

**Elaboración de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado  
en el pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma,  
Arequipa 2020**

**Q.F. Cleny Ninataype Huanaco**

<https://orcid.org/0000-0003-3456-9708>

[clenynina@gmail.com](mailto:clenynina@gmail.com)

Universidad Privada Autónoma del Sur

**Q.F. Mariluz Rayo Ayme**

<https://orcid.org/0000-0001-8381-8411>

[mariluz.rayoa@gmail.com](mailto:mariluz.rayoa@gmail.com)

Universidad Privada Autónoma del Sur

**Dra. Blga. Romina Rondón Chambi**

<https://orcid.org/0000-0002-7394-6994>

[rrondonch@unsa.edu.pe](mailto:rrondonch@unsa.edu.pe)

Universidad Nacional de San Agustín

Arequipa - Perú

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal, elaborar jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en el pueblo tradicional de Carmen Alto, con el fin de disminuir la contaminación ambiental. El aceite reciclado fue recolectado de los generadores domiciliarios donde se obtuvo 5 galones de aceite reciclado que atravesó los procesos de filtrado, sedimentación, desodorizado y clarificado obteniendo un aceite purificado, el cual fue sometido a un análisis fisicoquímico del cual se obtuvo un aceite de color anaranjado como característica organoléptica, en cuanto al índice de acidez se obtuvo 0.11 % ácido oleico, referente a la densidad se obtuvo 0.92 g/mL, en cuanto al índice de saponificación se obtuvo 189.75 mg KOH/g, referente al índice de peróxido se obtuvo 34.20 meq O<sub>2</sub>/Kg, en cuanto al índice de Yodo se obtuvo 123.07 %, y de Humedad se obtuvo 0.04 %. Para la elaboración de la pasta de jabón base, se evaluaron los parámetros de saponificación, donde se observó la variabilidad del exceso de KOH al 5, 7,10 % de las pastas de jabón base, donde se determinó que un exceso de KOH del 5 % de la pasta de jabón base con aceite purificado es el adecuado para obtener pasta de jabón base con pH 8. La formulación del jabón líquido se realizó a través de la prueba de

detergencia al 10, 25 y 40 % donde se obtuvo que la formulación del 25 % fue el más óptimo para la elaboración del jabón líquido. Finalmente en el control de calidad del jabón elaborado se obtuvo en las características organolépticas un aspecto homogéneo, con un olor agradable y una buena uniformidad de color, según el nivel de espuma se obtuvo 3 cm<sup>3</sup>, determinación de pH 8, determinación de materia insoluble en alcohol 0.3 %, determinación de alcalinidad 0.06 % KOH y según la prueba de estabilidad a corto plazo se obtuvo un jabón con un comportamiento de trabajo estable por lo cual la elaboración del jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado es técnicamente viable, además al reciclar el aceite vegetal usado se evita su eliminación por el alcantarillado y su elaboración se convierte en una gran alternativa en beneficios del medio ambiente.

**Palabras clave:** contaminación; aceite reciclado; residuo; desodorizado; clarificado; jabón industrial; saponificación.

Artículo recibido: 20 marzo 2022

Aceptado para publicación: 15 abril 2022

Correspondencia: [yeni.espiritu@epg.usil.pe](mailto:yeni.espiritu@epg.usil.pe)

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

**Production of soap for industrial use from recycled oil  
in the traditional village of carmen alto in the district of Cayma,  
Arequipa 2020**

**ABSTRACT**

The main objective of this research, is to produce soap for industrial use from recycled oil in the traditional village of Carmen Alto, in order to reduce environmental pollution. The recycled oil was collected from household generators where 5 gallons of recycled oil were obtained, which went through the processes of filtering, sedimentation, deodorization and clarification obtaining a purified oil which was subjected to a physicochemical analysis from which an orange-colored oil was obtained as an organoleptic characteristic, as for the acidity index, 0.11 % oleic acid, 0.92 g/mL was obtained for the density, 189.75 mg KOH/g was obtained for the saponification index, 34.20 meq O<sub>2</sub>/Kg was obtained for the peroxide index, 123.07 % was obtained for the iodine index, and 0.04 % was obtained for the humidity index. For the elaboration of the base soap paste, the saponification parameters were evaluated where it was observed the variability of the excess of KOH at 5, 7, 10 % of the base soap pastes where it was determined that an excess of KOH of 5 % of the base soap paste with purified oil is the adequate to obtain base soap paste with pH 8. The formulation of liquid soap was carried out through the detergency test at 10, 25 and 40 % where it was obtained that the formulation of 25 % was the most optimal for the elaboration of liquid soap. Finally, in the quality control of the elaborated soap, in the organoleptic characteristics it was obtained a homogeneous aspect, with a pleasant smell and a good color uniformity, according to the foam level it was obtained 3 cm<sup>3</sup>, determination of pH 8, determination of insoluble matter in alcohol 0.3 %, determination of alkalinity 0.06 % KOH and according to the short-term stability test, a soap with a stable working behavior was obtained, so the elaboration of soap for industrial use from recycled oil is technically feasible, besides, by recycling used vegetable oil, its disposal through the sewage system is avoided and its elaboration becomes a great alternative for the benefit of the environment.

**Keywords:** contamination, recycled oil, waste, deodorized, clarified, industrial soap, saponification.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El aceite de cocina usado hoy en día se ha convertido en la contaminación silenciosa de las aguas y del medio ambiente, porque después del preparado de las exquisiteces culinarias, el residuo del aceite por la gran mayoría de personas es eliminado por el lavaplatos, llegando a atascar los alcantarillados y contaminar los mares, ríos y acuíferos, como el caso memorable que ocurrió en la capital Británica en el año 2015 cuando se produjo la ruptura de sus cañerías por la formación de un fatberg (bloque de grasa) el cual era un coágulo de 10 toneladas de grasa de acumulación silenciosa que se formó a partir de los residuos de aceite que fueron eliminados desde los domicilios y restaurantes a los desagües urbanos. **(Ladera Sur, 2019)**

Más sin embargo en España se considera que el aceite usado de cocina posee 5 mil veces más de carga contaminante que el agua residual que circula por las redes de saneamiento, es decir que la demanda química de oxígeno (DQO) del aceite usado es del orden de 3 400 000 mg O<sub>2</sub>/L según el consorcio de aguas Bilbao B. quienes realizaron el análisis de un tanque de la empresa RAFRINOR, además causan sobre costos en los centros de depuración de aguas residuales por ende se estima que la depuración de 1 litro de aceite vegetal usado tiene un costo de 0.46 euros por litro por lo cual eliminar un litro de aceite residual es 700 veces más caro que eliminar agua residual. **(Gonzales & Gonzales, 2019)** Nuestro país vecino Chile exporta anualmente 10 mil toneladas de aceite residual a Europa para la transformación en Biodiésel. **(Ladera Sur, 2019)** nuestro país la empresa Inkaterra Machu Picchu es la primera planta de transformación de aceite en biodiésel en Cuzco. La cual cada mes produce 600 galones de combustible biodiésel y se evita que 6 mil litros de aceite usado sean eliminados al río Vilcanota. **(El Comercio, 2019)** Por ende la población Arequipeña por su variedad culinaria se convierte en un gran generador de este residuo, pero actualmente nos encontramos en el inicio del reciclaje de este desecho. La presente investigación tiene como finalidad integrar a la cadena productiva nuevamente a este desecho con la elaboración de Jabón para uso industrial como una alternativa para reducir la contaminación del agua por este residuo.

## **2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS O MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación es de nivel descriptivo y según el tipo de investigación sería por la manipulación de variables: experimental, según el número de mediciones: transversal, según la temporalidad: prospectivo, según el enfoque: Cuantitativo; Por el

propósito o finalidad: Aplicada; Paradigma: Positivista y Según el Diseño de la Investigación: Experimental

### **Población**

- Estuvo constituido por 5 galones de aceite vegetal reciclado, recolectado en el Pueblo Tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma de la Ciudad de Arequipa entre los meses de octubre y noviembre.

### **A. Muestra**

- La muestra consistió en 500 ml de aceite purificado obtenido del aceite vegetal reciclado a través del proceso de reciclaje a base del desodorizado con carbón activado y clarificado con bentonita para la elaboración de jabón para uso industrial.

### **B. Muestreo**

- Al Azar.

## **2.1. Acondicionamiento de la muestra**

### **2.1.1. Sedimentación**

El aceite reciclado atravesó por el proceso de sedimentación por 24 horas.

### **2.1.2. Desodorizado a base de carbón activado: (Parra, Marin, Jacome, & Et al, 2018)**

Se llevo acabo según las investigaciones antes mencionadas para los cual se vertió el aceite en la columna que por efecto de la gravedad se produjo el proceso de la adsorción física sólido- líquido de contacto directo lo cual produjo el desodorizado.

