

## Artículo científico

**Factibilidad técnica en la elaboración de jabones en barra a partir del aceite residual de cocina****Ronny Martín González Guay**

Ingeniero químico, MSc. en ingeniería sanitaria  
Facultad de Ingeniería, ERIS-USAC, Guatemala  
Dirección para recibir notificaciones: ronnieguay@gmail.com

**Zenón Much Santos**

Ingeniero químico, MSc. en ingeniería sanitaria  
Profesor titular, Facultad de Ingeniería, ERIS-USAC, Guatemala  
Dirección para recibir notificaciones: zenon.much@gmail.com  
Recibido: 09.10.2018      Aceptado: 22.11.2018

**Resumen**

Este artículo presenta los principales resultados para determinar si es factible técnicamente o no el aprovechamiento del aceite residual de cocina para la formulación de un jabón en barra, como alternativa para reducir o minimizar los impactos generados al ambiente por su disposición final inadecuada en los suelos y cuerpos de agua. El jabón en barra se formuló utilizando los siguientes ingredientes: aceite residual de cocina procedente de un restaurante, hidróxido de sodio, agua destilada y fragancia. La factibilidad técnica en la elaboración del jabón en barra se determinó en base a la similitud de las propiedades fisicoquímicas de pH, conductividad eléctrica, tensión superficial, densidad y DQO de las aguas jabonosas con respecto a las de un jabón en barra convencional, evaluadas a través de la *t* de Student. El rango obtenido de los resultados de pH es de 7,05 a 9,13 unidades, para la conductividad eléctrica de 32,5 a 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para la densidad de 0,99 a 1,04 g/mL, para la tensión superficial de 27,88 a 37,39 dina/cm y para la DQO de 300 a 2 800 mg/L. Las gráficas obtenidas de las propiedades fisicoquímicas evaluadas presentan tendencias similares, cuyos datos fueron corroborados mediante la *t* de Student. La formulación y elaboración del jabón en barra sí es técnicamente factible, puesto que no existe diferencia significativa entre las propiedades fisicoquímicas evaluadas de las aguas jabonosas, siendo una opción para el saneamiento ambiental. El producto final fue un jabón de color amarillo, de olor característico agradable, que al aplicarse sobre la piel para el lavado de manos, deja la piel limpia, suave y humectada, sin resequedad, lo que contribuye al beneficio en la salud de las personas.

Palabras clave: aguas grises, aguas jabonosas, contaminación ambiental, contaminación del agua, impactos ambientales, suelos.

**Abstract**

This article presents the main results to determine if it is technically feasible or not the use of residual cooking oil for the formulation of a bar soap, as an alternative to reduce or minimize the impacts to the environment due to its inadequate final disposal in soils and water bodies. The bar soap was formulated using the next ingredients: waste cooking oil from a restaurant, sodium hydroxide, distilled water and fragrance. The technical feasibility in making bar soap was determined based on the basis of the similarity of the physicochemical properties of pH, electrical conductivity, surface tension, density and COD of soapy water respect to the conventional bar soap, evaluated at through the Student's *t*-distribution. The range obtained of the results of pH are from 7,05 to 9,13 units, the electrical conductivity from 32,5 to 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , density from 0,99 to 1,04 g/mL, the surface tension from 27,88 to 37,39 dyne/cm and for the COD from 300 to 2 800 mg/L. The obtained graphs present similar trends, whose data were corroborated by Student's *t*-distribution. The formulation and elaboration of bar soap is technically feasible, since there is no significant difference between the evaluated physicochemical properties of soapy water, being an option for environmental sanitation. The final product was a yellow soap, with a pleasant characteristic door, which when applied to the skin during hand washing, leaves the skin clean, soft and moisturized, without dryness, which contributes to the health benefit of people.

Key words: greywater, soapy water, environment contamination, water contamination, environmental impacts, soils.

## Introducción

La generación, manejo y disposición inadecuada de los aceites y grasas utilizados en la cocina (viviendas, restaurantes, industrias y otros), son una fuente significativa de enfermedades y contaminación al recurso edáfico e hídrico.

