



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Elaboración de Jabón Líquido Antibacterial a partir de la Gestión
de Residuos de Aceite Vegetal**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Tacoma Mamani, Maximiliano (ORCID: 0000-0001-6042-3003)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, a la Virgen María y a mi ángel papito Aurelio, por darme vida, son mi luz y guía, la razón por la que en el dolor, sonrío y en el temor, sigo luchando.

A mi Mamita Celestina, por ser mi gran fortaleza e inspiración para seguir adelante; tu fuerza, humildad y amor es incomparable, todo lo que soy te lo debo a ti, porque en la oscuridad eres mi luz y en la tormenta mi refugio...te amo mamita.

A mis hermanos Marce, Juanita y Betycita, hemos pasado una vida juntos, siempre con amor y respeto, con ustedes se formaron los mejores recuerdos, persiguiendo grandes sueños, gracias por todo su apoyo, cariño y sobre todo por darme unos maravillosos sobrinos: Alex, Johanna, Leydi, Eduardo, Almendra, Derian, Maricielo y Fabricio; los quiero un montón y quiero verlos siempre felices, humildes y solidarios...porque ustedes pueden conseguir mucho más.

Agradecimiento

Mi gratitud sincera a mi cuñado Gilber Layme y al Ing. Manuel Cumpa del laboratorio MC QUIMICALAB, por su gran apoyo para culminar el presente trabajo de investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo por abrirme las puertas de su seno científico y a mi asesor de tesis, Ing. Samuel Carlos Reyna Mandujano, por sus enseñanzas y con mucha paciencia guiar mis pasos durante todo el proceso de desarrollo de investigación.

A mis amigos y docentes de la Universidad Alas Peruanas filial Cusco, quienes constituyeron la base de mi vida profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Índice de anexos	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. MARCO TEÓRICO.....	5
IV. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos:	18
3.6 Metodo de analisis de datos.....	26
3.7 Aspectos éticos.....	26
V. RESULTADOS	27
VI. DISCUSIÓN.....	48
VII. CONCLUSIONES.....	53
VIII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS:	63

Índice de tablas

Tabla 1	Parámetros para pruebas de formulación de jabón en pasta	21
Tabla 2	Porcentaje de Jabón en pasta y agua destilada	23
Tabla 3	Etapas de la gestión de residuos de aceite vegetal en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco	28
Tabla 4	Resultados de análisis fisicoquímico del aceite vegetal usado	29
Tabla 5	Jabón en pasta obtenido en 4 corridas con pruebas de saponificación y variación de temperatura.....	30
Tabla 6	Determinación del rendimiento promedio en las corridas de producción de jabón en pasta.....	31
Tabla 7	Análisis de varianza ANOVA para el rendimiento promedio del jabón en pasta obtenido.....	32
Tabla 8	Porcentaje de jabón en pasta y agua destilada.....	33
Tabla 9	Resultados para el pH del jabón líquido elaborado	34
Tabla 10	Análisis de varianza ANOVA para un factor (Ácido cítrico) en el pH del jabón líquido producido	35
Tabla 11	Análisis fisicoquímico del jabón líquido antibacterial	37
Tabla 12	Consistencia del jabón líquido antibacterial.....	39
Tabla 13	Olor del jabón líquido antibacterial	40
Tabla 14	Color del jabón líquido antibacterial.....	41
Tabla 15	Presencia de reacción dermatológica.....	42
Tabla 16	Reacciones sufridas en la piel por uso del jabón líquido antibacterial...	43
Tabla 17	Opinión sobre el jabón líquido antibacterial elaborado	44
Tabla 18	¿El jabón líquido antibacterial le fue de su agrado?	45
Tabla 19	Matriz de Leopold.....	46
Tabla 20	Matriz de Leopold con Calificación de Impactos Ambientales	47

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Reacciones que tienen lugar durante la fritura en profundidad.	9
Figura 2 Reacción de saponificación para producción de jabón.	11
Figura 3 Residuos de aceite usado del serv de nutrición y dietética para análisis	19
Figura 4 Filtración de aceite vegetal usado	20
Figura 5 Análisis fisicoquímico del aceite vegetal usado.....	20
Figura 6 Preparación de las cuatro corridas para formulación de jabón en pasta	21
Figura 7 Preparación de solución de hidróxido de potasio al 50%	21
Figura 8 Proceso de saponificación y elaboración de pasta jabonosa	22
Figura 9 Jabón en pasta producido	23
Figura 10 Jabón líquido	23
Figura 11 Prueba al hilo Figura 12 Prueba de espuma	24
Figura 13 Regulación de pH con ácido cítrico controlando alteración de muestra	24
Figura 14 Jabón en pasta y jabón líquido antibacterial a partir de aceite usado ..	25
Figura 15 Análisis fisicoquímico de jabón liquido antibacterial	25
Figura 16 Gráfica de cubos para valores medios de los rendimientos de jabón ..	31
Figura 17 Gráfica de interacción para rendimiento de jabón en pasta	32
Figura 18 Residuos para análisis de normalidad en relación a pH.....	35
Figura 19 Intervalos de pH vs ácido cítrico incorporado al jabón diluido	36
Figura 20 Diagrama de formulación del proceso de elaboración del jabón líquido antibacterial.....	38
Figura 21 Consistencia del jabón líquido antibacterial	39
Figura 22 Olor del jabón líquido antibacterial	40
Figura 23 Color de jabón líquido antibacterial	41
Figura 24 Presencia de reacción dermatológica en la piel	42
Figura 25 Reacciones sufridas en la piel por uso del jabón líquido antibacterial .	43
Figura 26 Opinión sobre el jabón líquido antibacterial elaborado.....	44
Figura 27 ¿El jabón líquido antibacterial le fue de su agrado?.....	45

Índice de anexos

Anexo 1 Imágenes fotográficas del Hospital de contingencia Antonio Lorena y del Servicio de Nutrición y dietética

Anexo 2 Matriz de Operacionalización de Variables

Anexo 3 Instrumentos de recolección de datos para las *Etapas de Gestión de residuos de aceite vegetal (1ra variable)*

Anexo 4 Instrumentos de recolección de datos para las Características físico químicas del aceite vegetal usado del servicio de Nutrición y Dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco *(1ra variable)*

Anexo 5 Instrumentos de recolección de datos en el *Proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial (2da variable)*

Anexo 6 Instrumentos de recolección de datos para las *Características físico químicas del jabón líquido antibacterial obtenido (2da variable)*

Anexo 7 Instrumentos de recolección de datos para *Evaluación de Calidad y preferencia del jabón Líquido antibacterial (2da variable)*

Anexo 8 Instrumento de recolección de datos para evaluación de Impacto Ambiental del Proceso de Elaboración de Jabón Líquido Antibacterial *(2da Variable)*

Anexo 9 Certificado de Validación de Instrumento De Investigación

Anexo 10 Informe de procedimientos del laboratorio MC QUIMICALAB

Anexo 11 Resultados del análisis Físicoquímico del aceite vegetal usado del laboratorio MC QUIMICALAB

Anexo 12 Resultados del análisis Físicoquímico del jabón líquido antibacterial elaborado a partir de aceite vegetal usado (Laboratorio MC QUIMICALAB)

Anexo 13 Constancia de trabajo otorgado por el Laboratorio MC QUIMICALAB, donde se desarrolló el análisis de aceite usado, elaboración y análisis de jabón líquido antibacterial.

Resumen

La investigación tuvo por objetivo elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, contribuyendo con la problemática ambiental y socioeconómica que ocasiona estos residuos, sobre todo cuando son arrojados sin previo tratamiento al alcantarillado; pretendiéndose darle un valor agregado como es la producción de un artículo de higiene necesario en un centro hospitalario.

La presente investigación es de tipo aplicada, enfoque mixto, descriptivo y experimental; habiéndose realizado la caracterización de residuos de aceite vegetal y a partir de ello las pruebas de elaboración del jabón líquido, variando los porcentajes de KOH, temperatura, agua y ácido cítrico, para obtener la mejor fórmula en términos de rendimiento y calidad.

Como resultado se expone que para saponificar 50g de aceite vegetal usado se utilizó 10% en exceso de KOH a una temperatura de 90°C; una proporción de 17/83 entre pasta jabonosa y agua destilada; 2ml de ácido cítrico al 50% y 2% de Cloroxilenol, obteniendo un producto dentro de los parámetros para un jabón de tocador, el cual a opinión de encuestados tuvo aceptación y agrado por el producto; con una valoración de impacto socio ambiental positivo.

Palabras clave: Aceite vegetal usado, jabón líquido antibacterial, gestión de residuos, Hidróxido de potasio, saponificación.

Abstract

The objective of the research was to produce antibacterial liquid soap from the vegetable oil waste management of the Contingency Antonio Lorena Hospital of Cusco, contributing to the environmental and socioeconomic problems caused by these wastes, especially when they are thrown into the sewer without prior treatment.; Intending to give it an added value such as the production of a necessary hygiene item in a hospital center.

The present investigation is of an applied type, mixed, descriptive and experimental approach; having carried out the characterization of vegetable oil residues and, from there, the liquid soap elaboration tests, varying the percentages of KOH, temperature, water and citric acid, to obtain the best formula in terms of performance and quality.

As a result, it is stated that to saponify 50g of used vegetable oil, 10% in excess of KOH was used at a temperature of 90 ° C; a 17/83 ratio of soap paste to distilled water; 2ml of 50% citric acid and 2% of Chloroxylenol, obtaining a product within the parameters for a toilet soap, which in the opinion of those surveyed was accepted and liked by the product; with a positive socio-environmental impact assessment.

Keywords: Used vegetable oil, antibacterial liquid soap, waste management, potassium hydroxide, saponification.

I. INTRODUCCIÓN

Los aceites vegetales son compuestos orgánicos derivados de partes de plantas o semillas, convertidas actualmente indispensables en nuestra alimentación, como fuente de energía y de nutrientes esenciales (Yang, y otros, 2018), es además un ingrediente básico de nuestra cultura culinaria en la preparación de diferentes platos, de gran uso en la cocina, ya sea de domicilios, restaurantes, hoteles, hospitales, instituciones o empresas que tengan dentro de sus actividades la producción de alimentos.

Al ser usado en las frituras y ser sometido a altas temperaturas, por ser un producto orgánico, va sufriendo la modificación de su composición química, físicas y características organolépticas, degradándose su calidad por una serie de reacciones como la oxidación, polimerización e hidrolisis, generando la formación de compuestos no deseados que muchas de ellas son dañinas para la salud (Lázaro Vela, 2018), por lo cual al no poder ser reutilizado para el mismo fin o ser reciclado, tiene diferentes destinos como ser echado con la basura, vertido al lavaplatos, desagüe o alcantarillado, algunos lo entregan a chancherías o lo reutilizan hasta consumirse totalmente. (Amorós Cacho, 2017) .

La eliminación de estos aceites vegetales usados que muchas veces son vertidos al desagüe por facilismo de deshacernos de lo que ya no nos sirve y de falta de educación ambiental, viene generando terribles problemas medio ambientales y como lo detalla Marquéz Farfan (2014) que 1 litro de los residuos de aceite vegetal contamina 1000 litros de agua, 5 litros de aceite usados vertidos al mar genera una película de grasa de 5000 cm³ que perturba la vida marina, además que contamina el volumen de aire respirado por una persona por tres años, pudiendo estos datos adaptarse a nuestros acuíferos y realidad.

La generación de aceite vegetal usado se da a todo nivel, desde nuestros propios domicilios hasta grandes centros de producción de comida, tal es el caso del Hospital de Contingencia Antonio Lorena de la ciudad del Cusco; que teniendo su área de Nutrición y Dietética viene generando este tipo de residuos en sus actividades diarias de preparación de alimentos para los pacientes hospitalizados y trabajadores en general. Es así que es necesario realizar un estudio de gestión de este tipo de residuos, caracterizándolo y/o evaluando su reaprovechamiento en

un recurso que sea útil y de calidad, como es la producción de jabón líquido antibacterial.

El servicio de cocina del hospital genera aproximadamente 1/2 litro al día de aceite vegetal usado, esto dependiendo de la dieta preparada, los cuales vienen siendo vertidos a la red de alcantarillado sin un previo tratamiento, convirtiéndose en un potencial contaminante del cuerpo receptor, ya sea agua o suelo con el aumento de plagas urbanas, atascos en tuberías de la red de desagüe, sobrecosto en el mantenimiento de tuberías y trabajo adicional en la planta depuradora de aguas residuales (Belalcazar Flórez & Rivera Sánchez, 2016).

Teniendo estudios previos podemos dar un valor agregado a los AVUs, como es la elaboración de jabón líquido antibacterial que sea de calidad con una adecuada gestión y manejo de dichos residuos de cocina; es por ello que se plantea la siguiente problemática ***¿Se puede elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión del aceite vegetal usado del servicio de nutrición y dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena de la ciudad del Cusco?***

El presente trabajo es justificable por la problemática de disposición final que tienen los residuos del aceite vegetal, siendo uno de los principales desasosiegos de esta sociedad ya que sin duda alguna los aceites usados son de características peligrosas para el medio ambiente. Actualmente el Hospital de contingencia Antonio Lorena, no tiene un plan de gestión para estos residuos, su disposición final es totalmente inadecuada, ya que vienen siendo desechados a la red de alcantarillado sin un previo tratamiento, lo cual constituye un serio problema de impacto ambiental y económico que recae en perjuicio social y autoridades, quienes asumirán los costos extras para la depuración de estos residuos en la Planta de Aguas residuales ubicado en el distrito de San Jerónimo.

Es oportuno realizar el presente trabajo por el interés social que este tema despierta, por la importancia en el tema medio ambiental y de salud pública, que existiendo los medios científicos para el aprovechamiento de los aceite vegetales usados, este no sea desechado, sino darle un valor agregado al convertirlo en jabón, el cual es un producto indispensable en los servicios de salud para la higiene personal tanto de usuarios internos como externos.

Además se pretende mejorar la opción de producción de un jabón sólido a un jabón líquido, el cual se destaca como una opción más atractiva por su consistencia y practicidad, siendo más higiénico en su uso ya que a diferencia del jabón en barra hay mayor contacto del producto con varias personas pudiendo causar una transmisión de bacterias en cadena, así mismo para hacer de este producto más eficiente en la higiene de manos se proyecta que sea de carácter antibacterial.