### **2.1.3. Clarificado a base de bentonita sódica activada: (Sun, 1999)**

Se tomo en consideración según la investigación previamente mencionada en la cual se calentó el aceite a 70 °C para disminuir la viscosidad del aceite desodorizado, seguidamente se vertió en la columna en la cual por efecto de la gravedad se produjo el proceso de la adsorción física sólido- líquido de contacto directo lo cual produjo el aceite clarificado. Seguidamente fue filtrado.

## **2.2. Análisis fisicoquímicos del aceite Vegetal purificado**

Los análisis fisicoquímicos del aceite purificado obtenido del aceite reciclado fueron realizados por el laboratorio BHIOS.

## **2.3. Elaboración de jabón**

### **2.3.1. Obtención de pasta del jabón base por saponificación**

para la obtención de pasta de jabón base se compararon seis pastas de jabón base, para ello cada jabón base fue evaluado en los porcentajes de 5,7 y 10 % de exceso de KOH y se utilizó dos índices de saponificación para comparar la pasta de jabón más óptima.

### **2.3.2. Obtención de jabón líquido elaborado**

**Prueba de detergencia:** (Meza, 2016) se realizó según la investigación previamente mencionada y se trabajó con la pasta de jabón base del aceite purificado con el exceso de KOH al 5 % cuya pasta de jabón base se evaluó en los porcentajes de 10, 25 y 40 % para lo cual se preparó las soluciones jabonosas en los porcentajes indicados

### **2.3.3. Formulación del jabón líquido con pasta de jabón base de aceite purificado**

Después del proceso de saponificación y de la prueba de detergencia para la elaboración del jabón líquido, se usó la pasta de jabón base con aceite purificado y con un exceso de KOH del 5 % con un pH de 8 y porcentaje de formulación del 25 % de la prueba de detergencia que demostró mayor eficacia. (Hilgert, 2012)

## **2.4. Control de calidad del jabón elaborado**

El control de calidad del jabón líquido elaborado se efectuó cuya valoración según las NTP y NTE así mismo se comparó con el jabón líquido comercial para uso industrial por su similitud en su uso y un jabón líquido comercial de tocador por similitud en su viscosidad en los cuales apreciamos:

### **2.4.1. Características organolépticas**

Se procedió a observar un aspecto homogéneo sin alteraciones, con una buena uniformidad del color y un agradable olor.

### **2.4.2. Determinación de Ph**

Se consideró como referencia el procedimiento de la NTP 319.169 (INACAL, 2017) se midió y se registró los resultados. Y cuyos datos obtenidos fueron evaluados según la NTP 319.169 y la NTE 850 – 1R.

### **2.4.3. Determinación de nivel de espuma**

Se consideró a la NTE 831, las lecturas se repitieron a los 2, 3, 5, 15 minutos. El mismo procedimiento se aplicó a los jabones líquidos comerciales. (Montiel, Febrero 2017)

#### **2.4.4. Determinación de la materia insoluble en alcohol**

Se consideró a la NTP 319.101 y cuyos datos obtenidos fueron evaluados según la NTP 319.073 (INACAL, 2017)

#### **2.4.5. Determinación de Alcalinidad Libre**

Se consideró a la NTP 319.166 (De la Cruz & Fernandez, 2012) Y cuyos datos obtenidos fueron evaluados según la NTP 319.073.

#### **2.4.6. Determinación de Acidez Libre**

Se consideró a la NTP 319.166 datos obtenidos se evaluaron según la NTE 850 -1R.

#### **2.4.7. Pruebas de estabilidad a Corto Plazo**

Se consideró a las investigaciones De la Rosa y Pacheco. (De la Rosa & Pacheco, 2015) Cuyo procedimiento se basó en la evaluación en tres diferentes temperaturas de exposición las cuales fueron 4, 25 y 40 °C diariamente durante 30 días donde los parámetros evaluados fueron el aspecto, uniformidad de color, olor y pH de los jabones líquidos.

### **3. RESULTADOS**

Siguiendo los métodos fisicoquímicos y las normas técnicas establecidas para la valoración de la presente investigación la parte experimental está dividida en varios segmentos que a continuación se detalla.

#### **3.1. Resultados de la recolección de aceite reciclado de los generadores domiciliarios del pueblo tradicional de Carmen Alto.**

Se recolectó 5 galones de aceite reciclado de los generadores domiciliarios del pueblo tradicional de Carmen Alto, que a través de la recolección se inició el proceso de reciclaje.

#### **3.2. Resultados del proceso de purificación del aceite reciclado de los generadores domiciliarios del pueblo tradicional de Carmen Alto.**

Se aplicó el proceso de sedimentación, filtrado, desodorizado a base de carbón activado y clarificado con bentonita sódica activada, de cuyos procesos se obtuvo 8 litros de aceite desodorizado, 4 litros de aceite clarificado y 7 litros de aceite de residuo. A los 4 litros de aceite clarificado, se le sometió a un análisis fisicoquímico.

#### **3.3. Resultados del análisis fisicoquímico del aceite purificado obtenido del aceite reciclado**

El análisis fisicoquímico del aceite vegetal purificado fue realizado por el laboratorio de control de calidad BHIOS el cual nos proporcionó los siguientes datos.

**Tabla 1.** Análisis Fisicoquímico del Aceite Purificado obtenido

Determinaciones	Aceite Vegetal Purificado	Unidades
Sensorial Color	Anaranjado	---
Acidez (Ac. Oleico)	0.11	%
Densidad	0.9171	g/mL
Índice de Saponificación	189.75	mg KOH/g
Índice de Peróxido	34.20	Meq/Kg
Índice de Yodo	123.07	%
Humedad	0.04	%

*Fuente:* Laboratorio de Control de Calidad BHIOS de Arequipa (anexo 1).

### 3.4. Resultados de la elaboración de jabón

#### 3.4.1. Resultados de la obtención de pasta del jabón base por saponificación

En la obtención de la pasta de jabón base se compararon seis pastas de jabón base de las cuales 3 se elaboraron con aceite purificado y 3 con aceite de residuo.

**Tabla 2.** Resultados de los parámetros de saponificación de los excesos de KOH

Parámetros de saponificación	Excesos de KOH – Pasta de jabón base					
	Con Aceite Purificado			Con Aceite de Residuo		
	5 %	7 %	10 %	5 %	7%	10 %
KOH (g)	99.62	101.52	104.36	105.79	107.8	110.83
H <sub>2</sub> O para KOH (mL)	221.3	225.6	231.9	235.1	239.6	246.3
°T mínimo (°C)	60	65	70	60	65	70
°T máximo (°C)	70	75	80	70	75	80
Tiempo (min)	60	55	50	55	50	45
pH de pasta solución 1 %	8	9	10	12	13	14
Peso de pasta obtenida ( g )	758	766	771	768	776	782
Tiempo de reposo (hrs)	48	48	48	48	48	48
Peso final (pasta) ( g )	756	764	770	766	775	780

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

Seguidamente se realizó un análisis de correlación de Pearson, a los datos obtenidos en la tabla 2, con la finalidad de observar estadísticamente el grado de asociación de los parámetros de saponificación relacionados al exceso de KOH con el pH de la pasta de jabón y peso de la pasta obtenida. En cuanto a la variable del exceso del KOH con relación a la variabilidad del pH la hipótesis alterna ( $H_1: r_{xy} \neq 0$ ) sería, que si existe relación entre el exceso de KOH y la variabilidad del pH de la pasta de jabón y peso de la pasta de jabón



obtenida y como hipótesis nula ( $H_0: r_{xy} = 0$ ) sería que no hay relación del exceso de KOH con la variabilidad del pH de la pasta de jabón y del peso de la pasta de jabón obtenida.

**Tabla 3.** Correlación de Pearson de los parámetros de saponificación relacionados al exceso de KOH con la variabilidad del pH de la pasta de jabón y peso de la pasta de jabón obtenida del aceite purificado y aceite de residuo

Parámetros de Saponificación		Exceso de KOH (g)	pH	Peso obtenido	Peso F. (reposo)
<b>Exceso de KOH (g)</b>	Correlación de Pearson	1	0.982**	0.958**	0.951**
	Sig. (bilateral)		0.0005	0.003	0.004
<b>pH de la pasta de Jabón</b>	Correlación de Pearson	0.982**	1	0.906*	0.897*
	Sig. (bilateral)	0.0005		0.013	0.015
<b>Peso de la pasta obtenida</b>	Correlación de Pearson	0.958**	0.906*	1	0.998**
	Sig. (bilateral)	0.003	0.013		0.000004
<b>Peso de la pasta final (reposo)</b>	Correlación de Pearson	0.951**	0.897*	0.998**	1
	Sig. (bilateral)	0.004	0.015	0.000004	
N		6	6	6	6

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 3 se aprecia que el exceso de KOH correlaciona directamente con la variabilidad del pH de la pasta de jabón con una correlación de Pearson del 98 % y una significancia de  $p = 0.0005$ ;  $p < 0.01$  y con una correlación de Pearson del 96 % y  $p = 0.003$ ;  $p < 0.01$  por lo cual se puede afirmar que el exceso de KOH se encuentra directamente relacionada con el peso de la pasta de jabón obtenida por ende se acepta la hipótesis alterna. También se observar que el peso obtenido de la pasta de jabón no guarda relación alguna con la variabilidad del pH con un valor de  $p = 0.013$ ;  $p > 0.01$ .