El objetivo radica en evaluar la factibilidad técnica en la elaboración de jabón de barra a partir del aceite residual de cocina, para su aprovechamiento y alternativa para su disposición final adecuada, reduciendo o minimizando los impactos generados al ambiente, al mismo tiempo contribuyendo al beneficio en la salud de las personas por el producto final a elaborar.

Se elaboraron tres jabones en barra, denominados X, Y y Z, a escala laboratorio, utilizando aceite residual de cocina, soda cáustica para la reacción de saponificación y fragancia, de acuerdo a la formulación presentada en la sección de resultados.

Se disolvió determinada cantidad de masa de jabón a partir del aceite residual de cocina en un volumen determinado de agua destilada, creando así cuatro muestras de cada barra (agua jabonosa), más cuatro muestras del jabón en barra convencional. Se analizaron las propiedades fisicoquímicas de pH, conductividad eléctrica, densidad, tensión superficial y DQO de cada muestra, con cuyos valores se trazaron las gráficas que determinaron los resultados para cada propiedad, y que posteriormente fueron analizadas estadísticamente.

Cada variable fisicoquímica se explica en base a las gráficas obtenidas. Los valores de pH se mantienen relativamente básicos, en un rango entre 7,05 a 9,13 unidades. La Conductividad eléctrica se mantiene entre un rango de 32,5 a 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La densidad es generalmente inversamente proporcional a la concentración en peso de la solución jabonosa, con valores entre 0,99 a 1,04 mL. La tensión superficial presentó valores en el rango entre 27,88 a 37,39 dina/cm. La DQO es directamente proporcional a la concentración en peso de la solución jabonosa, presentando valores entre 300 a 2 800 mg/L.

Mediante la *t* de Student, se determinó si las propiedades fisicoquímicas de las aguas jabonosas de los jabones en barra elaborados a partir del aceite residual de cocina difieren significativamente o no de

los jabones convencionales, determinando así su factibilidad técnica.

El jabón fue utilizado sobre la piel y cumple con la función de limpieza; las grasas, aceites y partículas indeseables tienden a deslizar de la piel cuando se fricciona el jabón durante el lavado de manos, cumpliendo con la síntesis de la molécula de jabón, compuesta de una parte hidrofóbica e hidrofílica, que caracteriza este tipo de productos; por lo tanto, el producto tiene potencial para ser utilizado en las personas para su higiene. Paralelamente se aprovecha el aceite residual de cocina y se minimizan los riesgos de su disposición final inadecuada.

## Antecedentes

Las grasas y aceites que se desechan de la cocina generan impactos ambientales al recurso edáfico e hídrico si no se manejan adecuadamente. El derrame de un gramo de aceite en un litro de agua corresponde a una DQO de 2 000 mg/L (Cisterna, P.), problema que se intensifica en áreas rurales o de escasos recursos en donde se desechan y sin tratamiento o aprovechamiento se disponen estos residuos en el suelo o cuerpos receptores hídricos de manera descontrolada e inadecuada.

El jabón, en sus diferentes presentaciones, es el producto utilizado por las personas para atrapar de alguna superficie sólida como la piel u otros materiales diversos, las grasas, polvo, microorganismos y otras partículas indeseadas, utilizando agua como vehículo, a fin que resbale de dicha superficie sólida para limpiarla. Fundaciones como Hesperian, que producen materiales educativos sin fines de lucro con el fin de habilitar a comunidades e individuos para hacerse cargo de su propia salud, han tocado el tema de elaboración de productos de higiene personal. Esta organización publicó el documento "Saneamiento y limpieza para un ambiente sano", el cual incluye una página de cómo hacer jabón, indicando los ingredientes, la cantidad, el procedimiento y el equipo necesario para su fabricación (Conant, J.). Entre los ingredientes presenta el aceite residual de cocina, el cual es limpiado por un proceso artesanal y posteriormente saponificado utilizando hidróxido de sodio.

## Metodología

El enfoque de la investigación es cuantitativo, de alcance explicativo. Se definieron todas las variables

que de forma directa o indirecta influyeron en los resultados de la investigación, las cuales pueden ser independientes, dependientes, constantes, no constantes y de respuesta:

- Concentración jabón – agua destilada: independiente, constante.
- Temperatura atmosférica: independiente, no constante.
- Presión atmosférica: independiente, constante.
- Densidad: dependiente, no constante, de respuesta.
- Tensión superficial: dependiente, no constante, de respuesta.
- pH: dependiente, no constante, de respuesta.
- Conductividad eléctrica: dependiente, no constante, de respuesta.
- DQO: dependiente, no constante, de respuesta.