En este contexto se pretende concebir estrategias de gestión ambiental y plantear una solución con respecto a la inadecuada disposición del aceite vegetal usado en el servicio de nutrición y dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, teniendo como:

Objetivo General: Elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal del Hospital de Contingencia Antonio Lorena-Cusco.

Objetivos Específicos:

- OE1.-** Valorar las etapas de gestión de residuos de aceite vegetal del hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco.
- OE2.-** Determinar sus características físico químicos del aceite vegetal usado.
- OE3.-** Establecer la mejor formulación para la obtención de jabón líquido, variando cantidad de KOH, temperatura, agua y ácido cítrico en los procesos.
- OE4.-** Determinar las características fisicoquímicos del jabón líquido antibacterial obtenido.
- OE5.-** Valorar la calidad y preferencia por el jabón líquido antibacterial elaborado.
- OE6.-** Determinar el impacto socio ambiental del proceso de elaboración del jabón líquido antibacterial.

La hipótesis general del presente trabajo se formula afirmando que “Se obtiene jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite usado del Hospital Antonio Lorena del Cusco – 2020”.

II. MARCO TEÓRICO

El aceite vegetal usado (AVU) es un residuo de cocina que si no tiene un adecuado tratamiento para su eliminación o reaprovechamiento, por sus características son una fuente de contaminación, ocasionando problemas medioambientales y socio económicos (Demirbas, 2017).

Un estudio en la ciudad de Bilbao, España, realizado por Gonzáles Canal & Gonzales Ubierna (2013), reveló que 01 litro de aceite usado tiene 5000 veces más contaminante que el agua que circula por las alcantarillas, pudiendo contaminar 40000 litros de agua. Así mismo en los desagües estos aceites al juntarse con restos de jabones y detergentes provocan las llamadas “bolas de grasa” las cuales provocan atascos de tuberías, además indicó un gran aumento en costos de hasta 700 veces más en tratamiento de aguas residuales en las plantas depuradoras.

En el artículo científico “Alteraciones de los aceites vegetales durante la fritura” del año 2018 en Sevilla, indica que en los procesos culinarios a los que se somete el aceite, el más común es la fritura, sufriendo reacciones químicas en este proceso como la termo oxidación, polimerización y la hidrólisis formándose compuestos polares, poliméricos, aldehídos y alteración de sus características organolépticas haciendo que el consumidor elimine o rechace el producto frito (Lázaro Vela, 2018).

En el estudio de Ortiz, Pico, & Tovar (2017), consideró al aceite vegetal usado un elemento de desecho capaz de ser utilizado como materia prima e industrialización de otros productos como los biocombustibles (biodiesel), jabón, fertilizantes, betún, espuma de poliuretano y surfactantes. Al darle un valor agregado se disminuye el impacto ambiental, ya que en su mayoría son arrojados al drenaje municipal sin tratamiento o son reusados y comercializados ilegalmente en otras actividades.

Es así que existen diferentes proyectos de investigación que tienen como objetivo evitar la eliminación incorrecta del aceite de cocina usado, tal como lo hizo Guijarro Polo (2016), en el sector Carapungo, Quito, con su trabajo de aprovechamiento de aceite residual de restaurantes y desperdicios de cenizas (álcali), que tuvo como propósito disminuir la contaminación ambiental elaborando jabón artesanal, detalla que cada unidad de 35g de jabón producido tuvo un costo de \$0.55, comercializándose a \$0.94, indicando que el precio es alto pero que se reduciría si la producción fuera mayor.

Salazar Vera, Joseph (2015), hace referencia que en Ecuador la contaminación causada por aceite usado de cocina es alarmante; indica que el 31.4% de los habitantes arrojan este residuo directamente al desagüe. Realizó un estudio para ver si es factible producir y comercializar jabón en gel para manos, teniendo como base aceite usado, dirigido a hoteles y restaurantes, en dispensadores de los baños, considerando los aspectos: calidad, presentación y aromas.

En el artículo científico, de Leyva Arévalo & Torres Gómez (2016), realizado en Iquitos, tuvo como objetivo obtener jabón líquido con aceite vegetal reciclado, en el cual concluyó que en un mes se genera 4009 ml y 1152 ml de aceite usado entre el instituto de gastronomía y el comedor universitario respectivamente, con características físico químicas de índice de acidez 0,28 mg KOH/g; Índice de saponificación 278,9 mg KOH/g; índice de peróxido 18,72 g de O₂ /Kg. grasa y densidad 0,91g/ml; ácidos grasos libres 0,56 %. Se realizó variaciones con aceite de coco, aceite reciclado, temperatura y KOH mientras se evaluaba el rendimiento, tiempo y pH de la pasta jabonosa, obteniendo mejores condiciones de saponificación con aceite de coco al 10%, porcentaje de KOH de 5% y temperatura de 90°C. Se elaboró con 100 gramos de aceite, 394 ml de jabón líquido con características adecuadas, siendo el proyecto técnicamente viable.

En Santiago de Chuco, La libertad, el año 2019, se realizó un proyecto de manejo de AVU, donde en 2 semanas se cuantificó 4253 ml de aceite de cocina usado domiciliario y no domiciliario de 315 ml y 2838 ml para restaurantes y pollerías respectivamente. Sus propiedades físicas fueron: pH 7,3; densidad 0,844; % de humedad 0,11 y acidez de 0,725. Se planteó la gestión de este residuo, consiguiendo jabón de buena calidad en términos de acidez libre y pH (Gabriel Aguilar & Perez Cuba, 2019).

Otro estudio técnico económico en la ciudad del Cusco el año 2016, concluye que es factible elaborar jabón industrial a partir de aceite de cocina usado, pudiendo ser comercializados generando rentabilidad después de un periodo de recuperación de 3.58 años. Así mismo detalla que este tipo de proyectos genera un impacto ambiental positivo medio (Chalco Sanchez & Serrano Nuñez, 2016).

La gestión de los aceites usados de cocina deriva su importancia a la problemática medioambiental y socioeconómica que genera este tipo de residuos cuando no son debidamente tratados y/o eliminados; en nuestro país el Decreto Legislativo N°1278, Ley De Gestión Integral de Residuos Sólidos, indica en su Art. 65° que *las operaciones de valorización ante la disposición final de residuos sólidos son el reciclaje, compostaje, reutilización, recuperación de aceites, bio-conversión, coprocesamiento, etc.*

Con respecto a la eliminación de residuos de aceites de cocina se tiene la Resolución Ministerial N°822-2018/MINSA que aprueba la NTS N°142-MINSA/2018/DIGESA, "Norma Sanitaria para Restaurantes y Servicios Afines", donde establece en cuanto a *las aguas residuales se deben instalarse trampas de grasa y no eliminar aceites usados por el desagüe; así mismo que el acopio de aceites usados debe realizarse por la municipalidad o empresas especializadas.*

Para describir y entender de mejor manera el presente estudio, debemos definir primero que el aceite vegetal, es un compuesto de carácter orgánico, compuesto por diferentes tipos de ácidos grasos (lípidos), los cuales pueden ser obtenidos por semillas o frutos (Bunge Service, 2020), como la aceituna (fruto del olivo), soya, la palma, girasol, arroz, maíz, lino, almendra, nuez, etc.

La composición de los ácidos grasos (aceites y grasas) son los denominados triglicéridos, cuya estructura son tres moléculas de ácidos grasos unidas a una de glicerol, la mayoría de los aceites comestibles son los que tienen 16 y 18 carbonos, dependiendo la combinación de ácidos grasos, saturado y no saturado, dará lugar a las grasas y los aceites (Carbajal Azcona, 2020).

Uno de sus principales usos del aceite vegetal es la fritura, funcionando como emisor de calor, aportando textura y sabor al alimento. El calor intenso hace que las moléculas se sacudan entre sí rompiéndose los dobles enlaces y transformándose en simples como lo indica Lázaro Vela (2018), por una serie de procesos que se resumen en:

Oxidación.- Esto se da principalmente en los ácidos grasos insaturados, cuando el oxígeno de la atmosfera reacciona con el aceite atacando los dobles enlaces,

(desagradables olores) y formando peróxidos e hidroperóxidos, a su vez estos se degradan en alcoholes, aldehídos, ácidos, hidrocarburos, cetonas y radicales libres.

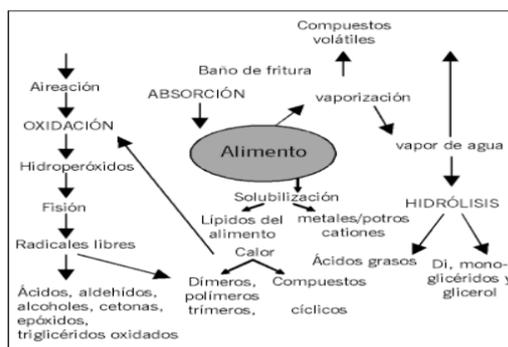


Figura 1 Reacciones que tienen lugar durante la fritura en profundidad.

Polimerización.- Relacionada con el proceso de oxidación por los radicales libres formando monómeros, dímeros y polímeros de triglicéridos. Además ocasiona el espesamiento del aceite y la formación de una resina color marrón en la freidora.

Hidrólisis.- El vapor de agua producido al freír un alimento en aceite caliente, reacciona con los triglicéridos provocando su hidrólisis, dando paso a la liberación de ácidos grasos libres, glicerol, monoglicéridos y diglicéridos

Posterior al proceso de fritura y las reacciones subsecuentes, la **calidad de aceite tiende a variar notablemente, por los compuestos formados como:**

Compuestos Polares (CP).- Tienen una polaridad mayor que los triglicéridos sin alterar. Tomando en cuenta que los triglicéridos se encuentran aproximadamente en un 95% en la mayoría de aceites y grasas sin calentar, se puede indicar que a mayor cantidad de compuestos polares, la calidad del aceite es menor (Feitosa, y otros, 2020).

Polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos: Su valoración en cuanto al deterioro del aceite es más precisa, ya que estos compuestos pueden sobrepasar su nivel máximo sin que los CP hayan llegado a su límite máximo de formación. Mientras más frituras mayor será la formación de monómeros y polímeros y por ende su viscosidad y toxicidad (López Vargas, 2017).

A nivel de laboratorio se describen algunas características de los aceites usados:

Entre las Características físicas del aceite residual se tiene los cambios de color transformándose en un color opaco o parduzco, así mismo se torna más espeso, con sabores indeseables y olores fuertes, alterando el sabor del alimento debido al proceso de hidrolisis. Por los procesos de oxidación y polimerización en temperaturas altas, aumenta la viscosidad, formándose además espuma y a veces una superficie de consistencia plástica en los residuos del aceite y utensilios usados (López Vargas, 2017).

De las Características químicas del aceite residual se puede indicar que los ácidos grasos insaturados disminuyen en cada proceso de fritura, variando las siguientes características:

Índice de acidez, el cual mide el grado de descomposición del aceite que se vuelve rancio, definiéndose según el número de miligramos de NaOH que se necesita para neutralizar la acidez libre por cada g de muestra (Rodriguez Zayas, León Baez, Echevarria Moreno, & Mendoza Calderon, 2017). Se evidencia el aumento de la acidez libre en el llamado "punto de humo" (producción de humo en el aceite) que cuando disminuye por debajo de 190°C aumenta el deterioro del aceite (Calagua Ortiz & Espinoza Guerrero, 2019).

Índice de saponificación, representa la cantidad de sal o álcali necesaria para saponificar una cantidad de grasa o aceite, se evalúa de acuerdo a mg de KOH o NaOH necesarios para cada g de aceite, formando así jabón y glicerina (Rodriguez Zayas, León Baez, Echevarria Moreno, & Mendoza Calderon, 2017)

Índice de yodo, indica la saturación de una grasa, expresada en centigramos de cloruro de yodo (ICI) que será absorbido por cada g de aceite o grasa. Si el índice de yodo es bajo constituye a la grasa saturada y si es alto representa a un aceite insaturado (baja calidad) con espacios libres en los enlaces, atrayendo más cantidad de ICI (Baca Ruiz, 2019).

Conociendo las características físico químicos de los aceites de cocina usados, se puede indicar que son inutilizables para el mismo fin definiéndose como productos de desecho y contaminantes por sus efectos en la Salud Humana (cancerígeno),

animal, contaminación del agua, suelo y aire, etc. (Awogbemi, Inambao, & Onuh, 2019)

La **gestión de residuos** como son los aceites usados, es definido por (Enérgya VM, 2018) como un conjunto de acciones necesarios para el tratamiento de desechos, desde las etapas de generación, almacenamiento, transporte, reaprovechamiento y/o eliminación, con el objetivo de concientizar, educar, minimizar la generación, reutilizar, reciclar y tratar los residuos antes de eliminarlos.

Actualmente algunas prácticas realizadas con los aceites de cocina usados son reutilizarlo hasta acabarse, alimento para animales (cerdos), donación del aceite usado a recicladores, elaboración de jabón, glicerina y biodiesel (Tsai, 2020).

De las alternativas planteadas podemos indicar que la elaboración de JABÓN es una opción muy atractiva y viable para un centro hospitalario, es así que al respecto se define a este producto como el resultado de la reacción química entre un ácido graso (vegetal o animal) y un álcali (hidróxido de sodio o potasio); denominada saponificación, mediante la cual se produce jabón y glicerina (Arasaretnam & Venujah, 2019).