En la comparación de las pastas de jabón base de aceite purificado y de residuo a diferentes excesos de KOH se deduce que la pasta de jabón base óptima para la elaboración del jabón líquido es la pasta con aceite purificado que cumple los parámetros de saponificación en cuanto al exceso de KOH del 5 %, con una  $T^\circ$  Mín. y Max. de 60 a 70  $^\circ\text{C}$ , con un tiempo de saponificación de 60 minutos y un pH final de 8.

### 3.4.2. Resultados de la obtención de jabón líquido elaborado

#### 3.4.2.1 Prueba de detergencia

Se usó la pasta de jabón del aceite purificado con un exceso de KOH del 0.5% con el fin de determinar la cantidad de pasta de jabón capaz de eliminar la suciedad al 10, 25 y 40%

**Tabla 4.** Resultados de ANOVA de la prueba de detergencia para determinar la cantidad de pasta de jabón base para la formulación del jabón líquido.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor crítico para F
<b>Entre grupos</b>	0.696	3	0.232	128.01	0.0002	3.13
<b>Dentro de grupos</b>	0.029	16	0.002			
<b>Total</b>	0.725	19				

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

$F_c: 3.13 < F_{exp}: 128.01; p < 0.05$ . Se aprecian los resultados del análisis de ANOVA que existen diferencias significativas entre los porcentajes de formulación de la pasta del jabón base, para precisar entre que grupos existen diferencias significativas se aplicó la prueba Post-Hoc de Tukey.

**Tabla 5.** Resumen de resultados de la Prueba de Tukey de la prueba de detergencia para determinar la cantidad de pasta de jabón base útil para la formulación del jabón líquido

Porcentaje de Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
<b>P-10 %</b>	5	0.4000		
<b>HSD control</b>	5		0.7680	
<b>P- 25 %</b>	5		0.7960	
<b>P- 40 %</b>	5			0.8900
<b>Sig.</b>		1.000	0.73	1.000

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 5 se puede apreciar que de acuerdo a la prueba Post - Hoc de Tukey no se observan diferencias entre el porcentaje de formulación del 25 % y del grupo control, puesto que su significancia fue de 0.73 a diferencia de los porcentajes de detergencia de 10 y 40 % cuya significancia fue de 1.0, por ende, estos porcentajes de formulación son los que presentaron mayor diferencia. Entonces el porcentaje de formulación de la pasta

de jabón base más óptimo para la elaboración del jabón líquido fue el del 25 % es decir 25 g de pasta de jabón base disueltos en 100 mL de agua destilada, son adecuados para eliminar la materia grasa en un 79.6 % por lo que fue utilizado para la formulación del jabón líquido.

### 3.4.2.2 Formulación del jabón líquido con pasta de jabón base de aceite purificado

Considerando los resultados obtenidos en los parámetros de saponificación y la prueba de detergencia se desarrolló la formulación del jabón líquido.

**Tabla 6.** Formulación de jabón líquido con pasta de jabón base de aceite purificado

Componentes	Cantidades
Pasta de Jabón (g)	25.00
Conservante (Nipagin) (g)	0.10
Emulsionante (PEG 400) (mL)	0.30
Estabilizador de la viscosidad (EDTA) (g)	0.30
Emoliente (glicerina) (mL)	2.00
Colorante (g)	0.04
Fragancia (mL)	0.50
Agua destilada c.s.p.	100 mL

*Fuente: Elaboración propia.*

## 3.5. Resultados del control de calidad del jabón líquido elaborado

### 3.5.1. Resultados de las características organolépticas del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón líquido comercial de tocador

**Tabla 7.** Características organolépticas del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón líquido comercial de tocador

Características Organolépticas	Criterios	Jabón Elaborado	Jabón Comercial	Jabón Tocador
Aspecto	Homogéneo, sin alteración	X	X	X
	Levemente Homogéneo			
	Heterogéneo			
Uniformidad de Color	Buena	X	X	X
	Mala			
Olor	Agradable	X	X	X
	Ligeramente agradable			
	Desagradable			

**Fuente:** Elaboración propia en Word 2016.

**3.5.2. Resultados de la determinación del pH del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón comercial de tocador**

**Tabla 8.** Determinación del pH del jabón líquido elaborado comparado con jabón líquido comercial para uso industrial y jabón líquido comercial de tocador

Determinación de pH	J - Elaborado	J - Comercial	J - Tocador
1	8	6	5
2	8	6	5
3	8	6	5

*Fuente: Elaboración propia.*

**3.5.3. Resultados de la determinación del nivel de espuma del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón líquido comercial de tocador**

**Tabla 9.** Resultados de ANOVA de la determinación del nivel de espuma del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón líquido comercial de tocador

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor Crítico para F
Entre grupos	11.100	2	5.550	12.11	0.001	3.74
Dentro de grupos	5.500	12	0.458			
Total	16.600	14				

*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

\* $F_c: 3.74 < F_{exp}: 12.11$ ;  $p < 0.05$ : (Al menos un grupo difiere al 95 % de confianza). Por lo cual se puede afirmar que los jabones líquidos comparados presentan diferencias por ende se aplicó la prueba de Tukey

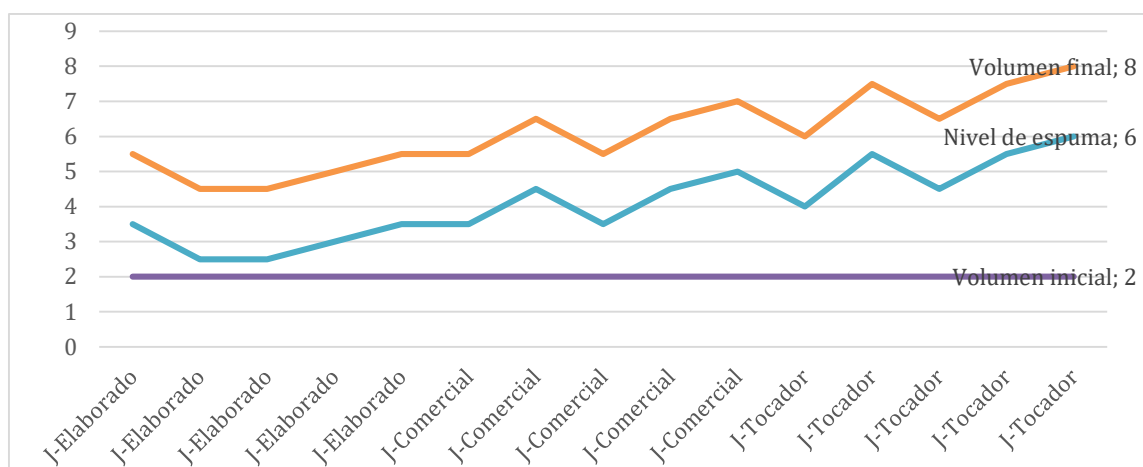
**Tabla 10.** Resumen de resultados de la prueba de Tukey del nivel de espuma del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

Jabones líquidos comparados	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
J - Elaborado	5	3.00	
J - Comercial	5		4.20
J - Tocador	5		5.10
Sig.		1.00	0.13

*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

En la tabla 10 se puede apreciar que de acuerdo a la prueba Post - Hoc de Tukey no se observan diferencias entre el nivel de espuma del J – Comercial y el J – Tocador presentando una significancia 0.13 a diferencia del nivel de espuma del J – Elaborado cuya significancia fue de 1.0 por ende el J – Elaborado presento mayor diferencia porque presento menor nivel de espuma en comparación con los jabones comerciales más sin embargo según la NTE 831 no especifica el nivel de espuma, sino que su importancia radica según la industria fabricante.

**Figura 1.** Gráficos por barra del nivel de espuma de los jabones líquidos evaluados.



**Fuente:** Elaboración propia en Excel 2016.

### 3.5.4. Resultados de la determinación de materia insoluble en alcohol del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

**Tabla 11.** Resultados de ANOVA del porcentaje de materia insoluble en alcohol del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Entre grupos</b>	0.06	2	0.03	0.78	0.50	4.46
<b>Dentro de grupos</b>	0.24	6	0.04			
<b>Total</b>	0.30	8				

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

$F_c: 4.46 > F_{exp}: 0.78; p > 0.05$  se afirma que los jabones líquidos comparados no presentan diferencias significativas en cuanto al porcentaje de materia insoluble en alcohol lo que es de beneficio para la presente investigación.