La experimentación se realizó a escala laboratorio, en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria, Dra. Alba Tabarini Molina, utilizando aceite residual recolectado de un restaurante de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El aceite residual crudo presentó las siguientes características: color café quemado, con impurezas sólidas, en su mayoría restos de comida y olor característico a rancio desagradable.

### **Proceso de limpieza del aceite residual de cocina**

Previo a la elaboración del jabón en barra, se procedió a la limpieza del aceite residual de cocina, para eliminar las impurezas sólidas suspendidas y desodorizarlo. El proceso consistió en la homogenización del aceite residual de cocina, luego se mezcló una parte de aceite en agua destilada de forma equitativa, se calentó la mezcla hasta hervir agitando constantemente, se dejó enfriar y se extrajo el aceite; se repitió este procedimiento nuevamente y por último se filtró utilizando una tela limpia.

El aceite residual limpio de cocina se caracterizó por estar libre de impurezas, aún con el olor característico a rancio y el mismo color del aceite residual crudo.

### **Formulación y elaboración de los jabones en barra a partir del aceite residual de cocina**

Se identificaron de diversas fuentes y referencias, formulaciones públicas y comprobadas de jabones en barra, las cuales definieron la formulación final descrita en resultados.

Para la elaboración de los jabones en barra se utilizó equipo de laboratorio convencional como cristalería volumétrica, balanza analítica, así como equipo de uso doméstico como licuadora comercial, recipientes tipo bowl, rollo de plástico film y moldes comerciales de plástico para jabón. Como materia prima, se utilizó el aceite residual de cocina, agua destilada, hidróxido de sodio en forma de lentejas, fragancia de aloe vera y silicona cosmética para facilitar el desmolde.

Como parte inicial del proceso de elaboración del jabón en barra, se añadió el hidróxido de sodio en lentejas al agua destilada. Puesto que se genera reacción exotérmica, se colocó en baño maría y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente. Luego que todo el hidróxido se disolviera, esta solución se vertió al aceite. Se comenzó a agitar constantemente con la licuadora en una dirección y a los 10 minutos se agregó la fragancia de aloe vera. Se continuó agitando la mezcla por 25 minutos hasta su espesor, al momento que el agitador deja surcos sobre la mezcla.

Previo a vaciar la mezcla en el molde, se agregó silicona cosmética en forma atomizada sobre estos, lo cual evitó quiebres o rajaduras de las barras de jabón al momento de su retiro. Fue necesario vaciar la mezcla y atomizar nuevamente silicona, tapando con film plástico y dejando reposar por 3 días. Al sentir duro el jabón, se procedió a retirarlo de los moldes. El jabón reposó por 1 mes luego de sacarlo de los moldes, para que finalizara el proceso de saponificación, cubriéndolo para evitar la pérdida de humedad.

Al final se realizaron doce barras de jabón y aleatoriamente se escogieron tres, más la barra de jabón convencional.

### **Definición de las muestras (aguas jabonosas)**

Se procedió a cortar, pesar y disolver cierta cantidad de masa de cada barra de jabón para crear por conveniencia cuatro concentraciones con agua destilada, en función de la concentración media de

jabón utilizado al lavarse las manos: 0,1639, 0,4918, 0,8197 y 1,1475 g/L. Por cada concentración, por conveniencia, se crearon cuatro muestras.

### Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Definidas las aguas jabonosas, se procedió a determinar sus propiedades fisicoquímicas de pH, conductividad eléctrica, densidad, tensión superficial y DQO.

El pH, la conductividad y la densidad son propiedades comunes que se evalúan en jabones y en productos cosméticos en general. También fue objeto de estudio la tensión superficial de las aguas jabonosas, debido a que los jabones modifican la misma en el agua. Como 1 g de aceite en 1 L de agua aporta una DQO de 2 000 mg/L, la DQO como parámetro sanitario, también fue objeto de análisis.