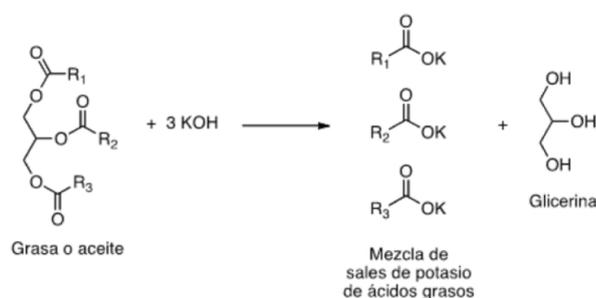


Figura 2 Reacción de saponificación para producción de jabón. (Regla, Vázquez Vélez, Cuervo Amaya, & Cristobal Neri, 2014)

Este producto es útil en la higiene personal y se encuentra en presentaciones de barra, polvo y líquido (Cortés Ros & Blanco Santisteban, 2018). Su estructura tiene una cabeza hidrofílica (álcali / polar) no soluble en aceite y una cola hidrófoba o lipofílica (apolar), la cual es soluble en aceite (cadena de ácidos grasos) (Failor, 2001), poseyendo doble afinidad a la cual se debe su acción de limpieza por la emulsión que forman con la grasa y el agua removiendo la suciedad

Algunos tipos de jabones son los jabones comunes, humectantes, líquidos, dermatológicos, de glicerina y terapéuticos (EnPlenitud.com, 2020).

El Jabón Líquido es un producto elemental de limpieza de manos en instituciones de salud, industria, comunidad y ámbito familiar, evitando la transmisión de patógenos, tiene la ventaja de dosificarse evitando pérdidas o gastos, además de posibles contaminaciones cruzadas en su uso.

La norma técnica de Ecuador INEN 850-1982-02 instituye los **requisitos para jabón líquido** de tocador:

- Sea una solución acuosa y homogénea.
- De olor agradable y que produzca espuma en su uso
- Sin ingredientes tóxicos o materias extrañas a su composición declarada.
- Materia insoluble en agua 0.2%, materia insoluble en alcohol 1.2%, Alcalinidad libre 0.12%, acidez libre (como ácido oleico) 0.2%, materia insaponificada 1.4%, cloruros 0.7%, materia grasa total 5% y pH 9.5

Las alternativas de insumos para la producción de Jabón Natural

Grasas y aceites.- Los ácidos grasos de cadena de carbono más larga son ideales (12 a 18 carbonos), como el ácido mirístico, palmítico, láurico, y oleico. La calidad del jabón dependerá de la materia prima usada, pudiendo ser la grasa animal o aceites vegetales ya sean limpios, usados (AVUS) o productos químico sintetizados (Félix, Araújo, Pires, & Sousa, 2017).

Catalizador básico, el cual es importante para el proceso de saponificación, se puede utilizar el hidróxido de sodio para obtener un jabón sólido y en caso se quiera un jabón más blando se utiliza el hidróxido de potasio por ser más soluble en agua (Verawaty, 2018).

Agua, es de gran importancia en la elaboración de jabón como una especie de catalizador y su calidad influirá en el proceso de saponificación. La cantidad utilizada influye en el tipo de jabón deseado, 35 y 45%, para jabón sólido y entre 65 y 80 % para el jabón líquido, determinando a la vez la solubilidad del producto. Se recomienda usar aguas blandas, ya que con aguas duras, no se llega a generar mucha espuma y no se disuelve bien (Juanto, Mardones, & Pastorino, 2018).

Aditivos como la sal, fragancia, colorante y agente antibacteriano como el triclosan, triclorocarban, Cloroxilenol, benzoato de sodio, yodo metálico (Rundle, Hu, Presley, & Dunnick, 2019).

Los demás aditivos sirven para mejorar propiedades como el color, olor, textura y calidad. La sal se elegirá de acuerdo al álcali usado, si es NaOH se optará por NaCl (sal común) y si fuese KOH la sal usada sería KCl. La cantidad será entre 5% a 10% de la cantidad de aceite que se use. Para la fragancia se utiliza aceites esenciales, entre el 0,2-2,5% del jabón elaborado y en cuanto al colorante es mejor usar pigmentos naturales de 0,01 a 1%. (Giraldo Giraldo, Trejo Valenzuela, & Sanabria, 2016)

El **proceso de fabricación de Jabones además** del proceso previo de purificación de aceite usado (filtración, sedimentación, desbaste, centrifugación) principalmente consta de tres etapas como lo detalla Ramos (2016):

- a) **Saponificación:** Se pone a hervir el aceite añadiendo poco a poco la mezcla de sosa o potasa cáustica con agua, lo cual se va agitando hasta conseguir una textura pastosa (reacción de saponificación)
- b) **Sangrado o Salado:** La pasta obtenida se deposita en la superficie en forma de gránulos y para que cuaje y precipite totalmente se agrega NaCl o KCl, dependiendo del hidróxido usado. Con este proceso se separa el jabón que estará en la superficie de la disolución de glicerina que se distingue por la diferencia de densidades.

La adición de ácido cítrico es una parte importante en la elaboración de jabón, sobre todo como aditivo para controlar la calidad de este artículo de higiene, como indica Dianursanti, Francisca & Alifia (2020), que además de regular el pH es de ayuda para jabones que tienen acción antibacteriana.

- c) **Moldeado:** Si se quiere obtener jabón sólido se echa en moldes estando aún caliente y se deja enfriar, en caso de jabón líquido se le agrega más agua en la mezcla y luego se embotella. En ambos casos se puede añadir colorantes, perfumes o productos medicinales en esta etapa.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene un **enfoque mixto** porque realiza la recolección de datos, maneja métodos, técnicas medibles y objetivas (Hernandez Sampieri, 2018); como lo que se necesita para el desarrollo de obtención del Jabón líquido antibacterial a base de residuos de aceite vegetal.

3.1.1 Tipo de investigación:

Aplicada.- Ya que se manipuló variables para la producción de una necesidad específica y como lo define Cabezas Mejia, Andrade Naranjo & Torres Santamaría (2018) la investigación aplicada es la utilización de conocimientos para dar solución a problemas.

3.1.2 Nivel de Investigación:

Descriptivo.- Se especifica y detalla las características de los aceites vegetales usados y del jabón líquido antibacterial. Y como lo indica Hernandez Sampieri (2018), se considera al fenómeno estudiado y sus componentes, se miden conceptos y se define variables.

3.1.3 Diseño de Investigación:

Experimental.- Debido a que se manipula variables, con el término de experimento para realizar una acción y posteriormente revisar los resultados (Baena Baez, 2017), como cuando se mezcla sustancias químicas y luego vemos la reacción provocada.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Las variables son recursos teóricos transformados en módulos de análisis para obtener datos, que se puede clasificar de acuerdo al carácter de influencia o control de una (independiente) sobre otra (dependiente) (Cohen & Gómez Rojas, 2019).

3.2.1 VARIABLE DEPENDIENTE

- Elaboración de jabón líquido antibacterial.

3.2.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Gestión de residuos de aceite vegetal

3.2.3 Operacionalización de variable

"ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Gestión de Residuos de Aceite Vegetal	Es el conjunto de actividades necesarias para el tratamiento de los desechos desde su generación hasta su eliminación o reaprovechamiento. (Enérgya VM, 2018)	Incluye la recogida de los residuos, su transporte, la gestión en base a la caracterización y reciclaje de los materiales aprovechables.	Etapas de Gestión de residuos de aceite vegetal	Generación Recolección y Almacenamiento Transporte Tratamiento y reciclaje Disposición Final	Razón Nominal Nominal Nominal Nominal
			Características físico químicos del AVU	Organolépticas pH Humedad Densidad Índice de saponificación Índice de acidez Índice de peróxido	Nominal Razón % g/cm ³ mgKOH/g % meqO ₂ /Kg
Variable dependiente: Elaboración de jabón líquido antibacterial	La elaboración de jabón se define al proceso artesanal para la generación de un producto resultado de la reacción química entre un álcali (hidróxido de sodio o de potasio) y algún ácido graso; esta reacción se denomina saponificación. Este producto se encuentra en todas las instituciones y hogares y sirve para la higiene personal (Félix, Araújo, Pires, & Sousa, 2017)	La producción de jabón líquido antibacterial es una opción muy atractiva y viable, donde se da valor agregado y de calidad a un residuo de cocina como es el aceite vegetal usado, cuyas características se ven afectados por el proceso de fritura y estos influyen en la calidad del jabón que se obtiene.	Proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de AVU. • Cantidad de KOH. • Cantidad de agua. • Temperatura. • Cantidad de ácido cítrico 	g g g °C g
			Características físico químicos del Jabón Líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad del jabón líquido • Materia insoluble en agua. • Materia insoluble en alcohol. <ul style="list-style-type: none"> • Acidez libre. • Alcalinidad libre • Cloruros. • Nivel de espuma • Potencial Hidrógeno (pH) 	g/cm ³ % % % % % Nominal Razón
			Calidad y preferencia en la higiene de manos	Consistencia Olor Color Reacción dermatológica Agrado del producto	Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal
			Impacto socio ambiental	Matriz de Leopold Matriz de calificación de impactos ambientales	Nominal Nominal

Fuente: Elaboración propia

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población:

Es definido por (Cabezas Mejia, Andrade Naranjo, & Torres Santamaría, 2018) como la representación no solo de personas sino también de elementos inmersos en un trabajo de investigación. La población del presente estudio está conformado por los residuos del aceite vegetal del servicio de Nutrición y dietética del Hospital Antonio Lorena del Cusco.

Muestra:

Según Baena Baez (2017), se define como un segmento representativo de un universo o población, se obtiene por muestreo probabilístico y no probabilístico. Para el presente trabajo de investigación la muestra es de 5 litros de aceite vegetal usado para análisis físico químico y pruebas de laboratorio para la elaboración de jabón líquido antibacterial.

Muestreo:

Probabilístico de muestra aleatorio simple. Como indica Hernandez Sampieri (2018), todos los elementos de un universo tienen la misma probabilidad de ser elegidos como muestra y puede darse por una selección aleatoria o procedimiento mecánico, sin que perjudique su representatividad.

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

- **Encuesta:** Como indica Paz (2017), la encuesta es un método donde permite al investigador aplicar a un grupo representativo de una población un conjunto de preguntas o indicadores mediante un cuestionario para recopilar datos e información de interés.
- **Entrevista.-** Esta técnica según la Universidad de San Martín de Porres (2019), es un tipo de conversación de carácter científico, el cual permite obtener información útil sobre un tema de investigación de interés común entre los participantes.

Instrumento:

- **Cuestionario.-** Este instrumento como detalla Cohen & Gómez Rojas (2019), es un conjunto de preguntas o proposiciones ofreciendo alternativas que posibiliten un análisis de las variables de estudio que grafiquen un problema concreto.
- **Guía de entrevista.-** Como lo indica Paz (2017), este instrumento es la base de la entrevista, el cual puede ser estructurada, semiestructurada o no estructurada, para ello es necesario que las preguntas sean precisas y de esa manera las respuestas correspondan a la información requerida por la investigación.

3.5 PROCEDIMIENTOS:

Se evalúa las características fisicoquímicas del aceite vegetal usado, la formulación de jabón en pasta con subsecuente elaboración de jabón líquido y su respectivo análisis físico químico.

Materiales:

Equipos:

- pHmetro HANNA HI 98103
- Balanza Analítica ELECTRONIC SCALE – YP1003 d = 0.001gr
- Balanza Digital EK3820 d = 0.1 gr
- Secador.
- Mechero Bunsen.

Materiales:

- Probeta de 25, 100 ml.
- Piseta.
- Vaso de precipitado de 50, 100 ml.
- Pipeta de 5, 10 ml
- Pipeteador.
- Tubos de ensayo.
- Bureta de 50 ml.

- Bagueta.
- Plato de metal.
- Gasa estéril.
- Embudo de vidrio.

Reactivos:

- Hidróxido de Potasio 98%
 - o Hidróxido de Potasio KOH [0.5N]
 - o Hidróxido de Potasio KOH [0.1N]
- Ácido Clorhídrico [0.5N]
- Fenolftaleina.
- Agua Destilada
- Éter etílico.
- Etanol 96%
- Ácido acético 99.9 %
- Cloroformo 99.8 %.
- Cloroxilenol.
- Yoduro de Potasio [Solución Saturada].
- Tiosulfato de Sodio [0.01N].
- Almidón.

Recolección y preparación de la muestra.

- a) Recolección de muestra: Los residuos de aceite proviene de la cocina del Servicio de Nutrición y dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, para lo cual se coloca un recipiente en este ambiente, cambiándolo una vez que esté lleno por otro vacío durante un mes.



Figura 3 Residuos de aceite usado del servicio de nutrición y dietética para análisis

- b) Pre tratamiento de muestra.- Para la elaboración del jabón en pasta se realizó un pre-tratamiento del aceite vegetal usado con una primera etapa de sedimentación por un periodo de 72 horas en el mismo recipiente, y posteriormente una etapa de filtración utilizando una gasa estéril, para retirar partículas de gran tamaño y posteriormente ser colocada en un envase de vidrio.



Figura 4 Filtración de aceite vegetal usado

Determinación de características físico químicas del aceite usado

En el laboratorio químico, se realiza los análisis de los parámetros siguientes utilizando el método descrito en el Anexo A (American Oil Chemists' Society, 2016):

- Organolépticas
- Densidad
- Humedad
- pH
- Índice de acidez
- Índice de saponificación
- Ácidos grasos libres
- Índice de peróxido



Figura 5 Análisis fisicoquímico del aceite vegetal usado

Elaboración de jabón líquido

a) **Obtención del jabón en pasta.**- Teniendo el índice de saponificación del residuo de aceite vegetal, se hace mezcla del aceite con variaciones de porcentajes con el KOH y temperatura de reacción (°C), observando el tiempo de reacción y rendimiento obtenido. Las corridas de control seguirán los siguientes parámetros:

Tabla 1 Parámetros para pruebas de formulación de jabón en pasta

Corrida	Aceite Usado (gr)	Porcentaje de Hidróxido de Potasio en exceso (% KOH)	Temperatura de Saponificación (°C)
1	50	0	70
2	50	10	70
3	50	0	90
4	50	10	90

Fuente: Elaboración propia

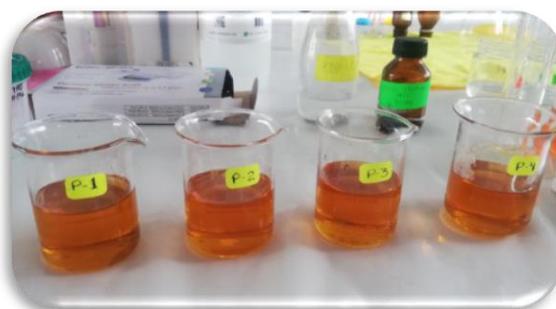


Figura 6 Preparación de las cuatro corridas para formulación de jabón en pasta

- **Preparación de solución básica.**- Se prepara una solución alcalina de KOH al 50%, considerando únicamente el índice de saponificación para las pruebas 1 y 3, y el porcentaje de exceso de hidróxido de potasio para las pruebas 2 y 4.