### 3.5.5. Resultados de la determinación del porcentaje de alcalinidad o acidez libre del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

**Tabla 12.** Resultados de ANOVA del porcentaje de alcalinidad o acidez del jabón líquido elaborado comparado con el jabón líquido comercial para uso industrial y el jabón líquido comercial de tocador

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Entre grupos</b>	0.120	2	0.060	29.09	0.001	4.46
<b>Dentro de grupos</b>	0.012	6	0.002			
<b>Total</b>	0.132	8				

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

$F_c: 4.46 < F_{exp}: 29.09; p < 0.05$ : (Al menos un grupo difiere al 95 % de confianza). Se puede afirmar que los jabones líquidos comparados presentan diferencias por ende se aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 13.** Resultados de la Prueba de Tukey del porcentaje de álcali o acidez libre del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales.

Tipo de jabón líquido	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
<b>HSD Tukey<sup>a</sup> J - Elaborado</b>	3	0.06	
<b>J - Comercial</b>	3		0.23
<b>J - Tocador</b>	3		0.34
<b>Sig.</b>		1.000	0.057

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 13 se puede apreciar que de acuerdo a la prueba Post - Hoc de Tukey no existe diferencias entre el J – Comercial y el J – Tocador con una significancia  $p = 0.057$  a diferencia del J - Elaborado con una significancia de  $p = 1.00$  por ende el J – Elaborado presentó mayor diferencia porque su valor se debe a la determinación de alcalinidad y en los jabones comerciales no existe diferencia en su determinación de acidez.

### 3.5.6. Resultados de la prueba de estabilidad a corto plazo del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

#### 3.5.6.1. Resultados de la prueba de estabilidad a corto plazo del parámetro de pH del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

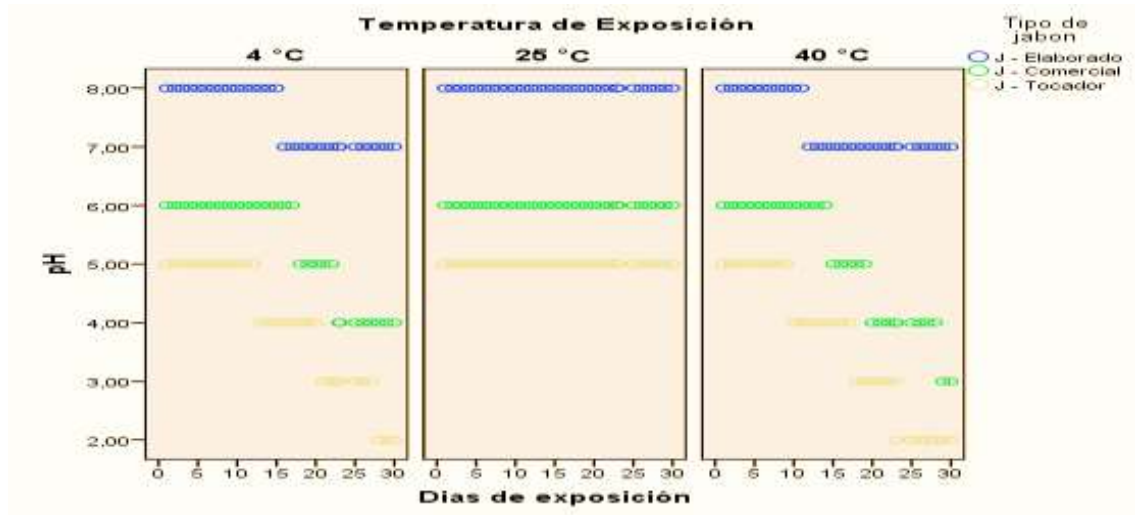
**Tabla 14.** Resultados de ANCOVA del parámetro de pH evaluado en la prueba de estabilidad del jabón líquido elaborado comparado con los jabones comerciales

Origen	Tipo III de suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Modelo corregido</b>	662.5 <sup>a</sup>	9	73.61	284.09	0.0005	1.92
<b>Interceptación</b>	2849.6	1	2849.64	10997.87	0.0009	3.88
<b>Días de exposición</b>	70.3	1	70.30	271.31	0.0003	3.88
<b>Tipo de Jabón</b>	540.2	2	270.04	1042.21	0.0007	3.03
<b>Temperatura</b>	47.8	2	23.88	92.15	0.0006	3.03
<b>Jabón * Temperatura</b>	4.4	4	1.09	4.20	0.003	2.41
<b>Error</b>	67.4	260	0.26			
<b>Total</b>	9674.0	270				
<b>Total corregido</b>	729.9	269				

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 14 de las pruebas de efectos inter-sujetos de ANCOVA se puede afirmar que existe significancia independiente en los días de exposición porque el valor crítico de F calculada es menor al valor de F experimental ( $F_c:3.88 < F_{exp}:271.31$ ) con una significancia de  $p = 0.0003$ ;  $p < 0.05$  en lo que respecta al Tipo de jabón presento un valor de  $F_c:3.03 < F_{exp}:1\ 042.21$  con una significancia de  $p = 0.0007$ ;  $p < 0.05$  y en cuanto a la temperatura presento un valor  $F_c:3.03 < F_{exp}:92.15$  con una significancia de  $p = 0.0006$ ;  $p < 0.05$  por ende existe interacción entre Tipo de jabón y temperatura con un valor  $F_c:2.41 < F_{exp}:4.20$  con una significancia de  $p = 0.003$ ;  $p < 0.05$  es decir que el comportamiento de los jabones líquidos evaluados en lo que refiere al pH varía según la temperatura y la covariable de días de exposición.

**Figura 2.** Diagrama de dispersión simple del covariable día de exposición con la interacción de los jabones líquidos evaluados en diferentes temperaturas de exposición, cuál produce la variación del pH.



**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

**Tabla 15.** Resultados de ANOVA del parámetro de pH evaluado en la prueba de estabilidad a corto plazo con el tipo de jabón evaluado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Entre grupos</b>	540.09	2	270.04	379.93	0.0008	3.03
<b>Dentro de grupos</b>	189.78	267	0.71			
<b>Total</b>	729.87	269				

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

$F_c: 3.03 < F_{exp}: 379.93; p < 0.05$ . Se pueden observar que existen diferencias significativas en la variación del pH y el tipo de jabón que se asocian en la prueba de estabilidad a corto plazo. Como resultado el ANOVA indicó que existen diferencias significativas en función al tipo de jabón evaluado, y por ello depende la variación del pH. Por lo cual se aplicó la prueba Post-Hoc de Games Howell.



**Tabla 16.** Resultados de la Prueba Games Howell del parámetro de pH evaluado en la prueba de estabilidad a corto plazo con el tipo de jabón evaluado

(I) Tipo de jabones líquidos comparados	(J) Tipo de jabón	Diferencia de medias	Error	Sig.	95% de confianza	
					L. Inf.	L. Sup.
<b>Jabón</b>	<b>J-Comercial</b>	2.178*	0.106	0.0005	1.93	2.43
<b>Elaborado</b>	<b>J -Tocador</b>	3.422*	0.123	0.0005	3.13	3.71
<b>Games- Jabón</b>	<b>J- Elaborado</b>	-2.178*	0.106	0.0005	-2.43	-1.93
<b>Howell Comercial</b>	<b>J-Tocador</b>	1.244*	0.145	0.001	0.90	1.59
<b>Jabón de</b>	<b>J- Elaborado</b>	-3.422*	0.123	0.0005	-3.71	-3.13
<b>Tocador</b>	<b>J-Comercial</b>	-1.244*	0.145	0.001	-1.59	-0.90

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

Se aprecia en las comparaciones múltiples de la prueba Post hoc de la prueba Games Howell la cual señalo que existe diferencia significativa en la variación del pH entre el J-Elaborado con el J- Comercial y el J – Tocador con una significancia de  $p = 0.0005$ ;  $p < 0.05$ . En cuanto al J - Comercial y el J - Tocador se aprecia una significancia de  $p = 0.001$ ;  $p < 0.05$  por ende podemos inferir que existe una mayor diferencia significativa en la variación del pH entre el J – Elaborado y los Jabones comerciales, pero que entre el J – Comercial y el J- Tocador existe similitud en su variación de pH.

**Tabla 17.** Resultados de ANOVA del parámetro de pH evaluado en la prueba de estabilidad con las diferentes temperaturas de exposición de los jabones evaluados.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Entre grupos</b>	47.76	2	23.88	9.35	0.0001	3.03
<b>Dentro de grupos</b>	682.11	267	2.56			
<b>Total</b>	729.87	269				

**Fuente:** Elaboración propia en SPSS 25.

$F_c: 3.03 < F_{exp}: 9.35$ ;  $p < 0.05$ . Por ende, existen diferencias significativas donde en función de la temperatura de exposición depende la variación del pH. Por lo cual se aplicó la prueba Post-Hoc de Games Howell.

