
4. Se almacenaron en sacos en un lugar seco y sin humedad y cada 15 días se exponían al sol para evitar el moho que dañara los frutos recolectados.

Diagrama de flujo 3. Obtención de un jabón de glicerina, usando agente espumante saponina.

Paso 1. Separación de la glicerina del biodiesel



Paso 2. Saponificación



Preparación del fruto del árbol de Guanacaste



Paso 3. Secado

Humedad



Producto terminado

Fotos de los 16 jabones de glicerina obtenidos.

La textura y coloración de los 16 jabones obtenidos se debe a que el colorante utilizado no ayudó a colorear totalmente las muestras, debido a que tiene que ser un colorante liposoluble.

Jabón n^o 1.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n^o 2.



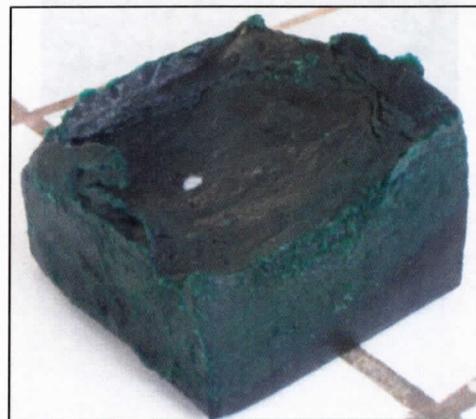
Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n^o 3.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n^o 4.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n° 5.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n° 6.



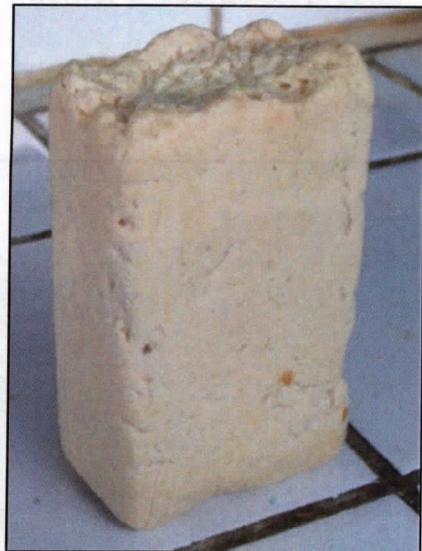
Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n° 7.



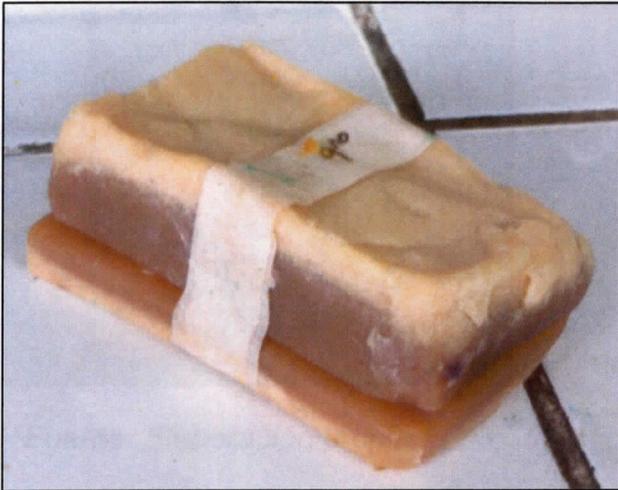
Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón n° 8.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 9.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 10.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 11.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 12.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 13.



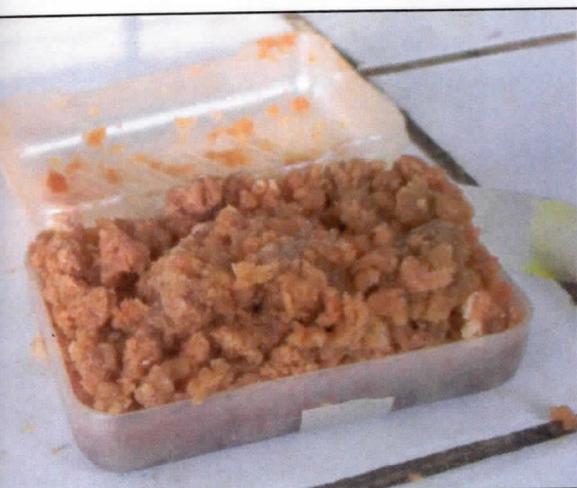
Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 14.



Fuente: *Elaboración propia.*

Jabón nº 15.



Fuente: *Elaboración propia.*

Glosario

Jabón nº 16.



Fuente: *Elaboración propia.*

Glosario

Agente espumante. Sustancia química con propiedades surfactantes que cuando se encuentra presente en una mezcla facilita la generación de espuma.

Alga. Organismo vegetal. Grupo grande formada por células vivas.

Balsa. Tipo de los tipos más complejos de hojas compuestas, constituidas de un eje central al que se unen hasta los lados de 2 a muchos pares de pinnas descendiendo de la axila, formando una hoja que se asemeja más a un abanico.

Culforina. Molécula sólida, producto de la destilación de la transester. Se emplea en jabones, lacas, resinas y pinturas.

Densidad. Cantidad de sustancia por unidad.

Esencia. Parte de un vegetal que se destila al ser sometido al calor.

Glosario

Flores. Parte del árbol que produce las semillas, se encuentra entre el vello y el principio de la corteza.

Glechma. Planta común de diversos tipos de flores.

Glicerina. Líquido incoloro de fórmula $C_3H_7(OH)_3$ que constituye el componente principal de los jabones naturales.