Figura 7 Preparación de solución de hidróxido de potasio al 50%

- **Saponificación.** Se pesa 50 gramos de aceite vegetal usado para el desarrollo de cada prueba y se trasvasa a un vaso de precipitado, posteriormente se lleva a la temperatura establecida utilizando un mechero bunsen. Una vez alcanzada dicha temperatura se procedió a agregar poco a poco la solución alcalina de KOH manteniendo una agitación constante con la ayuda de una bagueta de vidrio. Este procedimiento se realiza durante 2 horas en la que se observa la formación de pasta jabonosa. Trascurrido este tiempo, se detiene la agitación y se procede a enfriar la solución. Una vez fría se separa la pasta jabonosa producida del aceite que no llega a reaccionar y del remanente de agua y glicerina que se llega a formar producto de la reacción.

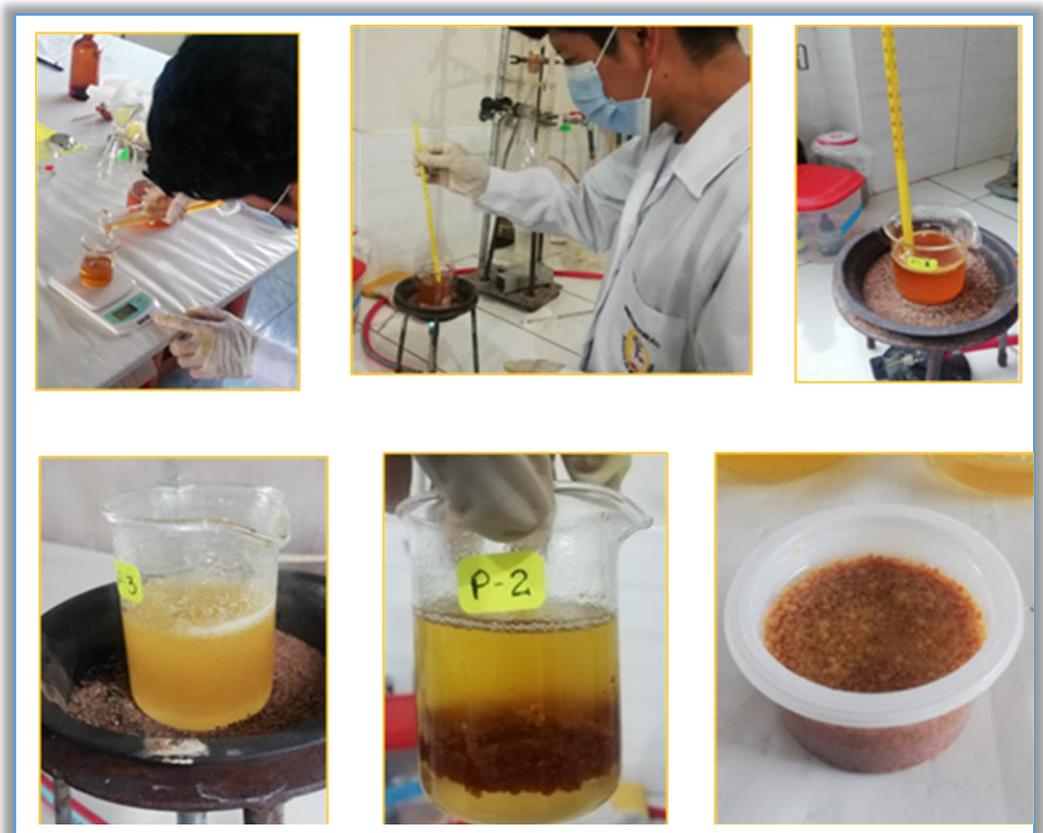


Figura 8 Proceso de saponificación y elaboración de pasta jabonosa

b) Rendimiento de aceite vegetal usado.- Se calcula el rendimiento (%) en base a la cantidad de aceite vegetal usado y la cantidad de jabón en pasta producido.



Figura 9 Jabón en pasta producido

c) Dilución del jabón en pasta y nivel de espuma.- Se realizó este procedimiento con el jabón en pasta que presentó mayor rendimiento; se hicieron pruebas con el jabón en pasta de manera aleatoria, con el fin de conseguir un producto con características similares al de un jabón líquido comercial. Para lo cual se pesó 5 gramos de jabón en pasta y se diluyó con las proporciones de agua destilada descritas en la tabla, calentando a 25°C hasta obtener una solución homogénea y viscosidad deseada, la cual se observa con la prueba al hilo, dejando caer jabón líquido de una altura de 20 cm para observar la fluidez (medición cualitativa).

Tabla 2 Porcentaje de Jabón en pasta y agua destilada

Jabón en pasta (%)	50	25	20	17
Agua Destilada (%)	50	75	80	83

Fuente: Elaboración propia



Figura 10 Jabón líquido

Una porción de la muestra de jabón líquido producido se sometió a un análisis cualitativo para medir el nivel de espuma, para lo cual se diluyó 1 ml de jabón líquido con 2 ml de agua destilada en un tubo de ensayo y se agitó fuertemente. Se tomó el tiempo en que desaparece por completo la formación de espuma.



Figura 11 Prueba al hilo



Figura 12 Prueba de espuma

d) Regulación del pH.- Preparamos una solución de ácido cítrico al 50 % en peso, con 2.5 g de ácido cítrico sólido más 2.5 ml de agua destilada, consiguiendo 4 ml de solución. Finalmente se obtiene por cada 1 ml de solución, 0.625 g de ácido cítrico. Para regular el pH del jabón líquido obtenido se agregó una solución de ácido cítrico al 50 % de manera controlada, hasta llegar al pH deseado sin que la muestra sufriera una alteración en su consistencia, utilizando un pH metro para su verificación.



Figura 13 Regulación de pH con ácido cítrico controlando alteración de muestra

e) Adición de Cloroxilenol.- En base a información de la Organización Mundial de la Salud se consideró agregar 2% de Cloroxilenol en polvo al jabón líquido producido (Cortizas Rey & Rumbo Prieto, 2019).



Figura 14 Jabón en pasta y jabón líquido antibacterial a partir de aceite usado

Análisis fisicoquímico del jabón líquido.

Se tomará una muestra del jabón líquido elaborado y se realiza su análisis fisicoquímico utilizando el método descrito en el Anexo B (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1982) con los siguientes parámetros:

- Nivel de espuma.
- Densidad del jabón líquido.
- Materia insoluble en agua
- Materia insoluble en alcohol.
- Alcalinidad libre (NaOH).
- Acidez libre (ácido oleico).
- Cloruros.
- Potencial Hidrógeno (pH)



Figura 15 Análisis fisicoquímico de jabón líquido antibacterial

Análisis de Aspectos e impactos Socio Ambientales.

En relación al impacto ambiental que provoca el proyecto de reutilización de aceite vegetal usado para la producción de jabón líquido, se debe considerar si el impacto socio ambiental es negativo o positivo, por ser un proceso de reciclaje de un residuo contaminante además de la utilización de insumos químicos en el proceso de elaboración de un artículo de aseo.

Para el análisis se utilizó la matriz de Leopold y matriz de identificación de impacto ambiental, expresados en calidad de aire, agua, suelo, alteración del paisaje, flora, fauna, salud y afectación socioeconómica.

3.6 METODO DE ANALISIS DE DATOS

El análisis de resultados obtenidos, se realizó con el programa estadístico Microsoft Excel (2018) y MiniTab, los cuales facilitaron la elaboración de cuadros y gráficos. Así mismo de acuerdo a la normativa sobre los parámetros de aceites usados de cocina y parámetros de calidad de jabón líquido se realizó una comparación descriptiva y cuantitativa.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio utilizó como referencia a trabajos nacionales e internacionales de los cuales se citó correctamente según norma ISO 690.

La realización del presente proyecto, fue ejecutado previa autorización y coordinación con el personal del Servicio de Nutrición y Dietética del Hospital Antonio Lorena del Cusco; la recolección de información y muestras fue fidedigna y sin maleficencia, sin alterar datos a conveniencia, así mismo las muestras que posteriormente son manipuladas para dar un valor agregado a dichos residuos, representa la importancia social y ambiental del presente trabajo de investigación, siendo de beneficio en caso fuera requerido por la institución en estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. ETAPAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL

Los resultados de las etapas de gestión de residuos de aceite de cocina del Hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco, estudiado en 1 mes, se describen en la presente tabla N° 3.

Tabla 3 Etapas de la gestión de residuos de aceite vegetal en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco

Etapas	Descripción				
	Semanas				
	1	2	3	4	Total
Consumo de aceite	18000ml	17000ml	19000ml	18000ml	72000ml
Generación (Volumen de aceite residual)	2480ml	2160ml	2820ml	2510ml	9970ml
Recolección	No se realiza la recolección ni reuso del aceite usado				
Almacenamiento	No se realiza el almacenamiento.				
Transporte	No existe esta etapa por no haber recolección de AVUs.				
Tratamiento y reciclaje	Actualmente no se le da ningún tratamiento, tampoco se recicla				
Disposición final	El aceite residual se vierte al desagüe (alcantarillado)				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior cada mes se consume un aproximado de 72000ml de aceite vegetal de marca "Cil" (aceite de soya); de lo cual, producto de su uso en las actividades de cocina se genera una cantidad de aceite residual que oscilan en torno a los 2500 ml semanal, con total mensual de 10 litros aproximadamente, asimismo a partir de la información brindada por el personal del servicio de nutrición y dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena se pudo saber que dicho aceite no es recolectado, reusado, almacenado, ni recibe ningún tratamiento y/o reciclaje, siendo más al contrario vertido al alcantarillado, lo cual genera contaminación ambiental y sobrecostos en la planta de tratamiento de aguas residuales que tiene la ciudad del Cusco.

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL ACEITE VEGETAL USADO

Se presenta la tabla N° 4, con los resultados del análisis fisicoquímico del aceite vegetal usado del servicio de nutrición y dietética del hospital Antonio Lorena para ser comparados con parámetros de un aceite vegetal nuevo.

Tabla 4 Resultados de análisis fisicoquímico del aceite vegetal usado

PARÁMETROS	Unidad	AVU*	Aceite vegetal nuevo
Organoléptico	Olor	Rancio	Sin olor extraño ²
	Color	Ámbar opaco	Amarillo claro y brillante ³
pH	-	6.1	5-6 ³
Humedad	%	0.10	<0.10 ³
Densidad	g/ml	0.87	0.919-0.925 ³
Índice de saponificación	mg KOH/g	204.8	189-196 ¹
Índice de acidez (ácido oleico)	%	19.2	< 0,20% ²
Índice de peróxido	meq de O ₂ /Kg	8.8	< 5 ²

Fuente: *Resultados de laboratorio MC QUIMICALAB (2020)

¹ (F. Leslie Hart & Harry Johnstone Fisher, 1971)

² (Dirección General de Salud - DIGESA, 2018)

³ (Refinación Industrial Oleícola Sociedad Anónima (RIOSSA), 2019)

Los resultados fisicoquímicos del aceite vegetal usado comparándolo con parámetros de aceite vegetal nuevo, muestran que existen diferencias en todas las características analizadas, diferencias que son mayores en algunas en comparación con otras, así tenemos en los rasgos organolépticos que el aceite usado presenta un olor rancio y un color ámbar opaco en comparación con el aceite nuevo el cual no presenta olor extraño y cuyo color es amarillo claro brillante; en cuanto a otros valores representativos, tenemos el índice de saponificación en AVU de 204.8 mg KOH/g y en aceite nuevo entre 189-196 mg KOH/g, índice de acidez en AVU de 19.2% teniendo como parámetro en aceite nuevo <0.20% y el índice de peróxido que supera el parámetro en aceite nuevo <5 meq de O₂/Kg a 8.8 meq de O₂/Kg en aceite vegetal usado.

4.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL

Para el proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial, se realizó algunos pasos, desde la obtención de pasta jabonosa, evaluación del rendimiento, elaboración de jabón líquido propiamente dicho y regulación de pH con ácido cítrico.

4.3.1. OBTENCIÓN DEL JABÓN EN PASTA

Tabla 5 Jabón en pasta obtenido en 4 corridas con pruebas de saponificación y variación de temperatura

Corridas	AVU (gr)	% KOH en exceso	KOH (gr)	Temperatura. de Saponificación (°C)	Jabón en Pasta Producido (gr)		
					Repeticiones		
1	50	0	10.24	70	17.4	16.9	17.2
2	50	10	11.26	70	18.9	19.6	19.5
3	50	0	10.24	90	17.0	17.2	19.1
4	50	10	11.26	90	21.4	21.3	20.8

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se puede apreciar los resultados de jabón en pasta obtenido en las cuatro corridas empleándose una misma cantidad de AVU, para las pruebas de saponificación se presentó dos estados de variación de %KOH una con un exceso en 0% y otra con un exceso en 10%, mientras en la temperatura tuvo dos valores posibles, 70°C y 90°C. Se realizaron tres repeticiones por cada corrida obteniendo entre todas, un mínimo de 16.9 g de pasta jabonosa en combinación de 0% de exceso de KOH a una temperatura de saponificación de 70°C y un máximo de jabón en pasta producido de 21.4 g con 10% de exceso de KOH a 90°C de temperatura, siendo los valores de las repeticiones de la corrida N° 4 los más altos en cuanto a producción de pasta jabonosa.