### Análisis estadístico

Se realizaron cuatro réplicas para cada una de las cuatro aguas jabonosas creadas, siendo ellas el jabón X, Y, Z y convencional, de acuerdo a la definición de las muestras. El muestreo fue realizado por conveniencia. Se obtuvieron 16 datos para cada una de las 5 variables fisicoquímicas evaluadas, para un total de 80 datos.

Se determinó el promedio aritmético de cada propiedad fisicoquímica de las aguas jabonosas, y en base a la información calculada, se trazaron las gráficas que detallan las curvas presentadas en la sección de resultados.

Se utilizó la prueba de t de Student para muestras independientes, puesto que las muestras analizadas son diferentes, ya que las aguas jabonosas de los jabones a partir del aceite residual de cocina difieren del convencional, por su composición química, cantidad de ingredientes, etc. Se definió la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, y se determinó si la prueba de t de Student es de varianzas iguales o desiguales debido a la verificación del supuesto de homocedasticidad, mediante la prueba de F de Fisher. Todas las pruebas se evaluaron con un nivel de significancia  $\alpha$  de 0,05.

### Resultados

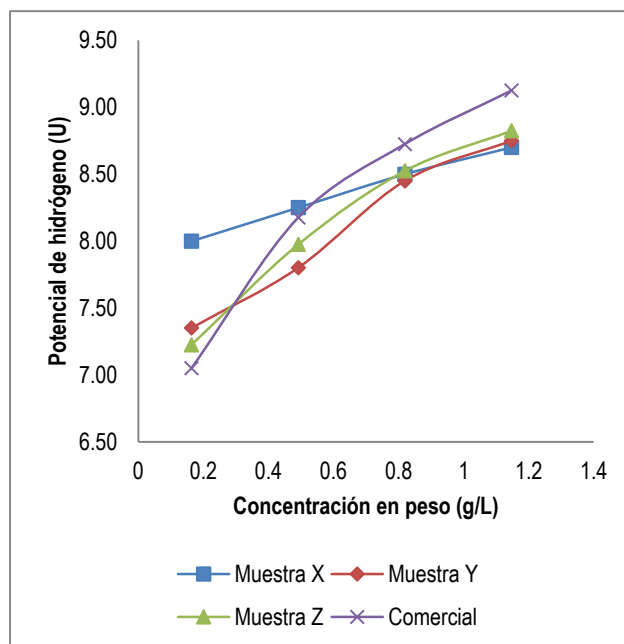
La formulación de los jabones en barra utilizados en el estudio, para la producción total de 782.5 g de jabón, se indica en la tabla 1.

**Tabla 1. Formulación del jabón en barra**

Ingrediente	Cantidad (en g y/o mL)
Aceite residual de cocina	500 g – 510 mL
Hidróxido de sodio	62,5 g
Agua destilada	200 g – 200 mL
Fragancia	20 g – 20 mL

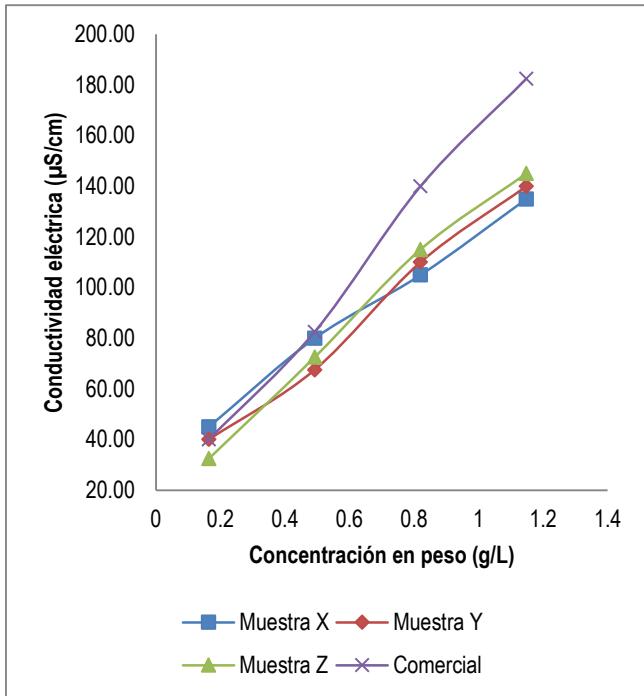
Al analizarse la t de Student para el pH, según la figura 1, se determinaron valores de probabilidades mayores que el nivel de significancia establecido, presentando valores en el rango de 7,05 a 9,13 unidades, lo cual establece que el pH no difiere significativamente entre los cuatro jabones, siendo el jabón X el que menos difiere del convencional.