Incoloro. Se aplica a los frutos y otros órganos vegetales que no se abren espontáneamente cuando alcanzan la madurez.

Pinna. Parte de la hoja que se ve al ser vista la parte visible del árbol.

Saponina. Sustancia de naturaleza o de intermedias, llamadas así por sus propiedades saponificantes a las del jabón. Cada molécula está constituida por un elemento soluble en agua y un elemento soluble en agua, y forman una espuma cuando se las agita en agua.

Transesterificación. Proceso de intercambio de grupos alcoxilo de un alcohol. En las reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base.

Glosario.

Agente espumante: substancia química con propiedades surfactantes que cuando se encuentra presente en una disolución facilita la generación de espuma.

Albura: blancura perfecta. Copa blanda formada por células vivas.

Bipinadas: Uno de los tipos más complejos de hojas compuestas, consistentes de un eje central del cual surgen hacia los lados de 2 a muchos pares de pinnas dependiendo de la especie, formando una hoja con la apariencia de un árbol.

Colofonia: resina sólida, residuo de la destilación de la trementina. Se emplea en jabones, barnices, colas y pinturas.

Durabilidad: Calidad de durable o duradero.

Forrajero: Hierba verde o seca que se da al ganado para alimentarlo.

Fuste: parte del tronco del árbol bajo la corteza, situado entre el suelo y el principio de la copa.

Gambas: nombre común de diversos crustáceos.

Glicerina: alcohol trivalente de fórmula $C_3H_5(OH)_3$ que constituye el componente principal de grasas y aceites naturales.

Indehiscentes: se aplica a los frutos y otros órganos vegetales que no se abren espontáneamente cuando alcanzan la madurez.

Pinna: aurícula, oreja o pabellón auricular; la parte visible del oído.

Saponina: glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón: cada molécula está constituida por un elemento soluble en lípidos y un elemento soluble en agua, y forman una espuma cuando se las agita en agua.

Transesterificación: proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base.

1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°	Actividades	Lugar	Participante	Fecha	Observaciones
1	Título	Departamento de Química UNAN-Managua	2	6 Mayo-2013	
2	Título	Departamento de Química UNAN-Managua	2	8 Mayo-2013	
3	Título	Departamento de Química UNAN-Managua	2	13 Mayo-2013	
4	Planteamiento del problema	Departamento de Química UNAN-Managua	2	5 Junio-2013	
5	Planteamiento del problema	Departamento de Química UNAN-Managua	2	20 Junio-2013	
6	Justificación	Departamento de Química UNAN-Managua	2	24 Junio-2013	
7	Justificación	Departamento de Química UNAN-Managua	2	27 Junio-2013	
8	-Objetivo General -Objetivo Específico	Departamento de Química UNAN-Managua	2	27 Junio-2013	
9	Marco de Referencia	Biblioteca UNAN-Managua	2	5 Agosto-2013	
10	Marco de Referencia	Biblioteca UNAN-Managua	2	8 Agosto-2013	
11	Marco de Referencia	Biblioteca UNAN-Managua	2	13 Agosto-2013	
12	Marco de Referencia	Departamento de Química UNAN-Managua	2	20 Agosto-2013	
13	Hipótesis	Biblioteca UNAN-Managua	2	17 Septiembre-2013	
14	Hipótesis	Biblioteca UNAN-Managua	2	20 Septiembre-2013	
15	Diseño Metodológico	Biblioteca UNAN-Managua	2	23 Septiembre-2013	
16	Diseño Metodológico	Biblioteca UNAN-Managua	2	25 Septiembre-2013	
17	Diseño	Departamento	2	3 Octubre -2013	

	Metodológico	de Química UNAN-Managua			
18	Diseño Metodológico	Departamento de Química UNAN-Managua	2	7 Octubre-2013	
19	Diseño Metodológico	Biblioteca UNAN-Managua	2	12 Octubre-2013	
20	Diseño Metodológico	Biblioteca UNAN-Managua	2	18 Octubre-2013	
21	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	2 Abril-2014	
22	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	7 Abril-2014	
23	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	14 Abril-2014	
24	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	16 Abril-2014	
25	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	21 Abril-2014	
26	Resultados	Laboratorios del Departamento de Química UNAN- Managua	2	28 Abril-2014	
27	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	1 Mayo-2014	
28	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	2 Mayo-2014	
29	Análisis y	Biblioteca	2	5 Mayo-2014	

	discusión de resultados	UNAN-Managua			
30	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	6 Mayo-2014	
31	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	7 Mayo-2014	
32	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	8 Mayo-2014	
33	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	9 Mayo-2014	
34	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	12 Mayo-2014	
35	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	13 Mayo-2014	
36	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	14 Mayo-2014	
37	Análisis y discusión de resultados	Biblioteca UNAN-Managua	2	15 Mayo-2014	
38	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	19 Mayo-2014	
39	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	20 Mayo-2014	
40	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	21 Mayo-2014	
41	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	22 Mayo-2014	
42	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	23 Mayo-2014	
43	Conclusiones	Biblioteca UNAN-Managua	2	24 Mayo-2014	
44	Recomendaciones	Biblioteca UNAN-Managua	2	25 Mayo-2014	
45	Recomendaciones	Biblioteca UNAN-Managua	2	26 Mayo-2014	
46	Recomendaciones	Biblioteca UNAN-Managua	2	27 Mayo-2014	
47	Recomendaciones	Biblioteca UNAN-Managua	2	28 Mayo-2014	