Tabla 6 Determinación del rendimiento promedio en las corridas de producción de jabón en pasta

Corridas	AVU (gr)	% KOH en exceso	Temperatura de saponificación (°C)	Jabón en pasta producido (gr) Promedio	Coef. de Var para cantidad de jabón en pasta (%)	Rendimiento (%)
1	50	0	70	17.2	1,5	28,5
2	50	10	70	19.3	2,0	31,6
3	50	0	90	17.7	3,3	29,4
4	50	10	90	21.2	1,5	34,6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se presentan resultados del rendimiento promedio del jabón en pasta, en relación al proceso de saponificación del aceite vegetal usado con KOH a una determinada temperatura, apreciándose los promedios y coeficientes de variación de la cantidad de pasta jabonosa producido para cada corrida, evaluando que es en la cuarta corrida que se obtiene el mayor rendimiento promedio, con un exceso de 10% de KOH y temperatura de 90°C, y que alcanza el valor de 34,6%.

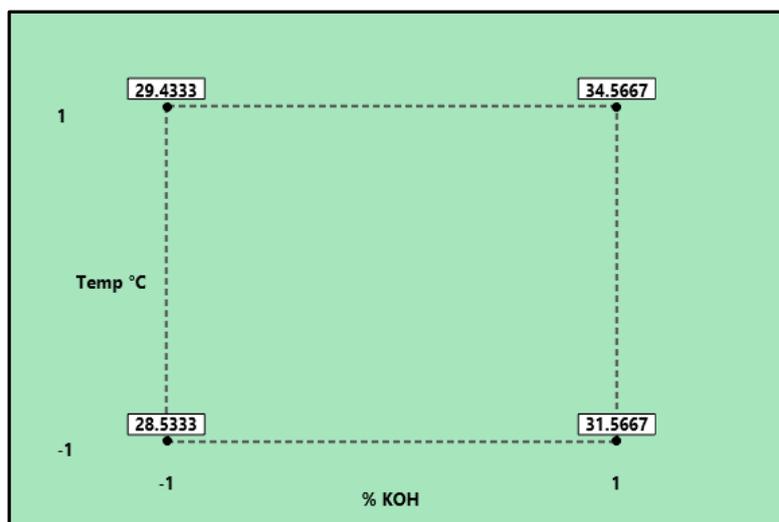


Figura 16 Gráfica de cubos para valores medios de los rendimientos de jabón

De la presente figura se aprecia los resultados para el rendimiento promedio del jabón en pasta, para las cuatro posibles corridas, en la que el menor rendimiento corresponde al %KOH de 0% de exceso y 70°C de temperatura.

Tabla 7 Análisis de varianza ANOVA para el rendimiento promedio del jabón en pasta obtenido

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	64.736	21.5786	52.52	0.000
Lineal	2	61.428	30.7142	74.76	0.000
% KOH	1	50.021	50.0208	121.75	0.000
Temperatura °C	1	11.408	11.4075	27.77	0.001
Interacciones de 2 términos					
% KOH * Temp °C	1	3.307	3.3075	8.05	0.022
Error	8	3.287	0.4108		
Total	11	68.022			

En la tabla anterior se presentan los resultados correspondientes al análisis de variación ANOVA, en el cual se postulan tres hipótesis nulas las cuales plantean el no efecto de los factores en forma individual y conjunta sobre el rendimiento del jabón en pasta, frente a las hipótesis alternas las cuales plantean lo contrario. Como se puede apreciar en los tres casos, es decir para el %KOH, la temperatura y la interacción, el p valor calculado, está por debajo del 5% de significancia estadística, por tanto, se rechazan las hipótesis nulas y se aceptan las hipótesis alternas, lo cual nos conduce a afirmar tanto el %KOH, la temperatura y su interacción afectan el rendimiento de la producción del jabón en pasta.

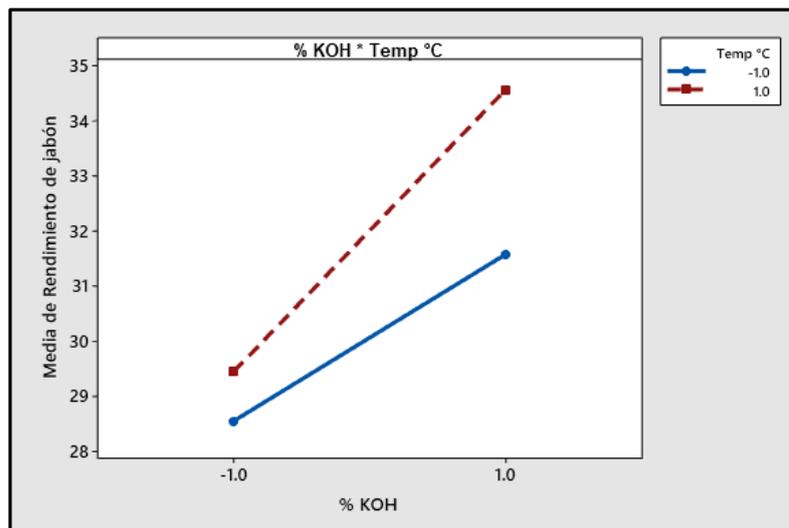


Figura 17 Gráfica de interacción para rendimiento de jabón en pasta

En la figura se aprecia una gráfica de interacción donde revela que el mayor efecto para la mayor producción de jabón en pasta se da, con %KOH en 10% de exceso y a 90°C de temperatura en proceso de saponificación.

4.3.2. OBTENCIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO

Dilución del jabón en pasta con prueba de hilo y nivel de espuma

Para la elaboración del jabón líquido se utilizó la corrida del jabón en pasta que tuvo mayor rendimiento.

Tabla 8 Porcentaje de jabón en pasta y agua destilada

Variación en %	1	2	3	4
Jabón en pasta (%)	50	25	20	17
Agua Destilada (%)	50	75	80	83

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 8 se presenta las variaciones en porcentaje de jabón en pasta y agua destilada que se realizó para obtener cualitativamente una fluidez y viscosidad similar al de los jabones líquidos comerciales, teniendo como resultado óptimo la variación N° 4 con una proporción de 17/83 (17% de jabón en pasta y 83% de agua destilada), corroborado con pruebas de hilo que se realizó; se obtuvo un volumen total de jabón líquido de 55 ml.

Así mismo se realizó la prueba de espuma en un tubo de ensayo, observándose un nivel de espuma generado de hasta 2 cm por un lapso de tiempo de 5 min.

Regulación de pH con adición de ácido cítrico

Tabla 9 Resultados para el pH del jabón líquido elaborado

Prueba	Jabón líquido elaborado (ml)	pH inicial	Ácido cítrico al 50% (ml)	pH final promedio	Viscosidad del jabón líquido
1	55	13.8	0.8	12.8	Sin alteración
2	55	13.8	1.6	11.2	Sin alteración
3	55	13.8	2.0	9.4	Sin alteración
4	55	13.8	2.2	7.3	Alterado (consistencia líquida)

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se puede constatar que la cantidad necesaria de ácido cítrico para llevar el pH lo más neutro posible sin que varíe la consistencia del jabón líquido (sin alteración) fue de 2 ml de una solución de ácido cítrico al 50 % (0.625 gr/ml), lo que equivale a decir que se necesita 1.25 gramos de ácido cítrico sólido para 55 ml de jabón líquido. Así mismo se puede apreciar que al agregar una mínima cantidad más de solución de ácido cítrico, se baja el pH a 7.3, lo cual sería ideal pero se observa que la viscosidad del jabón líquido se ve totalmente alterada.

Tabla 10 Análisis de varianza ANOVA para un factor (Ácido cítrico) en el pH del jabón líquido producido

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Ácido Cítrico	3	49.9567	16.6522	201.85	0.000
Error	8	0.6600	0.0825		
Total	11	50.6167			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza ANOVA para un factor, muestran que siendo la hipótesis nula planteada como el promedio del pH para las diferentes cantidades de ácido cítrico agregado es equivalente y la hipótesis alterna como el promedio del pH para las diferentes cantidades de ácido cítrico agregado no es equivalente, se tiene que de acuerdo con el p valor calculado 0,000 rechazamos la hipótesis nula, dado que el p valor es inferior al 5%. Por tanto, el pH difiere con la adición de diferentes cantidades de ácido cítrico.

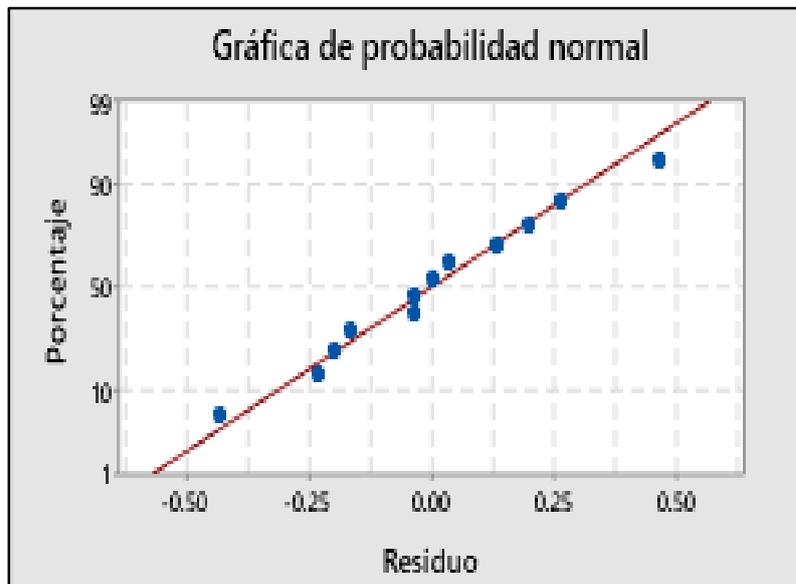


Figura 18 Residuos para análisis de normalidad en relación a pH

La figura anterior muestra que los datos de la muestra para el pH del jabón producido siguen una distribución normal, lo que da lugar a afirmar que el modelo paramétrico ANOVA es adecuado para el análisis de las diferencias de pH en el jabón producido a diferentes cantidades de ácido cítrico agregado.

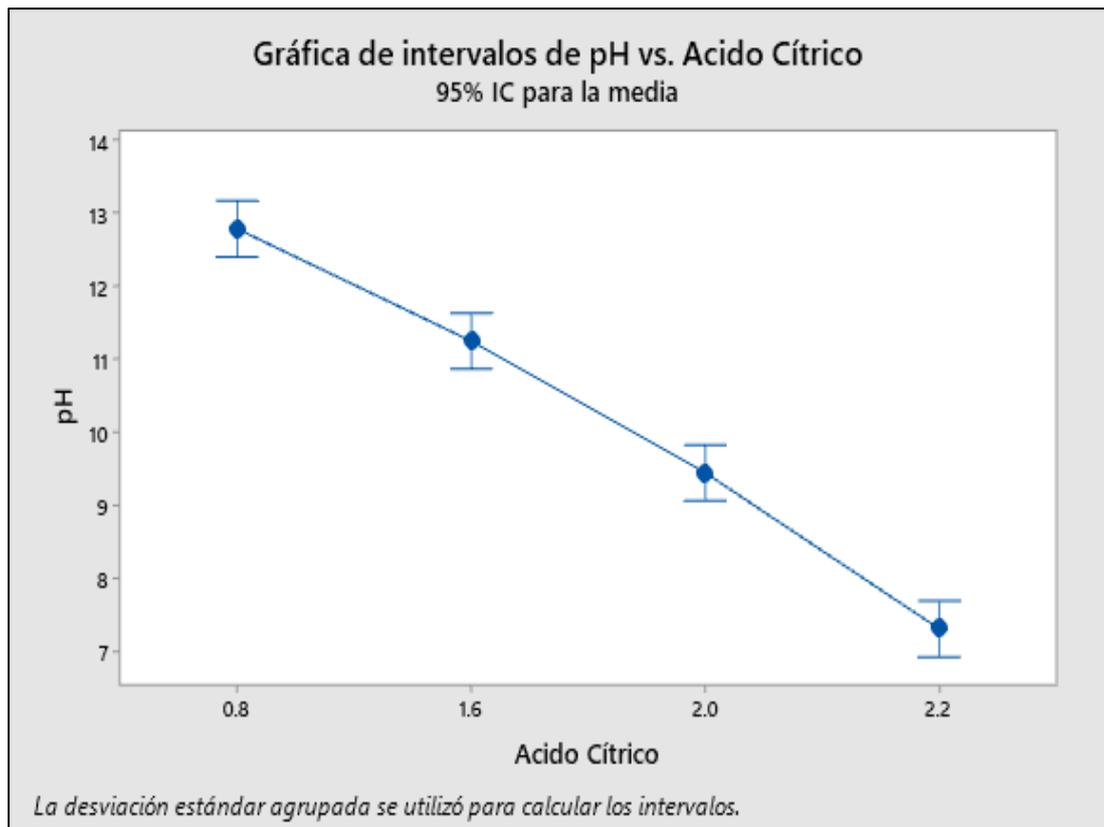


Figura 19 Intervalos de pH vs ácido cítrico incorporado al jabón diluido

La figura anterior muestra los intervalos de pH para el jabón diluido a diferentes niveles de ácido cítrico, es así que se puede apreciar que los promedios del pH difieren a diferentes concentraciones, siendo la menor la que se da a 2,2 ml de ácido cítrico, sin embargo, a este volumen agregado el jabón líquido pierde consistencia, mientras que a un nivel de 2,0 ml de ácido cítrico el jabón alcanza su mejor pH sin que el jabón líquido se vea alterado en términos de viscosidad (consistencia y/o fluidez)

Adición de Cloroxilenol para calidad antibacteriana de jabón líquido

Para obtener un jabón líquido antibacteriano, se agrega 2% de Cloroxilenol, es decir para una muestra de jabón líquido elaborado de 55 ml se añade 1.1g de Cloroxilenol en polvo, obteniendo un producto con un valor antiséptico.

4.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL JABÓN LÍQUIDO

Se presenta la tabla N° 11, con los resultados del análisis fisicoquímico del jabón líquido elaborado a base de los residuos de aceite vegetal del servicio de nutrición y dietética del hospital Antonio Lorena para ser comparados con parámetros de un jabón líquido de tocador.