**Figura 1. Curvas de pH para cada muestra de jabón**



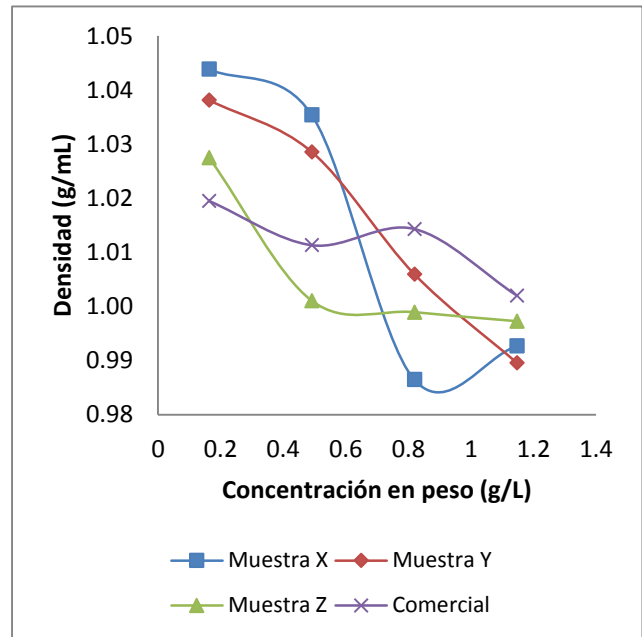
Al analizarse la t de Student para la conductividad eléctrica, según la figura 2, se determinaron valores de probabilidades mayores que el nivel de significancia establecido, presentando valores en el rango de 32,5 a 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual establece que la conductividad eléctrica no difiere significativamente entre los cuatro jabones, siendo el jabón Z el que menos difiere al convencional.

**Figura 2. Curvas de conductividad eléctrica para cada muestra de jabón**



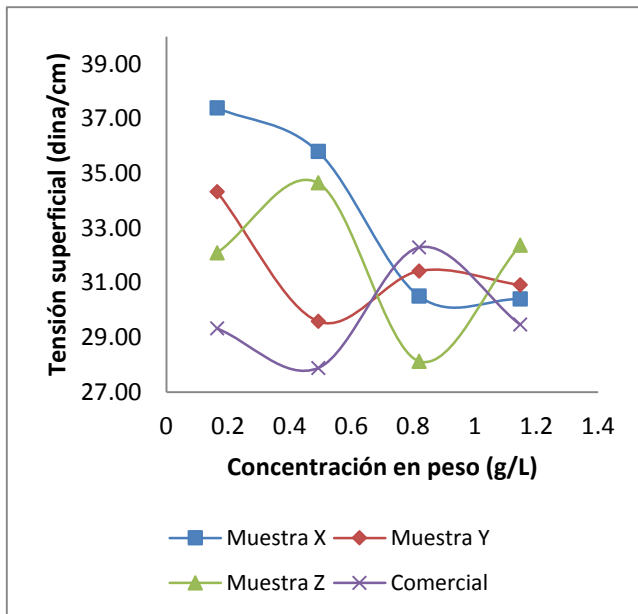
Al analizarse la t de Student para la densidad, según la figura 3, se determinaron valores de probabilidades mayores que el nivel de significancia establecido, presentando valores en el rango de 0,99 a 1,04 g/mL, lo cual establece que la densidad no difiere significativamente entre los cuatro jabones, siendo el jabón X el que menos difiere del convencional.