**Tabla 18.** Resultados de la prueba Games Howell del pH evaluado en la prueba de estabilidad con las diferentes temperaturas de exposición de los jabones evaluados

	(I) T°	(J) T°	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	95% de confianza	
						L. Inf.	L. Sup.
<b>Games Howell</b>	4 °C	25 °C	-0.74*	0.221	0.003	-1.27	-0.22
		40 °C	0.24	0.260	0.62	-0.37	0.86
	25 °C	4 °C	0.74*	0.221	0.003	0.22	1.28
		40 °C	0.99*	0.232	0.0001	0.44	1.54
	40 °C	4 °C	-0.24	0.260	0.62	-0.86	0.37
		25 °C	-0.99*	0.232	0.0001	-1.54	-0.44

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 18 se aprecia las comparaciones múltiples de la prueba de Games Howell, en la variación del pH a 25 °C de exposición comparado con 4 °C con una significancia de  $p = 0.003$ ;  $p < 0.05$  y en comparación con 40 °C se aprecia una significancia de  $p = 0.0001$ ;  $p < 0.05$  por lo cual existe diferencias significativas entre estos grupos, más sin embargo existe similitud en la variación del pH en las temperaturas de 4 y 40 °C;  $p = 0.62$ ;  $p > 0.05$ .

### 3.5.6.2. Resultados de la prueba de estabilidad a corto plazo de las características organolépticas del aspecto del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales

**Tabla 19.** Resultado del estadístico de contingencia de las pruebas de Chi-cuadrado de las características organolépticas del Aspecto de los tipos de jabones líquidos evaluados a diferentes temperaturas de exposición

Pruebas de Chi-cuadrado - Aspecto		Valor	gl	Sig. (2 caras)
<b>Jabón Elaborado</b>	Chi-cuadrado de Pearson	16.24 <sup>b</sup>	2	0.0003
	Razón de verosimilitud	23.06	2	0.00001
	Asociación lineal por lineal	0.78	1	0.77
<b>Jabón Comercial</b>	Chi-cuadrado de Pearson	16.03 <sup>c</sup>	2	0.0003
	Razón de verosimilitud	21.94	2	0.00002
	Asociación lineal por lineal	2.30	1	0.129
<b>Jabón Tocador</b>	Chi-cuadrado de Pearson	48.13 <sup>a</sup>	4	0.0009
	Razón de verosimilitud	57.10	4	0.0001
	Asociación lineal por lineal	12.76	1	0.0004

*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

En la tabla 19 de contingencia de las Pruebas de Chi-cuadrado de las características organolépticas referente al Aspecto, se aprecia que en el J - Elaborado existe una asociación significancia entre las temperaturas de exposición y el aspecto con una significancia de  $p = 0.0003$ ;  $p < 0.05$ . En caso del J - Comercial existe una asociación significativa entre las variables  $p = 0.0003$ ;  $p < 0.05$ . Paralelamente se observa el resultado del J - Tocador que presenta una significancia de  $p = 0.0009$ ;  $p < 0.05$ .

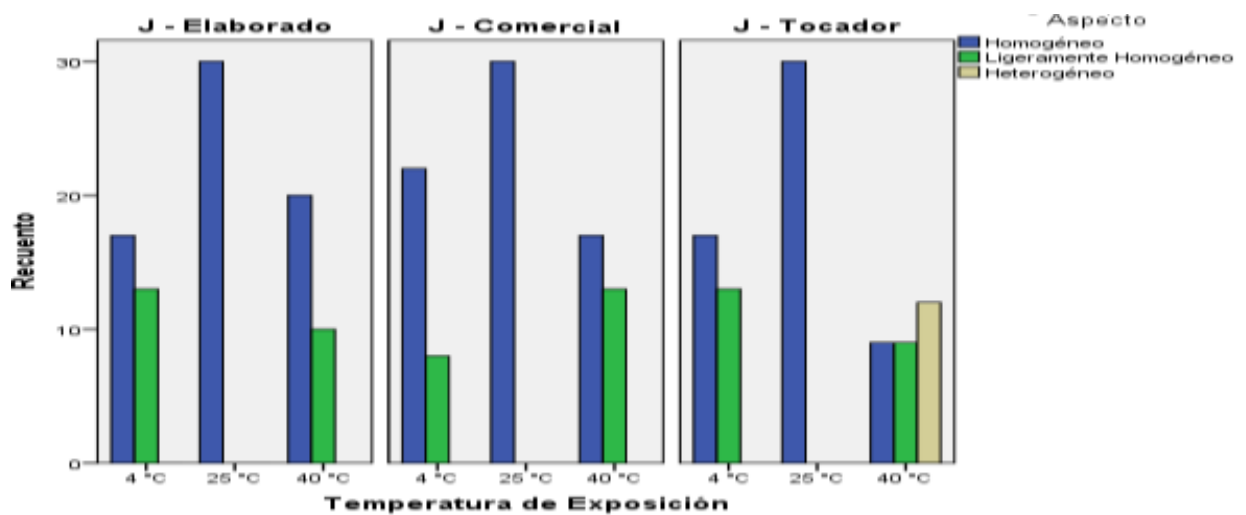
**Tabla 20** Resultado del estadístico de los coeficientes de asociación de las pruebas de Chi-cuadrado del Aspecto de los jabones líquidos evaluados.

Coeficientes de asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado			Valor	Sig.
<b>Jabón Elaborado</b>	Nominal por	Phi	0.43	0.00029
		V de Cramer	0.43	0.00029
	Nominal	Coeficiente de contingencia	0.39	0.00029
<b>Jabón Comercial</b>	Nominal por	Phi	0.42	0.00033
		V de Cramer	0.42	0.00033
	Nominal	Coeficiente de contingencia	0.39	0.00033
<b>Jabón Tocador</b>	Nominal por	Phi	0.73	0.00089
		V de Cramer	0.52	0.00089
	Nominal	Coeficiente de contingencia	0.59	0.00089

*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

En la tabla 20 se aprecia los resultados de los coeficientes de fuerza de asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado del Aspecto, donde se observa que el J - Elaborado presenta los coeficientes de Phi de 0.43; Cramer 0.43 y de contingencia de 0.39. A diferencia del J - Comercial posee Phi de 0.42; Cramer 0.42 y de contingencia 0.39. Así mismo el J - Tocador presenta un coeficiente de Phi de 0.73; Cramer de 0.52 y de contingencia 0.59. Por ende, el J - Elaborado y el J - Comercial poseen una baja asociación entre las variables y que el J - Tocador posee alta asociación entre las variables del aspecto y temperaturas lo cual justificaría el cambio de aspecto.

**Figura 3.** Prueba de estabilidad del aspecto de los jabones líquidos evaluados.



Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.

**3.5.6.3. Resultados de la prueba de estabilidad a corto plazo de las características organolépticas del olor del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales**

**Tabla 21.** Resultado del estadístico de contingencia de las pruebas de Chi-cuadrado de asociación del Olor de los jabones líquidos evaluados a diferentes temperaturas

Asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado	Valor	gl	Sig.	
<b>J - Elaborado</b>	Chi-cuadrado de Pearson	34.444 <sup>b</sup>	2	0.0003
	Razón de verosimilitud	44.892	2	0.0002
	Asociación lineal por lineal	4.395	1	0.036
<b>J - Comercial</b>	Chi-cuadrado de Pearson	29.874 <sup>c</sup>	2	0.0003
	Razón de verosimilitud	39.688	2	0.0002
	Asociación lineal por lineal	2.524	1	0.112
<b>J - Tocador</b>	Chi-cuadrado de Pearson	19.385 <sup>d</sup>	2	0.00006
	Razón de verosimilitud	26.572	2	0.00002
	Asociación lineal por lineal	2.054	1	0.152
N de casos válidos		90		

Fuente: Elaboración Propia en SPSS 25.

En la tabla 21 de contingencia de las Pruebas de Chi-cuadrado del olor, se aprecia que en el J - Elaborado existe una asociación significancia entre las temperaturas de exposición y el olor con una significancia de  $p = 0.0003$ ;  $p < 0.05$ . En caso del J - Comercial existe una asociación significativa entre las variables con una significancia de  $p = 0.0003$ ;  $p < 0.05$ . Paralelamente se observa el resultado del J - Tocador que presenta una significancia

de  $p = 0.00006$ ;  $p < 0.05$ . Dado que en la tabla de contingencia de la prueba de Chi cuadrado presenta asociación entre las variables se realizó la prueba de coeficientes de asociación.