Tabla 11 *Análisis fisicoquímico del jabón líquido antibacterial*

PARÁMETROS	Unidad	Jabón líquido elaborado	Parámetros de jabón líquido de tocador (INEN, 2013)
Organoléptico	Olor	Aceptable	Agradable
	Color	Ámbar translúcido	Libre de materias extrañas
Densidad	g/ml	0.96	---
pH		9.4	Max. 9.5
Materia insoluble en agua	%(m/m)	0.18	Max. 0.2
Materia insoluble en alcohol	%(m/m)	1.14	Max. 1.2
Alcalinidad libre (NaOH)	%(m/m)	0.07	Max. 0.12
Acidez libre (ácido oleico)	%(m/m)	0.05	Max. 0.2
Cloruros	%(m/m)	0.00	Max. 0.7

Fuente: Resultados de laboratorio MC QUIMICALAB (2020)

Los resultados del análisis fisicoquímico del jabón líquido antibacterial detallan un olor aceptable, color ámbar traslucido, densidad 0.96, pH de 9.4 y demás valores detallados que demuestran que el producto elaborado a partir de aceite vegetal usado está dentro de los parámetros de jabón líquido de tocador (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013), tal como se aprecia en la tabla anterior.

4.5. PROYECCIÓN DE JABON LÍQUIDO CALCULADO

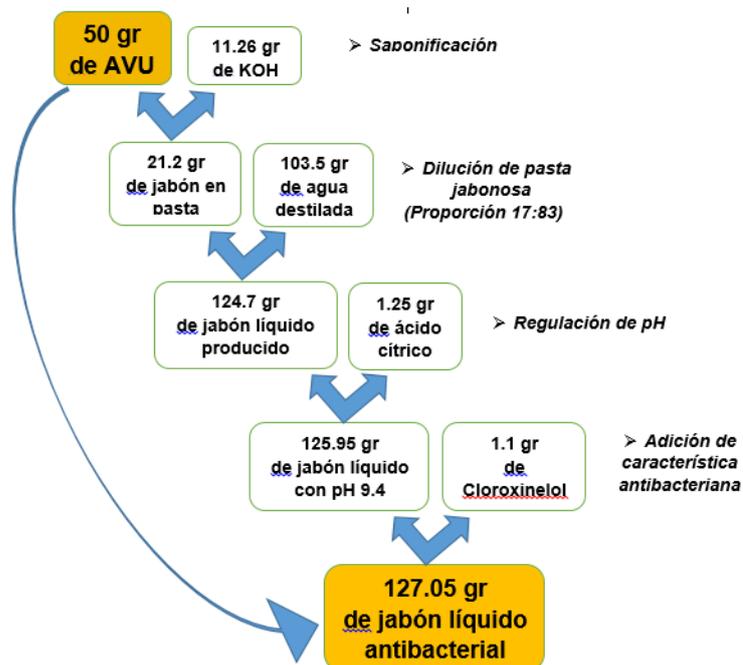


Figura 20 Diagrama de formulación del proceso de elaboración del jabón líquido antibacterial..

Fuente: Elaboración propia

Por cada 50g de aceite vegetal usado, se empleó 11,26 g de KHO, haciendo un total de 61,26 g de lo cual se obtiene 21,2 g de jabón en pasta. Para diluir el jabón se emplea agua destilada en la proporción de 17: 83 partes de jabón en pasta por agua con lo cual para 21,2 g de jabón en pasta se empleará un total de 103,5 g de agua destilada, posteriormente al jabón diluido se añade 1.25 g de ácido cítrico y 1.1 g de Cloroxilenol. De los pasos anteriores se tiene que por cada 50g de aceite vegetal usado se tiene un total aproximado de 127.05 g de jabón líquido antibacterial.

Por otra parte, la proporción de los volúmenes de aceite vegetal usado V_{AVU} y jabón líquido antibacterial V_{JLA} está dado de la siguiente manera:

$$\frac{V_{AVU}}{V_{JLA}} = \frac{m_{AVU} \rho_{JLA}}{m_{JLA} \rho_{AVU}}, \text{ de donde se tiene que } \frac{V_{AVU}}{V_{JLA}} = \frac{50 \cdot 0.96}{127,5 \cdot 0,87} = 0,434$$

- $V_{JLA} = \frac{V_{AVU}}{0,434}$, luego aproximadamente haciendo cálculos, por cada 9 970ml de aceite vegetal usado, se puede producir un total de 22 972,35 ml de jabón líquido antibacterial (23 litros aprox.)

4.6. CALIDAD Y PREFERENCIA POR EL JABÓN LÍQUIDO PRODUCIDO

Los resultados por 20 encuestados con respecto a la calidad y preferencia por el jabón líquido antibacterial producto de la gestión de residuos de aceite de cocina del Hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco, se describen en las siguientes tablas.

Tabla 12 Consistencia del jabón líquido antibacterial

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Muy buena	2	10,0
Buena	11	55,0
Regular	5	25,0
Mala	1	5,0
Muy mala	0	0,0
Total	20	100,0

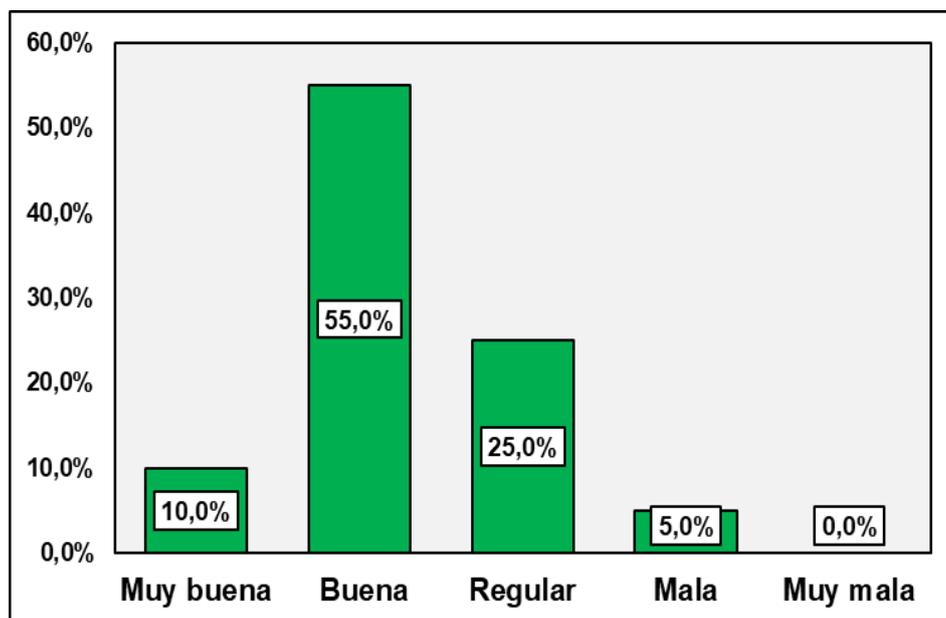


Figura 21 Consistencia del jabón líquido antibacterial

Los resultados para viscosidad del jabón líquido antibacterial muestran que el 10,0% de los encuestados consideran que la viscosidad es muy buena, 55,0% que la viscosidad es buena, 25,0% indica que la viscosidad es regular el 5,0% indica que la viscosidad es mala.

Tabla 13 Olor del jabón líquido antibacterial

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Muy buena	0	0,0
Buena	8	40,0
Regular	10	50,0
Mala	2	10,0
Muy mala	0	0,0
Total	20	100,0

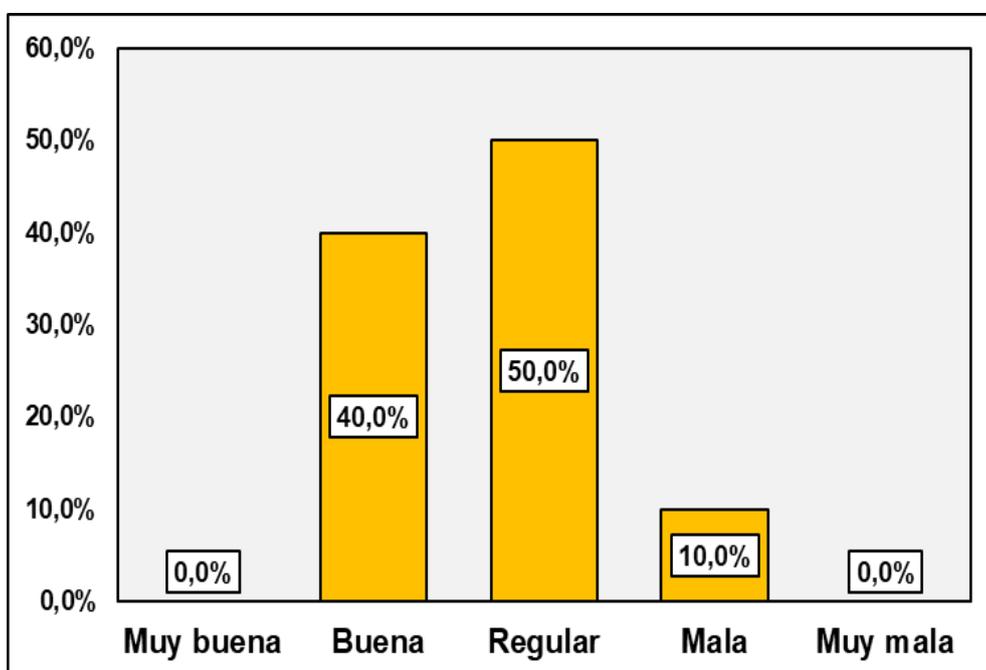


Figura 22 Olor del jabón líquido antibacterial

En la tabla anterior se presentan los resultados para el olor del jabón antibacterial, es así que el 40,0% de los encuestados considera como bueno el olor del jabón líquido producido, mientras que el 50,0% considera como regular, y el 10,0% indica que el olor es malo.

Tabla 14 Color del jabón líquido antibacterial

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Muy buena	1	5,0
Buena	8	40,0
Regular	11	55,0
Mala	0	0,0
Muy mala	0	0,0
Total	20	100,0

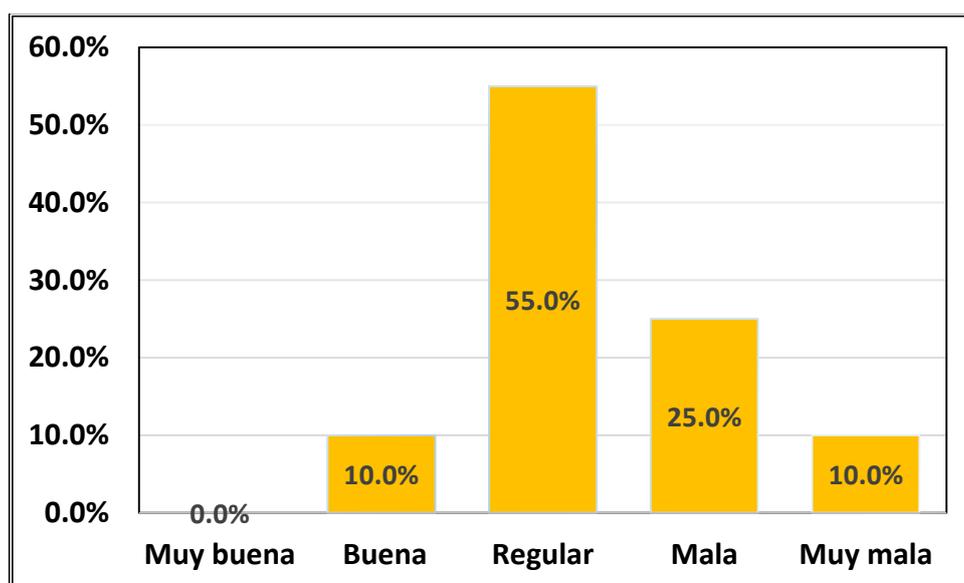


Figura 23 Color de jabón

En la tabla anterior se presentan los resultados para el color del jabón antibacterial, es así que el 10,0% de los encuestados considera como muy malo el color del jabón líquido producido, mientras que el 25,0% considera como mala, el 55,0% indica que el color es regular y un 10% que es buena.

Tabla 15 Presencia de reacción dermatológica

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	5,0
Tal vez	3	15,0
No	16	80,0
Total	20	100,0

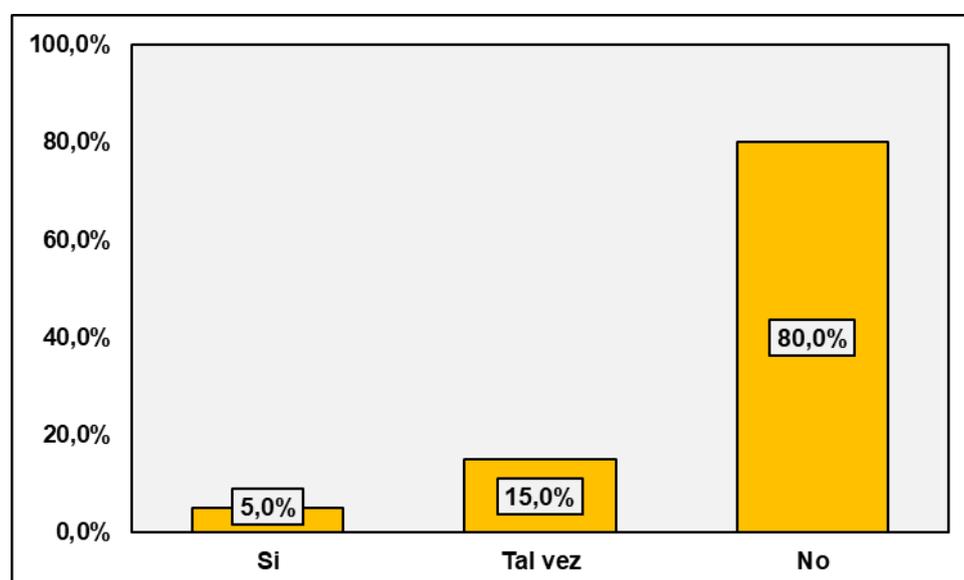


Figura 24 Presencia de reacción dermatológica en la piel

En la tabla anterior se presentan los resultados reacción dermatológica al uso del jabón líquido elaborado en el que se puede apreciar que tan solo 5 % de los encuestados presentaron reacción desfavorable, mientras que el 15,0% consideran que tal vez y el 80% indica que no presentó ningún tipo de reacción dermatológica al uso del jabón líquido producido.