**Figura 3. Curvas de densidad para cada muestra de jabón**



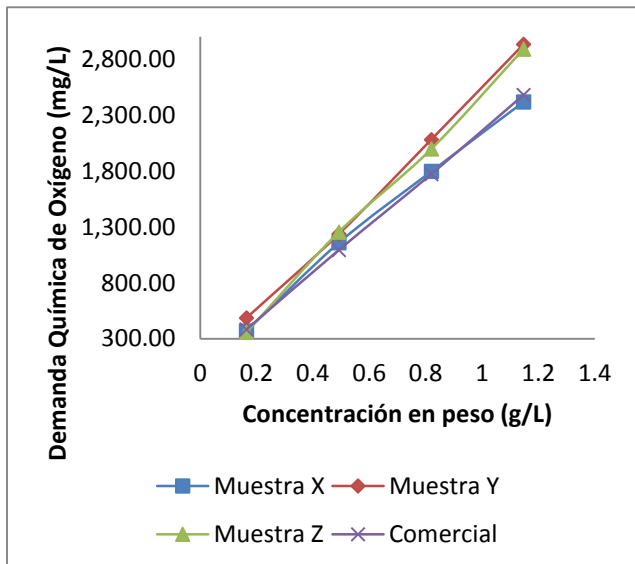
Al analizarse la t de Student para la tensión superficial, según la figura 4, se determinaron valores de probabilidades mayores que el nivel de significancia establecido, presentando valores en el rango de 27,88 a 37,39 dina/cm, lo cual establece que la tensión superficial no difiere significativamente entre los cuatro jabones. El jabón Z es el que menos difiere del convencional.

**Figura 4. Curvas de tensión superficial para cada muestra de jabón**



Al analizarse la t de Student para la DQO, según la figura 5, se determinaron valores de probabilidades mayores que el nivel de significancia establecido, presentando valores en el rango de 300 a 2 800 mg/L, lo cual establece que la DQO no difiere significativamente entre los cuatro jabones. El jabón X es el que menos difiere al convencional.

**Figura 5. Curvas de DQO para cada muestra de jabón**



### Análisis de resultados

En la tabla 1 se hace pública la formulación de un jabón en barra utilizando como ingredientes el aceite residual de cocina, hidróxido de sodio, agua destilada y fragancia. Al mezclarse el hidróxido de sodio con el aceite se genera una reacción de saponificación.

El jabón en barra elaborado fue de aspecto amarillento, olor agradable y característico a aloe vera, no áspero y de sensación suave al tacto al momento de su uso para el lavado de manos. Se corroboró presencia de espuma al contacto con el agua y su frote en las manos, evidenciando cualitativamente su eficiencia para la remoción de suciedad.

De acuerdo al Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006, el reuso del aceite residual de cocina ayuda al cumplimiento del límite máximo permisible del parámetro de grasas y aceites, para los entes generadores de aguas residuales, al disminuir la presencia de grasas y aceites en las aguas residuales por su disposición inadecuada en los sistemas de alcantarillado. El acuerdo mencionado, en su artículo 34 establece la autorización de reuso de las aguas residuales generadas por entes generadores, definiendo cinco tipos de reusos: para riego agrícola en general, para cultivos comestibles, para acuicultura, para pastos y otros cultivos, para uso recreativo. El artículo 35 establece los parámetros y límites máximos permisibles para reuso de las aguas residuales, según los parámetros de DBO en mg/L y coliformes fecales determinado en número más probable por 100 mL. Para el tipo I, no aplica DBO ni coliformes. Para el tipo II, no aplica DBO y coliformes debe ser menor a  $2 \times 10^2$  NMP/100 mL. Para el tipo III, el límite máximo es de 200 mg/L de DBO y no aplica coliformes. Para el tipo IV, no aplica DBO y coliformes fecales debe ser menor a  $1 \times 10^3$  NMP/100 mL. Para el tipo V, el límite máximo es de 200 mg/L de DBO y coliformes debe ser menor a  $1 \times 10^3$  NMP/100 mL. Por las características fisicoquímicas resultantes del agua jabonosa de los jabones elaborados, estas pueden ser reutilizadas de acuerdo a lo estipulado en los tipos I, II y IV.