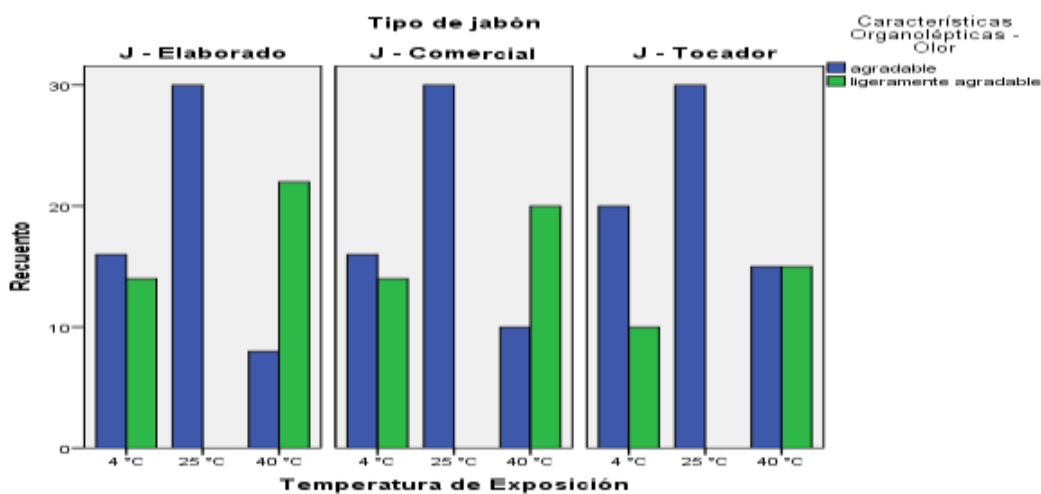
**Tabla 22.** Resultado de los coeficientes de asociación de las pruebas de Chi-cuadrado del olor de los jabones líquidos evaluados a diferentes temperaturas.

Coeficientes de asociación de Chi-cuadrado			Valor	Sig.
<b>Jabón Elaborado</b>	Nominal por Nominal	Phi	0.62	0.0003
		V de Cramer	0.62	0.0003
		Coefficiente de contingencia	0.53	0.0003
<b>Jabón Comercial</b>	Nominal por Nominal	Phi	0.58	0.0003
		V de Cramer	0.58	0.0003
		Coefficiente de contingencia	0.50	0.0003
<b>Jabón Tocador</b>	Nominal por Nominal	Phi	0.46	0.00006
		V de Cramer	0.46	0.00006
		Coefficiente de contingencia	0.42	0.00006

*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

En la tabla 22 se aprecia los resultados de los coeficientes de asociación de las pruebas de Chi-cuadrado donde se mide la fuerza de asociación entre las variables por lo cual el J – Elaborado presentó de Phi 0.62; Cramer 0.62, contingencia 0.53. A diferencia del J - Comercial Phi 0.58; Cramer 0.58, contingencia 0.50. Así mismo el J - Tocador Phi 0.46; Cramer 0.46 y de contingencia 0.42. Por ende, se infiere que el J - Elaborado y el J - Comercial poseen alta asociación entre las variables de T° y olor, en cuanto al J - Tocador posee baja asociación por ende no presenta variabilidad del olor.

**Figura 4.** Prueba de estabilidad del olor de los jabones líquidos evaluados.



*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

**3.5.6.4. Resultados de la prueba de estabilidad a corto plazo de las características organolépticas de la uniformidad de color del jabón líquido elaborado comparado con los jabones líquidos comerciales**

**Tabla 23.** Resultado del estadístico de contingencia de las pruebas de Chi-cuadrado de asociación de la uniformidad del color de los jabones líquidos evaluados.

Asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado		Valor	gl	Sig.
<b>Jabón Elaborado</b>	Chi-cuadrado de Pearson	12.14 <sup>b</sup>	2	0.002
	Razón de verosimilitud	17.93	2	0.0001
	Asociación lineal por lineal	0.099	1	0.75
<b>Jabón Comercial</b>	Chi-cuadrado de Pearson	5.19 <sup>c</sup>	2	0.08
	Razón de verosimilitud	7.92	2	0.02
	Asociación lineal por lineal	0.18	1	0.67
<b>Jabón Tocador</b>	Chi-cuadrado de Pearson	31.52 <sup>d</sup>	2	0.0001
	Razón de verosimilitud	38.61	2	0.0004
	Asociación lineal por lineal	11.07	1	0.001

*Fuente: Elaboración Propia en SPSS 25.*

En la tabla 23 de contingencia de las Pruebas de Chi-cuadrado de la uniformidad del color, se aprecia que en el J - Elaborado existe una asociación significancia entre las T° de exposición y el color con una significancia de  $p = 0.002$ ;  $p < 0.05$ . En caso del J - Comercial no existe una asociación significativa entre las variables de uniformidad de color y T° de exposición con una significancia de  $p = 0.08$ ;  $p > 0.05$ . Paralelamente en el J - Tocador existe una significancia de  $p = 0.0001$ ;  $p < 0.05$ . Se presentó asociación entre las variables por lo cual se realizó la prueba de coeficientes de asociación.

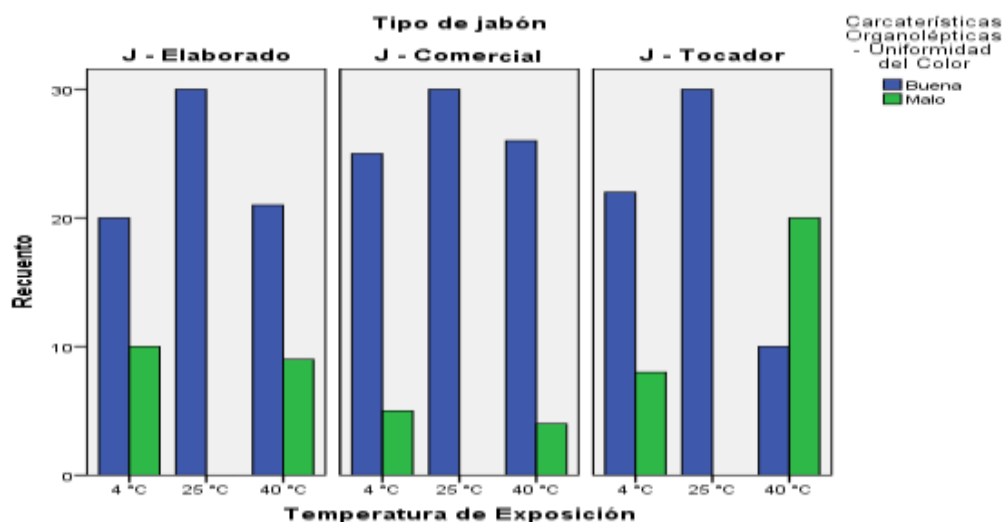
**Tabla 24.** Resultado del estadístico de los coeficientes de asociación de las pruebas de Chi-cuadrado de las características organolépticas de la uniformidad del color del jabón líquido elaborado y el jabón líquido comercial de tocador

Coeficientes de asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado			Valor	Sig.
<b>Jabón Elaborado</b>	Nominal por	Phi	0.37	0.002
		V de Cramer	0.37	0.002
	Nominal	Coeficiente de contingencia	0.35	0.002
<b>Jabón Tocador</b>	Nominal por	Phi	0.59	0.0001
		V de Cramer	0.59	0.0001
	Nominal	Coeficiente de contingencia	0.51	0.0001

*Fuente: Elaboración propia en SPSS 25.*

En la tabla 24 se aprecia los coeficientes de asociación de las Pruebas de Chi-cuadrado de la uniformidad del color con las temperaturas de exposición, en lo cual el J - Elaborado posee un valor de Phi 0.37; Cramer 0.37 y de contingencia 0.35. A diferencia del J - Tocador presenta un coeficiente de Phi de 0.59; Cramer 0.59 y de contingencia 0.51. Por los resultados se infiere que el J - Elaborado presenta una baja asociación entre las variables de la uniformidad del color y temperaturas de exposición, a diferencia del J – Tocador que presenta una alta asociación entre las variables, lo que corroboraría el cambio de color que presentó el J – Tocador en la prueba de estabilidad de 4 y 40 °C.

**Figura 5.** Prueba de estabilidad de la uniformidad del color de los jabones líquidos.



*Fuente:* Elaboración propia en SPSS 25.

#### 4. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió la elaboración del jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado, dicha materia prima se obtuvo de los generadores domiciliarios del Pueblo Tradicional de Carmen Alto cuya recolección se llevó a cabo en 15 días logrando recolectar 5 galones de aceite vegetal reciclado, sin embargo este valor podría variar trabajando en la concientización de los pobladores en cuanto al cuidado del medio ambiente, en el caso de Preciado (Preciado, 2017) recolectó 3 galones de aceite reciclado de la Parroquia Viche del Cantón Quinindé de la provincia de Esmeraldas de Guayaquil en un periodo de una semana. Según la investigación de Leyva y Torres (Leyva & Torres, 2016) en la recolección que realizó durante un mes, logro reciclar 5 161 mL de aceite vegetal reciclado del comedor de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Del proceso de reciclaje que atravesó el aceite vegetal usado recolectado, se obtuvo el aceite purificado, el cual fue llevado para ser analizado por el laboratorio BHIOS, cuyos resultados se aprecian en la tabla 7 donde se puede observar del análisis fisicoquímico, un aceite de color anaranjado como característica organoléptica, en cuanto al índice de acidez se obtuvo 0.11 % ácido oleico, referente a la densidad se obtuvo 0.92 g/mL, en cuanto al índice de saponificación se obtuvo 189.75 mg KOH/g, referente al índice de peróxido se obtuvo 34.20 meq O<sub>2</sub>/Kg, en cuanto al índice de Yodo se obtuvo 123.07 %, y de humedad se obtuvo 0.04 %.