Tabla 16 Reacciones sufridas en la piel por uso del jabón líquido antibacterial

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Alergia y/o dermatitis	0	0,0
Ardor y/o prurito	1	25,0
Sensación de quemadura o enrojecimiento	1	25,0
Resequedad.	2	50,0
Otros:	0	0,0
Total	04	100,0

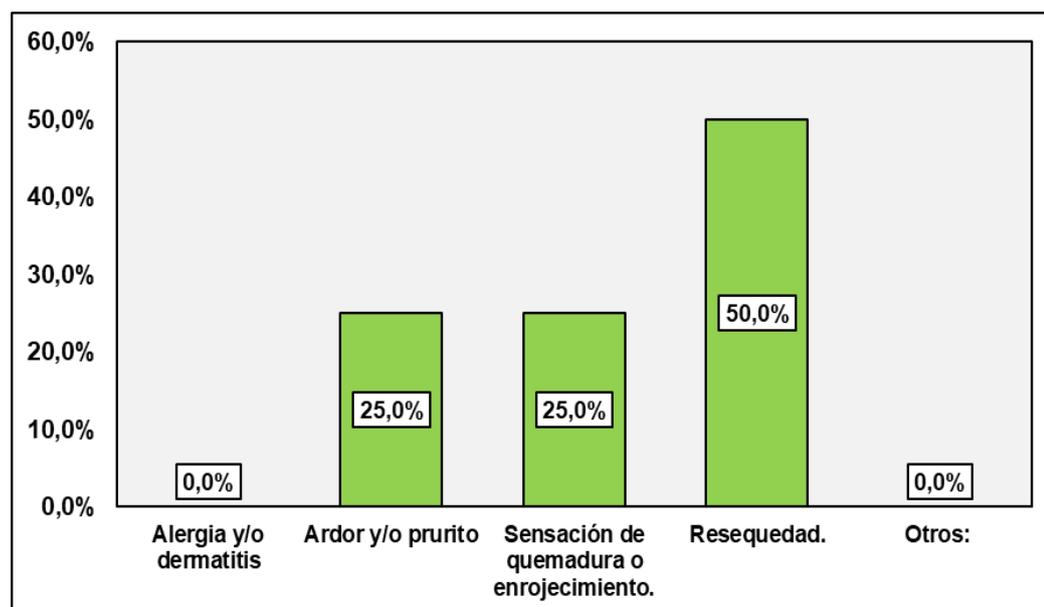


Figura 25 Reacciones sufridas en la piel por uso del jabón líquido antibacterial

En la tabla y gráfica anterior se presentan las personas que sufrieron reacciones dermatológicas al uso del jabón líquido elaborado, en el que se puede apreciar que un 25% de los encuestados sintieron ardor y/o prurito, otro 25% presentaron sensación de quemadura o enrojecimiento y el 50% de afectados tuvieron una reacción dermatológica de resequedad en las manos.

Tabla 17 Opinión sobre el jabón líquido antibacterial elaborado

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Muy interesante	14	70,0
Interesante	5	25,0
Poco interesante	0	0,0
Nada interesante	0	0,0
Indiferente	1	5,0
Total	20	100,0

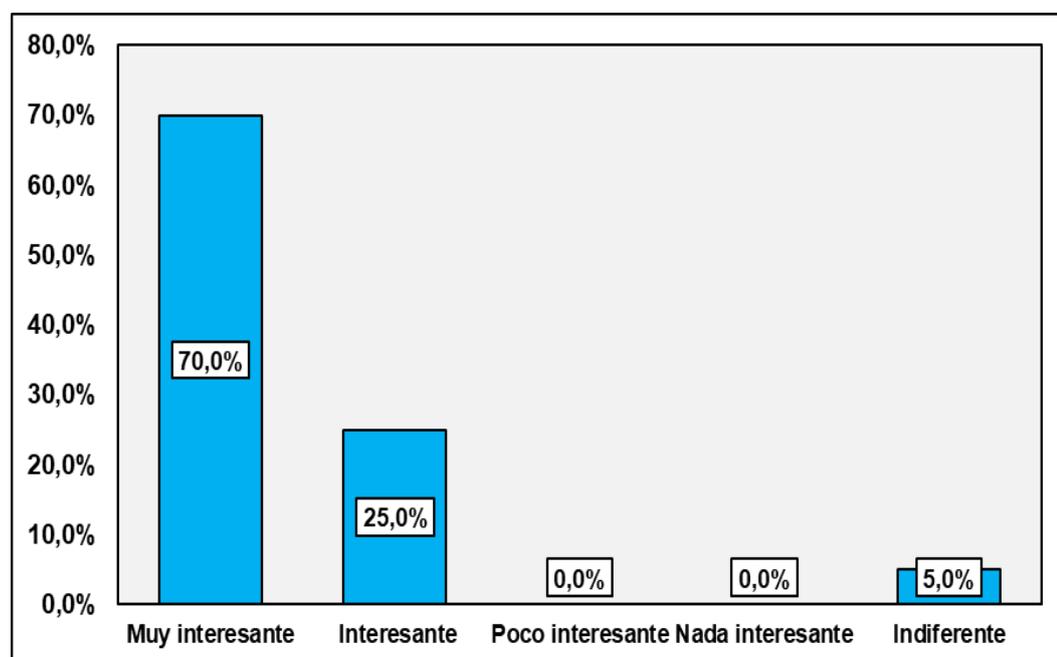


Figura 26 Opinión sobre el jabón líquido antibacterial elaborado

Del total de encuestados que hicieron uso del jabón líquido antibacterial a base de aceite reciclado de cocina, opinan en un 70,0% que dicho producto de higiene es muy interesante, el 25,0 % que es interesante y el 5,0% que se mantuvo indiferente.

Tabla 18 ¿El jabón líquido antibacterial le fue de su agrado?

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	80,0
Tal vez	3	15,0
No	16	5,0
Total	20	100,0

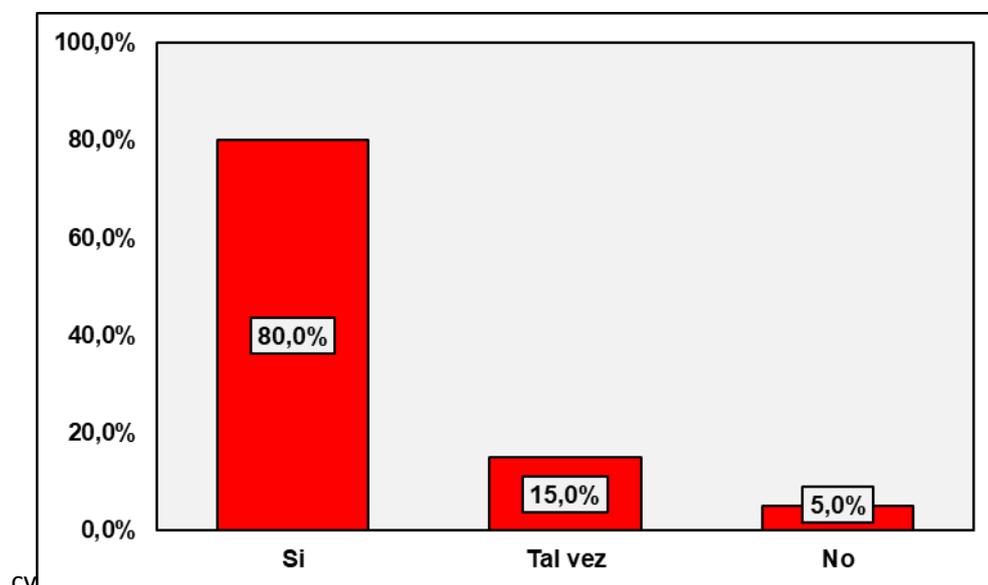


Figura 27 ¿El jabón líquido antibacterial le fue de su agrado?

Del total de encuestados que hicieron uso del jabón líquido antibacterial elaborado, el 80,0% indica que el jabón si fue de su agrado, mientras que el 15,0% considera que tal vez, y para el 5,0% de los encuestados no es de su agrado.

4.7. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JABÓN LIQUIDO ANTIBACTERIAL

Tabla 19 Matriz de Leopold

Factores ambientales representativos de Impacto		Acciones susceptibles de producir impacto		Reciclado y recolección de aceite vegetal usado (AVU)	Pre-tratamiento de AVU (Sedimentación - Filtrado)	Análisis de características fisicoquímicas del AVU	Preparación de KOH y saponificación	Dilución de pasta jabonosa y regulación de pH	Adición de Cloroxilenol	Análisis fisicoquímico del jabón líquido antibacterial	Impactos Positivos	Impactos Negativos	TOTAL ARITMÉTICO	POMEDIO DE COMPONENTES AMBIENTALES
		Suelo	Calidad de suelo											
Componente físico	Agua	Calidad de agua superficial	+7/10	-1/1	-1/2	-	-	-	-	-	1	2	67	44.8
		Calidad de acuíferos	+6/7	-1/1	-	-	-	-	-	-	1	1	41	
		Calidad de agua residual	+8/9	-1/1	-1/2	-2/2	+2/4	+1/1	-1/1	-1/1	3	4	73	
		Calidad de aire	+1/1	-	-2/3	-1/1	-	-	-1/1	-1/1	1	3	-7	
Comp. biótico	Paisaje	Alteración de paisaje	+7/8	-	-	-	-	-	-	-	1	0	56	35.3
		Flora	Cobertura vegetal	+7/7	-	-	-	-	-	-	1	0	49	
		Fauna	Hábitat	+1/1	-	-	-	-	-	-	1	0	1	
Comp. Socio económico	Socio económico	Salud	+5/7	-	-2/4	-1/1	+6/8	+7/8	-2/4	-2/4	3	3	122	94
		Ingresos económicos	+3/4	-	-	-	+7/6	+3/2	-	-	3	0	60	
		Repercusión en PTAR	+6/10	-	-	-2/2	+3/5	+5/6	-1/1	-1/1	3	2	100	
Impactos positivos			11	0	0	0	4	4	0	0	19			
Impactos negativos			0	4	5	4	0	0	5	5		18		
TOTAL ARITMETICO			468	-4	-19	-10	113	93	-29	-29			612	

A partir de la aplicación de la matriz de Leopold, resulta mayor los factores impactados de forma positiva por el proyecto de elaboración de jabón líquido, teniendo los datos más representativos el impacto en la salud (+122), la repercusión en la PTAR (+100) y la calidad de agua residual (+73), en cuanto al impacto negativo se da en la calidad de aire (-7) y en las acciones de análisis fisicoquímico del aceite (-19) y jabón (-29).

Tabla 20 Matriz con Calificación de Impactos Ambientales

ALTERACIONES AMBIENTALES	ATRIBUTOS DE IMPACTOS												¿Cuál es la RELEVANCIA del Impacto Ambiental?
	Naturaleza SIGNO	INTENSIDAD (I)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVESIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACION (AC)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	IMPORTANCIA	
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL SUELO	+	1	1	1	4	4	1	1	1	2	2	22	Irrelevante
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA	+	8	8	2	4	4	2	4	4	4	2	53	Severo
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AIRE	+	1	1	1	4	4	1	1	1	1	2	21	Irrelevante
ALTERACION DE FAUNA Y FLORA	+	1	2	1	4	4	1	1	1	1	2	23	Irrelevante
ALTERACION DEL PAISAJE	+	1	2	1	4	4	1	1	1	2	2	24	Irrelevante
ALTERACION EN LA SALUD	+	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	51	Severo
ALTERACION EN EL MEDIO SOCIOECONOMICO	+	9	2	4	4	4	2	1	1	2	1	35	Moderado
GENERACION DE EMPLEO	+	4	1	4	4	4	1	1	1	2	1	27	Moderado

De la tabla N° 19 se puede observar los parámetros de la Matriz con calificación de atributos de Impacto Ambiental en relación a las alteraciones producto del proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal; observándose un **impacto positivo (+)** como resultado del proyecto en todas las dimensiones con **Relevancia** de impacto ambiental de **Severo (+)** en la calidad de agua (+53) y la salud (+51); **Moderado (+)** en el impacto del medio socioeconómico (+35) y generación de empleo (+27); e **Irrelevante (+)** en la calidad de suelo, aire, fauna y flora.

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito principal elaborar jabón líquido antibacterial a partir de aceite usado de cocina del hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco. Para ello se realizó la caracterización de las etapas de gestión de residuos de aceite, con su respectivo análisis fisicoquímico, se elaboró jabón líquido antibacterial valorando su calidad y aceptación por encuestados que hicieron uso de este producto y se concluyó con un análisis del impacto socio ambiental del proceso de elaboración del jabón.

El servicio de nutrición y dietética del hospital en estudio, realiza un consumo mensual aproximado de 72 litros de aceite de soya "Cil", y al no existir un plan de gestión para estos residuos, no son recolectados, reciclados, reusados, almacenados o tratados, teniendo como disposición final el sistema de alcantarillado, con una generación de aceite residual aproximada de 10 litros mensuales, lo cual depende del tipo y número de frituras preparadas en la dieta hospitalaria. Como lo indica Belalcazar Flórez & Rivera Sánchez (2016), por el facilismo y la falta de educación ambiental, el aceite vegetal usado es vertido al desagüe deshaciendonos de lo que ya no nos sirve, generando terribles problemas ambientales. Marquéz Farfan (2014) detalla que 1 litro de residuos de aceite contamina 1000 litros de agua, por tener 5000 veces más contaminante que el agua que circula por las alcantarillas y al llegar a cuerpos acuíferos perturba su ecosistema al generar una película de grasa en su superficie. Así mismo Gonzáles Canal & Gonzales Ubierna (2013) indica que se forma bolas de grasa al juntarse el aceite con detergentes y jabones, ocasionando atasco de tuberías y costos adicionales en las plantas depuradoras para el tratamiento de aguas residuales.