En la figura 1 se muestra el comportamiento del potencial de hidrógeno para las aguas jabonosas de los cuatro jabones en barra. Teóricamente, debido a la reacción de saponificación, un jabón común presenta un pH relativamente alcalino, lo cual se cumple por los cuatro jabones, ya que las soluciones jabonosas presentaron pH mayores a 7,05 unidades. Para que el

jabón pueda ser utilizado por las personas, este debe encontrarse entre pH de 7 y 8 unidades para no sobresaturar la capacidad buffer de la piel, es decir, para mantener el pH típico de la piel que es de 3,5 a 5,5 unidades. Ya que el jabón fue elaborado por proceso de saponificación, este no puede tener un pH menor a 7, ya que para su síntesis fue necesario el uso de una base fuerte para saponificar el aceite residual de cocina. Asimismo, el pH es directamente proporcional al aumento en la concentración en peso de jabón en la solución, lo cual era de esperarse. Las curvas tienden a comportarse de forma similar, presentando valores de pH entre el rango de 7,05 a 9,13 unidades. Los valores de pH de las aguas jabonosas que sobrepasan las 9 unidades no cumplen con los límites máximos permisibles contemplados en los artículos aplicables del acuerdo mencionado.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica (K). Se determinó que la K es directamente proporcional al aumento en la concentración en peso de jabón en la solución. Esto se debe a que existe presencia de sustancias ionizadas en el agua, en este caso moléculas de jabón con su propiedad hidrofóbica e hidrofílica en equilibrio, y mientras mayor sea el contenido de jabón en determinado volumen de agua, mayor será su conductividad. Las curvas tienden a comportarse de forma similar, presentando valores de K entre el rango de 32,5 a 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La figura 3 muestra que la densidad es generalmente inversamente proporcional a la concentración en peso de la solución jabonosa. Se corroboró que el jabón al diluirse tiende a reducir drásticamente la densidad del agua a temperatura ambiente (25 °C aproximadamente), manteniéndose entre el rango de 0,99 a 1,04 g/mL.

Se determinó que la tensión superficial es generalmente inversamente proporcional a la concentración en peso de la solución jabonosa, según la figura 4. El jabón es considerado un tensioactivo o surfactante, es decir, un modificador de la tensión superficial del agua. El jabón al disolverse en agua forma una película en la superficie, cuya energía de atracción respecto a las moléculas del líquido interior es débil. Por lo tanto, a mayor presencia de jabón en el agua, menor será la tensión superficial. La tensión superficial del agua jabonosa es menor que la tensión superficial del agua a 25 °C, que es de 72,75 dina/cm. Para este caso, las curvas no tienden a comportarse de

forma similar, sin embargo presentan valores entre el rango de 27,88 a 37,39 dina/cm.

La demanda química de oxígeno es un parámetro fisicoquímico que indica la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas susceptibles a ser oxidadas por medio de procesos químicos. La determinación de este parámetro permite conocer los valores típicos de DQO para las aguas jabonosas. La DQO de las aguas jabonosas depende de la cantidad de jabón presente en disolución. La figura 5 muestra que la DQO es directamente proporcional a la concentración en peso de jabón, lo cual es de esperarse, puesto que a mayor presencia de solutos en una muestra mayor serán los requerimientos para su oxidación. Si se comparan los resultados en lo referente a que 1 gramo de aceite en 1 litro de agua corresponde a una DQO de 2 000 mg/L, se aprecia que la relación de concentración de 1 gramo de jabón en 1 litro de agua presenta valores similares; sin embargo, cabe mencionar que la barra de jabón es un producto que cumple la función de limpieza, por lo tanto beneficia en salud y saneamiento a las personas.

El jabón al ser frotado sobre la piel en presencia de agua, genera espuma debido a la disminución de la tensión superficial. La molécula de jabón presenta su parte hidrofóbica, que permite atrapar las moléculas de grasa y aceite acumuladas en la piel que contienen bacterias y otros microorganismos, así como partículas de polvo; e hidrofílica, que por sus enlaces se adhiere a la molécula de agua y desliza las grasas generando aguas grises, lo cual cumple con todas las especificaciones técnicas similares al de un jabón convencional y que puede ser utilizado por las personas para su beneficio.

La prueba de t de Student para muestras independientes de varianzas iguales permitió definir que las propiedades fisicoquímicas no eran estadísticamente significativas, puesto que todos los valores de probabilidad son mayores a 0,05, siendo factible su uso al corroborar previamente los supuestos de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y de igualdad de varianzas mediante la prueba F de Fisher. A pesar que la prueba F de Fisher no cumplió al comparar una muestra de las barras de jabón elaboradas y el convencional, se obtuvo el mismo resultado, utilizando la prueba de t de Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

## Conclusiones

Es factible técnicamente la elaboración de jabón artesanal a partir del aceite residual de cocina, puesto que las curvas de pH, conductividad eléctrica y DQO siguen una misma tendencia en función de la concentración en peso evaluada, indicando semejanza en sus propiedades, mientras que las de densidad y tensión superficial carecen de una tendencia definida.