Análogamente Preciado (**Preciado, 2017**) al evaluar el aceite reciclado a través del análisis físico obtuvo de Humedad 1 % y de densidad 0.92 g/mL. A diferencia de la presente investigación como resultados del aceite purificado de Humedad se obtuvo 0.04 % cuyo resultado se encuentra dentro del valor máximo para aceites, el cual es de 0.2 % según el CODEX ALIMENTARIO a diferencia del resultado obtenido por Preciado lo cual favorece a la presente investigación, en cuanto a la densidad se obtuvo 0.92 g/mL cuyo resultado es similar al resultado obtenido por Preciado, cabe mencionar que dichos valores se encuentran dentro del rango de densidad de los aceites que oscila de 0.84 a 0.96 g/mL según el CODEX ALIMENTARIO. Referente al análisis fisicoquímico realizado por Leyva y Torres (**Leyva & Torres, 2016**) en cuanto al índice de saponificación su resultado fue de 278.9 mg KOH/g y para Guijardo (**Guijardo, 2016**) fue de 340 mg KOH/g cuyos valores superan al valor obtenido en la presente investigación que fue de 189.75 mg KOH/g cabe resaltar que el valor obtenido en la presente investigación se encuentra dentro del valor máximo para aceites de consumo humano indicado por la NTE 2 421:2009 el cual es de 199 mg KOH/g.

Es importante mencionar que los índices de saponificación de valores elevados indica, que el aceite analizado posee ácidos grasos de cadenas cortas y que los que indican un índice de saponificación menor poseen ácidos grasos de cadenas largas, por ende, los aceites vegetales al ser expuestos al proceso de fritura atraviesan la reacción de hidrólisis lo cual produce la ruptura de las cadenas de los ácidos grasos dando formación de ácidos grasos libres y cadenas más cortas. (**Arias & Ibarra, 2019**) Más sin embargo el resultado obtenido en la presente investigación es favorable, pero vale la pena aclarar que el aceite analizado en la investigación atravesó por el proceso de filtrado, sedimentación,



desodorizado con carbón activado y clarificado con bentonita a diferencia de los aceites analizados por los autores mencionados.

En cuanto al índice de acidez obtenido por Leyva y Torres (**Leyva & Torres, 2016**) fue de 0.28 % ácido oleico a diferencia de la presente investigación que fue de 0.11 % ácido oleico. Cabe mencionar que el índice de acidez indica la calidad del aceite e indica la alteración de los triglicéridos debido a la hidrólisis química o enzimática, Según la NTP 209.001.1983 indica que los aceites y grasas refinadas de uso en alimentos deben tener un nivel de ácidos grasos libres inferiores al 0.2 % de ácido oleico en cuanto a los aceites usados pueden llegar a ser  $\geq 2$  % p/p. (**Castillo, 2017**) En cuyo rango de aceites de uso en alimentos se encuentra el valor obtenido en la presente investigación a diferencia del resultado obtenido por Leyva y Torres, No obstante el valor obtenido por estos autores se encuentra dentro del rango permitido para aceites usados. Aunque es necesario recalcar la diferencia de resultados pueda deberse a la diferencia de tratamiento que recibieron dichos aceites reciclados.

En lo concerniente al índice de peróxido Leyva y Torres (**Leyva & Torres, 2016**) obtuvieron 18.72 meq. O<sub>2</sub>/Kg. En el caso de Guijardo (**Guijardo, 2016**) obtuvo de índice de peróxido 150 meq. O<sub>2</sub>/Kg, así mismo en la presente investigación se obtuvo un “índice de peróxido” de 34.20 meq. O<sub>2</sub>/Kg, cuyos resultados superan el rango máximo de 15 meq. O<sub>2</sub>/Kg indicado por el CODEX ALIMENTARIO. Lo cual indica que por ser aceites reciclados presentan diferentes grados de oxidación relativamente de acuerdo al índice de peróxido el aceite reciclado por Leyva y Torres poseen menor nivel de oxidación a diferencia de la presente investigación la cual presenta un nivel de oxidación intermedio. Más sin embargo de Guijardo (**Guijardo, 2016**) presenta un alto grado de oxidación por ende mayor deterioro del aceite. Es importante destacar que los niveles de peróxidos aumentan en mayor proporción en aceites vegetales debido a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, esto se debe a que los ácidos grasos con más insaturaciones necesitan menor tiempo para absorber la misma cantidad de oxígeno en comparación con los ácidos grasos con menos insaturaciones, lo cual hace que sea más susceptible a la oxidación. (**Ayala, 2011**)

Por otra parte, en cuanto al índice de Yodo Guijardo (**Guijardo, 2016**) obtuvo 16.5 % a diferencia de la presente investigación en la cual se obtuvo 123.07 % de Yodo absorbido/100 g. Cuyo resultado se halló dentro del rango de índice de Yodo para aceite

vegetal de soja que oscila entre 124 a 139 % según el CODEX ALIMENTARIO 2010, resultado que favorece a la presente investigación. Es necesario aclarar que el índice de yodo es la medida de insaturación de las grasas y aceites, cuyos índices iniciales en los aceites vegetales son elevados porque la composición de aceites vegetales radica en ácidos grasos insaturados en su gran mayoría, pero al someter el aceite vegetal al proceso de fritura los valores disminuyen porque los ácidos grasos poliinsaturados pierden sus dobles enlaces al ser sometidos a elevadas temperaturas, ya que este compuesto se adiciona a estos enlaces incidiendo en la pérdida de las características del aceite vegetal. También suele ocurrir cuando se almacena el aceite por largos periodos con exposición directa al medio ambiente el aceite sufre procesos de oxidación, por lo que el índice de yodo muestra una tendencia decreciente debido a los procesos oxidativos que tienen lugar precisamente en los dobles enlaces, saturando la molécula y provocando la reducción de este índice. El índice de Yodo es mayor cuando más elevado sea el número de enlaces por unidad de grasas. Por lo cual el índice de Yodo tendría relación inversamente proporcional con el índice de peróxido porque a mayor índice de peróxido menor será el índice de Yodo por ende mayor oxidación del aceite. Supuesto que se corrobora en el aporte de Guijardo. **(Guijardo, 2016)**

En la tabla 8 se puede apreciar la elaboración de la pasta de jabón base donde se pudo apreciar en los resultados que, a los distintos excesos, la cantidad de KOH se incrementa paulatinamente. En comparación de la temperatura de saponificación y referente al tiempo se observó que existe una conexión inversa tal cual que a mayor temperatura menor tiempo de saponificación.

También se detalla que el pH en ambos grupos mantiene una relación directa con el exceso de KOH es decir a mayor exceso de KOH el pH es mayor y a menor exceso de KOH el pH es menor, por lo cual para la elaboración de la pasta base de jabón se eligió el exceso de KOH del 5 %. Así mismo Leyva y Torres **(Leyva & Torres, 2016)** concluyeron que en un exceso de KOH del 5 y 10 % del proceso de saponificación existe una relación directa en lo que refiere al exceso de KOH que a mayor cantidad de KOH mayor sería el pH de la pasta de jabón, también indican que el porcentaje aceptable de KOH óptimo para la pasta de jabón base es del exceso de KOH al 5 % con el 10 % de aceite de coco, con un pH de 11.3 e I.S. de 278.9 mg KOH. Ambos autores coinciden en los resultados y en la presente investigación se corrobora y asevera dichos resultados.

Como segunda fase de la elaboración del jabón para uso industrial se realizó la prueba de detergencia para la formulación del jabón líquido en cuya prueba se evaluó la pasta de jabón base elaborada con aceite purificado en las concentraciones del 10, 25 y 40 % como se aprecia en la tabla 15 en la cual se obtuvo como resultado que el porcentaje de formulación del 25 % y del grupo control no presentaron diferencias significativas por lo cual fue el más óptimo para la elaboración del jabón líquido. Según los aportes de Meza (**Meza, 2016**) refiere que en la prueba de detergencia al 10, 25 y 40 % en su investigación de las pastas bases de jabón elaboradas con aceite de coco, ricino, girasol y soja, la concentración del 25 % es la más óptima por lo que indicó que 25 g son suficientes para retirar 81.35 % de material grasoso, lo que corrobora la presente investigación.