La formulación del jabón en barra X presentó menor significancia en las propiedades fisicoquímicas de pH, densidad y DQO, con valores de probabilidad máximos según prueba de t de Student de 0,85, 0,86 y 0,99 respectivamente; el jabón en barra artesanal Z presentó menor significancia en la conductividad eléctrica y tensión superficial, con valores de probabilidad máximos de 0,63 y 0,25 respectivamente; por tanto, los jabones pueden elaborarse inmediatamente, una vez finalizado el proceso de limpieza del aceite residual de cocina.

El agua jabonosa del jabón en barra X, presenta el menor pH con un valor de 7,05 unidades a una concentración en peso de 0,1639 g/L, y el mismo presenta mayor pH con un valor de 9,13 unidades a una concentración en peso de 1,1475 g/L. A una concentración de 0,1639 g/L, el agua jabonosa del jabón en barra Z, presenta menor conductividad eléctrica con un valor de 32,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; a 1,1475 g/L es el agua jabonosa del jabón en barra convencional que presenta mayor conductividad eléctrica con un valor de 182,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El agua jabonosa del jabón X, presenta el mayor valor de densidad de 1,04 g/mL para una concentración de 0,1639 g/L, y la misma presenta un valor mínimo de densidad 0,99 g/mL para 0,8 g/L de concentración en peso. El agua jabonosa del jabón en barra X, presenta el mayor valor de tensión superficial de 37,39 dina/cm a 0,1639 g/L de concentración en peso; el agua jabonosa del jabón en barra convencional presenta la menor tensión superficial con un valor de 27,88 dina/cm a una concentración de 0,4 g/L. El agua jabonosa de la barra de jabón X, presenta la menor DQO con un valor de 300 mg/L a una concentración en peso de 0,1639 g/L; y el agua jabonosa de la barra de jabón Y, presenta la mayor DQO con un valor de 2 800 mg/L para una concentración de 1,1475 g/L.

El jabón elaborado a partir del aceite residual de cocina cumple con la función técnica de limpieza de la piel similar a la de un jabón convencional, lo que lo hace un producto fiable para ser utilizado por las personas para su higiene personal y en beneficio de su salud,

contribuyendo al saneamiento ambiental de las comunidades. Al momento de su uso, se generan aguas grises que necesitan de un tratamiento o disposición final adecuada, en cumplimiento con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, artículos 16 al 28, 34 y 35. Al ser aprovechado el aceite residual de cocina, se disminuye considerablemente la presencia de grasas y aceites en los cuerpos receptores, lo que beneficia a todos aquellos entes generadores para el cumplimiento de los artículos del acuerdo mencionado anteriormente.

## Referencias

- Cisterna O., Pedro. (s.f.). Determinación de la relación DQO/DBO<sub>5</sub> en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región.
- Conant, J. (s.f.). Saneamiento y limpieza para un ambiente sano.
- González Guay, Ronny M. (2018). Factibilidad técnica, económica y grado de satisfacción en la elaboración de un jabón artesanal mediante el reúso del aceite residual de cocina, como opción para el saneamiento ambiental. Estudio especial de maestría en ciencias de ingeniería sanitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, ERIS.
- González, I., González, J. (s.f.). Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación. Distrito Federal, México: McGraw-Hill/Interamericana

## Agradecimientos

Se les agradece a la Universidad de San Carlos de Guatemala, a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, a los profesionales y demás personas que se involucraron directa e indirectamente en el desarrollo del presente estudio. Agradecimiento especial al pueblo de Guatemala.

## Información del autor

Ronny Martín González Guay, ingeniero químico y maestro en ciencias en ingeniería sanitaria graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Experiencia en la industria de productos cosméticos; en el sector público asesor en temas ambientales involucrados en la gestión de proyectos, industrias o actividades en Guatemala.



Zenón Much Santos, ingeniero químico y maestro en ciencias en ingeniería sanitaria graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Profesor titular de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria –ERIS-, con más de 20 años de experiencia como docente y profesional.