En cuanto a la evaluación del control de calidad del jabón líquido elaborado se obtuvo como resultado según las características organolépticas un aspecto homogéneo, con un olor agradable y una buena uniformidad de color, según la determinación del nivel de espuma se obtuvo 3 cm<sup>3</sup>, de determinación de pH 8, de determinación de materia insoluble en alcohol 0.3 %, de determinación de alcalinidad 0.06 % KOH y según la prueba de estabilidad a corto plazo se obtuvo variabilidad en el comportamiento del producto a 4 y 40 °C y a una exposición de 25 °C no presentó ninguna variabilidad en los parámetros evaluados.

Así mismo según los aportes de Leyva y Torres (**Leyva & Torres, 2016**) en su análisis de control de calidad del jabón líquido elaborado obtuvieron en materia insoluble en alcohol 1.04 %, de alcalinidad libre 0.08 % NaOH, de materia insaponificable 1.03 %, de cloruros 0 % y de pH 10.3, como se puede apreciar los resultados obtenidos por Leyva y Torres difieren en comparación a los resultados obtenidos, lo que es en favor de la investigación, puesto que Leyva y Torres para la elaboración del jabón líquido utilizaron aceite reciclado sin proceso de reciclaje a diferencia de la presente investigación que se elaboró jabón líquido a base de aceite purificado obtenido del aceite reciclado lo que habría favorecido en los resultados del control de calidad del jabón líquido.

Finalmente en De la Rosa y Pacheco (**De la Rosa & Pacheco, 2015**) en su aporte de la prueba de estabilidad a corto plazo que realizó en el jabón líquido de *Luma Chequen* a T° de exposición de 4, 25 y 40 °C refiere que el jabón líquido evaluado no presentó variación alguna en los parámetros evaluados a diferencia de los resultados obtenidos en la presente investigación que presentó variación en los parámetros de pH y las características

organolépticas evaluadas a 4 y 40 °C, pero cabe resaltar que el mismo comportamiento presentaron los jabones líquidos comerciales comparados, más sin embargo en la exposición de 25 °C el resultado es similar a la investigación De la Rosa y Pacheco.

## **5. CONCLUSIONES**

**Primera:** En la presente investigación se logró la elaboración del jabón de una manera efectiva a base del aceite reciclado posteriormente purificado, a través de la evaluación de los parámetros de saponificación con un exceso de KOH del 5 %, con pH aceptable de 8 y se formuló el jabón líquido según la prueba de detergencia del 25 % adecuado para eliminar la materia grasa en un 79.6 %. Por los resultados obtenidos la elaboración del jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado del pueblo tradicional de Carmen Alto es técnicamente viable.

**Segunda:** Se logró realizar la recolección de aceite usado de los generadores domiciliarios del pueblo tradicional de Carmen Alto obteniendo 5 galones de aceite reciclado.

**Tercera:** Se realizó el proceso de purificación del aceite reciclado de los generadores domiciliarios del pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito Cayma obteniéndose una cantidad equivalente al 60 % del aceite reciclado aproximadamente.

**Cuarta:** Se realizó el análisis fisicoquímico del aceite purificado cuyo resultado de las características organolépticas fue: color anaranjado, densidad 0.92 g/mL, humedad 0.04 %, índice de acidez 0.11 % de ácido oleico, índice de saponificación 189.75 mg KOH/g, índice de Yodo 123.07 % e índice de peróxido 34.20 meq O<sub>2</sub>/kg.

**Quinta:** Se realizó el control de calidad al jabón líquido elaborado donde se obtuvo en la apreciación de las características organolépticas un aspecto homogéneo, de olor agradable y una buena uniformidad de color, según el nivel de espuma se obtuvo 3 cm<sup>3</sup>, pH 8, materia insoluble en alcohol 0.3 %, alcalinidad 0.06 % KOH y según la prueba de estabilidad a los 4, 40 °C presento similar variabilidad que los jabones líquidos comerciales comparados y a los 25 °C no presento variabilidad. Según los resultados obtenidos en el control de calidad y en comparación con los jabones líquidos comerciales se concluye que el jabón líquido elaborado es un producto de calidad que a través de los análisis estadísticos se demostró que cumple con las NTP y NTE establecidas.

## **5. LISTA DE REFERENCIAS**

- (2019). Recuperado el 07 de 01 de 2021, de Ladera Sur: <https://laderasur.com/articulo/aceite-de-freir-la-contaminacion-silenciosa-de-las-aguas/>
- Arias, M., & Ibarra, D. (Noviembre de 2019). Saponificación artesanal de aceite de cocina usado, provenientes del municipio de Charalá. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*(11).
- Ayala, M. (2011). *Evaluación de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freir Plátano Hartón Verde*. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad javeriana, Departamento de Nutrición y Dietética, Bogota, Colombia.
- Castillo, B. (2017). *Aprovechamiento de los Desechos de Aceites Vegetales Generados por el Comedor Universitario de la U.N.T. para la Producción de Biodiesel*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Trujillo, Perú.
- De la Cruz , M., & Fernandez, V. (2012). *Control de Calidad Fisicoquímica de Jabones de Tocador en Barra, Comercializados en la Ciudad de Trujillo*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Farmacia y Bioquímica, Trujillo.
- De la Rosa , T., & Pacheco, J. (2015). *Elaboracion de un jabón liquido a partir del extracto glicolico de la hojas de Luma chequen (molina) A. Grey con acción antibacterial*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Farmacia y Bioquímica., Ica.
- El Comercio. (2019). Recuperado el 18 de 03 de 2021, de Perú Sostenible: <https://elcomercio.pe/especial/perusostenible/planeta/economia-circular-que-hacer-aceite-cocina-usado-noticia-1994554>
- Gonzales, I., & Gonzales , J. (Enero de 2019). Aceite Usado de Cocina. Ambiental, Incidencias en Redes de Saneamiento y Coste de Tratamiento en Depuradoras. *Consorcio de aguas Bilbao Bizkaia, I*(1).
- Guijardo, G. (2016). *Aprovechamiento del Aceite Residual y las Cenizas Provenientes de restaurantes (Asaderas de pollos) en el Sector Carapungo de la Ciudad de Quito, para la Obtencion de Productos de Aseo Personal*. Tesis de Pregrado,

- Universidad de las Américas, Departamento de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Quito, Ecuador.
- Hilgert, E. (2012). *Formulación y manufactura de productos para la higiene personal y cosmética*. Tesis de Pregrado, Pontificia universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, Lima.
- INACAL. (Octubre de 2017). Jabones y Detergentes. Determinación del pH de las soluciones acuosas de jabones y detergentes. *Norma Técnica Peruana, I*.
- INACAL. (Septiembre de 2017). Jabones y detergentes. Jabón de tocador requisitos. *Norma Técnica Peruana, I*.
- INACAL. (Octubre de 2017). JABONES Y DETERGENTES. Jabones. Método para determinar el ácido graso libre o el álcali libre. *Norma Técnica Peruana, I*.
- INACAL. (Septiembre de 2017). JABONES. Determinación de la materia insoluble en alcohol e insoluble en agua. *Norma Técnica Peruana 319.101, I*.
- INEN. (Septiembre de 1981). Agentes tensoactivos - Determinación del nivel de espuma. *Norma Técnica Ecuatoriana 0831, I*.
- INEN. (2013). Agentes Surfactantes. Jabón líquido de tocador requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana 850 - 1R, I*.
- Leyva, M., & Torres, V. (2016). *Obtención de Jabón Líquido Usando Aceite Vegetal Reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Iquitos*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana., Facultad de Ingeniería Química, Iquitos, Perú.
- Meza, L. (2016). *Formulación, elaboración y control de calidad fisicoquímico de cuatro tipos de jabón líquido con base de aceites vegetales*. Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Arequipa.
- Montiel, W. (Febrero 2017). *Elaboración de Jabón Líquido para Uso Industrial a Partir de Glicerina, como Subproducto de la Obtención de Biodiésel, en el Laboratorio 101 del Departamento de Química de la UNAN-Managua, Agosto a Diciembre 2016*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Departamento de Química, Managua.

- Murcia, B., Chaves, L., Rodriguez, W., & Et al. (Marzo de 2013). Caracterización de Biodiesel Obtenido de Aceite Residual de Cocina. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XV(1), 61-70.
- Parra, T., Marin, F., Jacome, G., & Et al. (Junio de 2018). Clarificación de Aceite de Cocina Usado y Decoloración de Aceite Rojo de Palma con el Uso de Ozono, Carbón Activado y Peróxido de Hidrógeno. *Enfoque UTE.*, 9(2).
- Preciado, A. (2017). *Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su Reutilización*. Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil, Departamento de Ingeniería Ambiental, Guayaquil.
- Sun, M. (Junio de 1999). Modificación de arcillas naturales para su posterior uso como adsorbentes. *Revista de Química*, XIII(1).