Del análisis de laboratorio del aceite vegetal usado (AVU), se encontró un color ámbar opaco, olor desagradable, pH 6.1, humedad 0.10%, densidad 0.87 g/ml, índice de saponificación 204.8 mg KOH/g, índice de acidez 19.2% e índice de peróxido de 8.8 meq de O₂/Kg; datos que reflejan la alteración de nuestro aceite en comparación con las características fisicoquímicos que tiene un aceite vegetal nuevo: índice de peróxido <5 meq de O₂/Kg, índice de acidez <0.20% y sin olor extraño (DIGESA, 2018); color amarillo claro y brillante, pH entre 5-6, humedad <0.10 y densidad entre 0.919-0.925 g/ml (RIOSSA, 2019); índice de saponificación entre 189-196 mg KOH/g (F. Leslie Hart & Harry Johnstone Fisher, 1971). Como lo

indica Lázaro Vela (2018), la degradación del aceite se produce por las altas temperaturas al que fue sometido y mediante los procesos de oxidación se genera los olores desagradables y la formación de peróxidos, en la polimerización se forman polímeros y se espesa el aceite; y en el proceso de hidrolisis se produce la liberación de ácidos grasos libres.

Un dato importante es comparar nuestros valores de análisis fisicoquímicos del aceite usado del hospital con el trabajo de Leyva Arévalo & Torres Gómez (2016), realizado con aceite vegetal reciclado de un instituto y comedor universitario, donde se obtuvo características de mal olor, color oscuro, índice de acidez 0,28 mg KOH/g; Índice de saponificación 278,9 mg KOH/g e índice de peróxido 18,72 g de O₂ /Kg, datos que superan nuestros valores en cuanto a degradación, por lo que se puede indicar que el AVU del hospital en estudio tiene mejores características para ser reciclado y reaprovechado para la elaboración de jabón líquido.

En las tablas 5, 6 y 7 se detalla el proceso de elaboración de jabón, empezando por la producción de pasta jabonosa con cuatro corridas, empleándose 50 g de aceite vegetal usado con variaciones de %KOH (0% exceso y 10% exceso) y temperatura (70°C y 90°C), infiriéndose que la mejor reacción de saponificación en un término de 2 horas, expresada en términos de rendimiento (%), fue para la corrida N° 4 la cual generó 21.2g de pasta jabonosa, con un 10% de exceso de KOH a una temperatura de 90°C, logrando un rendimiento de 34.6% de producto elaborado. Ramos (2016), afirma que los insumos necesarios para producir la reacción de saponificación dependerá de las características fisicoquímicas del aceite utilizado, como es el índice de saponificación el cual determina la cantidad necesaria de álcali para saponificar un gramo de aceite, en este contexto tomando como base el trabajo realizado por Leyva Arévalo & Torres Gómez (2016), quienes concluyen que a mayor temperatura disminuye el rendimiento de la pasta jabonosa y que la adición en exceso del 5 a 10% de KOH no produce un efecto significativo; para nuestro aceite con otras características, se evidencia que el %KOH, temperatura y su interacción de ambos, si afectan el rendimiento de la producción de jabón.

La dilución de la pasta jabonosa se realizó con agua destilada, ya que con aguas duras no se llega a generar mucha espuma y no se disuelve bien como lo indica Juanto, Mardones, & Pastorino (2018), obteniéndose la mejor fluidez y consistencia

tipo jabón líquido comercial con una proporción de 17/83 (17% de jabón en pasta y 83% de agua destilada); así mismo la presencia de espuma es importante como lo considera Hilario Zambrano (2019), indicando que se debe considerar la estabilidad de la espuma al momento de elaborar jabones, parámetro que nuestro jabón ha cumplido observándose un nivel de 2cm por un laso de 5 minutos, lo cual se considera aceptable.

En el estudio realizado por Calderón Villamarin (2019), para la regulación de pH de jabón diluido, utilizó ácido cítrico en un promedio de 0.61% para un jabón base de 3.17% en la formulación de jabón líquido, obteniendo un pH ácido de 5.99; para nuestra formulación y lograr bajar el pH muy alcalino sin que la consistencia sea alterada, se agregó titulando 2ml de solución de ácido cítrico al 50% (0.625 gr/ml) al jabón disuelto el cual contenía 21.20 g de jabón base (pasta), lo que equivale a decir que por todo el producto elaborado se utilizó 16.69% de jabón base y 0.98% de ácido cítrico, consiguiendo un pH de 9.4, valor que está dentro de los parámetros del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013). Además cabe mencionar que la adición de ácido cítrico es importante para mejorar la calidad de jabones como lo afirman Dianursanti, Francisca & Alifia (2020), que además de regular el pH, ayuda a la acción antibacteriana de algunos artículos de higiene.

Con respecto a la adición de un ingrediente antibacterial, Giraldo Giraldo, Trejo Valenzuela, & Sanabria (2016), lo describen de gran ayuda para la limpieza y desinfección, brindando mayor seguridad al disminuir las enfermedades por bacterias, es así que se agrega al jabón líquido elaborado, 2% de Cloroxilenol, dejando de lado los ingredientes activos de Triclosán y triclocarbán por su prohibición y restricción por la FDA (2016) e INDECOPI (2018) al no haberse demostrado su eficacia ni que su uso sea seguro a largo plazo en los jabones.

Los análisis fisicoquímicos del jabón líquido elaborado arrojaron un olor aceptable, color ámbar translucido, densidad de 0.96 g/ml, pH de 9.4, materia insoluble en agua 0.18%, materia insoluble en alcohol 1.14%, alcalinidad libre 0.07%, acidez libre 0.05% y Cloruros 0%, parámetros que de acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013), se encuentran dentro de los valores para un jabón de tocador. Se formula jabón líquido antibacterial con 50 g de aceite vegetal usado, 11.26g de KOH, 103.5g de agua destilada, 1.25g de ácido cítrico y 1.1g de

Cloroxilenol, produciendo en un balance de masas un total de 127.05g, el cual haciendo una comparación con el rendimiento generado en el estudio de Gabriel Aguilar & Perez Cuba (2019), que consiguieron por 100g de aceite usado, 132g de jabón; nuestra producción con las características y condiciones planteadas consigue en 100g de AVU, 254.1g de jabón, el cual expresado en volumen para un total de 10 litros de aceite usado generado en un mes en el área de cocina del hospital se podría llegar a elaborar 23 litros de jabón líquido antibacterial.

Las tablas relacionadas a la calidad y preferencia por el jabón líquido producido a base de aceite usado, fueron resultado de la aplicación de una encuesta a 20 usuarios que hicieron uso del jabón en el lavado de manos durante 5 días; los datos más resaltantes son que un 55% dijo que la consistencia es regular, mientras que un 5% indico que es mala, en cuanto al olor manifestaron 50% que es regular y 10% mala; en el color 55% indicó que es regular y 10% muy mala; con respecto a la reacción dermatológica un 80% no tuvo inconvenientes y un 10% si la tuvo manifestado sobretodo en resequedad de piel. Salazar Aspiazu & Vera López (2016), indica que las personas son sensibles a diferentes compuestos provocándoles resequedad e irritación, concluyendo que un 39.8% de personas prefieren un producto hidratante y un 25% van por la suavidad. Con respecto a la opinión de los encuestados sobre el jabón elaborado a partir de aceite usado indicaron en un 70% que es muy interesante, un 80% manifestaron que si fue de su agrado por tratarse de un producto líquido, ecológico y antibacterial.

La calificación de impactos ambientales realizada en dos matrices de Leopold relaciona las acciones de la elaboración de jabón líquido antibacterial, con atributos y factores ambientales impactados, ilustrando que el impacto es positivo, sobre todo por la actividad de reciclado y recolección de aceite vegetal usado, dilución de jabón en pasta, regulación de pH y la adición de Cloroxilenol, que en conjunto generan preponderantemente un impacto positivo sobre la salud, calidad de agua (residual), y en lo socioeconómico la repercusión que se daría en la PTAR. Estos resultados son corroborados por Chalco Sanchez & Serrano Nuñez (2016), quienes tienen una apreciación de impacto ambiental positivo, indicando que un proyecto de elaboración de jabones no afecta al medio ambiente, sino por el contrario contribuye a su conservación.

VI. CONCLUSIONES

1. El hospital de contingencia Antonio Lorena de Cusco no cuenta con un plan de gestión de residuos de aceite vegetal, generando en sus dietas un aproximado mensual de 10 litros de aceite usado los cuales al no ser reciclados, su disposición final es la red de alcantarillado sin un previo tratamiento adecuado.
2. Las características fisicoquímicas del aceite vegetal usado (AVU) revelan su degradación con valores de color ámbar opaco, olor desagradable, pH 6.1, humedad 0.10%, densidad 0.87 g/ml, índice de saponificación de 204.8 mg KOH/g, índice de acidez 19.2% e índice de peróxido de 8.8 meq de O₂/Kg.
3. La mejor formulación de jabón líquido antibacterial, para 50 g de aceite fue utilizar 10% en exceso de KOH a una temperatura de 90°C en la elaboración de pasta jabonosa y para su dilución se usó 17% de dicha pasta con 83% de agua destilada; 2ml de ácido cítrico al 50% (0.625 g/ml) para regulación de pH y 2% de Cloroxilenol como ingrediente antibacteriano. En términos de rendimiento con balance de masa, con 50 g de aceite vegetal usado se elaboró 127.05g de jabón líquido antibacterial.
4. Los análisis fisicoquímicos del jabón elaborado arrojaron un olor aceptable, color ámbar translucido, densidad de 0.96 g/ml, pH de 9.4, materia insoluble en agua 0.18%, materia insoluble en alcohol 1.14%, alcalinidad libre 0.07%, acidez libre 0.05% y Cloruros 0%, valores dentro de los parámetros del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013) para jabón de tocador.
5. La calidad y preferencia por el jabón elaborado fue de regular a bueno en términos de consistencia, color y olor, sin embargo un 10% manifestaron reacciones dermatológicas (resequedad, ardor, prurito). Finalmente en su mayoría les pareció interesante y de su agrado, el proyecto del jabón elaborado.
6. El proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial genera un impacto socio ambiental positivo principalmente en los factores de salud, calidad de agua y socioeconómico.
7. De la investigación realizada se concluye que si es posible elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal, ya que existe la necesidad de plantear soluciones a problemas socio ambientales, dándole valor a un residuo que tiene las características para la formulación de un producto de higiene de calidad y rendimiento, sin que genere impactos ambientales negativos.

VII. RECOMENDACIONES

- Implementar un Plan de Gestión de residuos de aceite usado en el Servicio de nutrición y dietética del Hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco en coordinación con la autoridad municipal competente, gestionando un mayor presupuesto para proyectos medio ambientales en los servicios de salud.
- Concientización ambiental en el personal del área de cocina de los servicios de salud con respecto a la generación y disposición final de los residuos de aceite vegetal, promoviendo el reciclaje y/o tratamiento considerando instalar trampas de grasas y aceites.
- La Dirección General de Salud (DIGESA) del Cusco con su órgano de dirección de Ecología y Protección del Ambiente, realizar inspecciones y evaluaciones de la disposición final de residuos generados en los servicios de Salud que afecten a la calidad del agua, suelo, aire y salud pública.
- Realizar más estudios de mejoramiento de calidad del jabón líquido antibacterial producido con aceite vegetal usado, en términos de humectación pudiendo añadirse propilenglicol, glicerina, lanolina, etc (Hilario Zambrano, 2019); mejorar la apariencia añadiéndole fragancia y colorantes naturales de manera que tenga una mayor aceptación por los usuarios internos y externos del hospital.
- Realizar un estudio técnico económico para la elaboración de jabón con los residuos de aceite de cocina generados por el hospital, evaluando si es rentable su producción.
- El diseño del sistema de recolección y reaprovechamiento de aceites vegetal usado puede ir enfocado a la producción industrial de un artículo de higiene como es el jabón líquido antibacterial, necesario en los servicios de salud al demostrarse que es un proyecto accesible y viable.
- El jabón líquido antibacterial elaborado podría ser utilizado para la higiene de manos por el personal de cocina, salud, administrativo y público en general, distribuidos en dispensadores dentro del hospital como en servicios higiénicos, consultorios, cocina, área de hospitalización. etc.

REFERENCIAS

AGENCIA de Protección Ambiental. Guía del correcto uso y descarte de aceites vegetales. Buenos Aires: Agencia de Protección Ambiental, 2015.

AMERICAN Oil Chemists' Society. Official methods and recommended practices of the AOCS. 2016. 7th ed.

AMORÓS CACHO, Gaby del Pilar. Razones de los administradores de los restaurantes menú en el Cercado de Lima, para no reciclar Aceite Vegetal Usado. Lima: [s.n.], 2017.

ARASARETNAM S. y VENUJAH K. Preparation of Soaps by Using Different Oil and Analyze their Properties. Natural Products Chemistry & Research. 2019. n.o.357: Vol.7. p. 2.

AWOGBEMI OMOJOLA, Inambao Freddie L y ONUH, Emmanuel Idoko. Comparative study of properties and fatty acid composition of some neat vegetable oils and waste cooking oils. International Journal of Low-Carbon Technologies. setiembre de 2019. n.o:3 Vol. 14. pp. 417-425.

BACA RUIZ, Ana Melva Determinación de las características fisicoquímicas del aceite residual de frituras de los establecimientos de comida del mercado municipal de Huamachuco. Repositorio de la Universidad Nacional De Trujillo. Trujillo: [s.n.], 2019.

BAENA BAEZ, Guillermina. Metodología de la Investigación. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 3ra ed.

BELALCAZAR FLÓREZ, Camila y RIVERA SÁNCHEZ, Sindy Vanessa. Diseño y Construcción de una Planta de Biodiesel derivado de Aceites Reciclados de Uso Doméstico. Repositorio de la Universidad Piloto de Colombia. Bogotá: [s.n.], 2016. p. 21.

BUNGE Service. Bunge [En línea]. - 2020. Disponible en: <https://es.bungenorthamerica.com/products/categories/96-aceites-vegetales>

CABEZAS MEJIA, Edison Damián, ANDRADE NARANJO, Diego y TORRES SANTAMARÍA, Johana Introducción a la Metodología de la Investigación

Científica [Libro]. - Ecuador : Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. Primera Edición electrónica.

CALAGUA ORTIZ, Angela Liliana y ESPINOZA GUERRERO, Margarita. Recuperación de aceite utilizado en fritura de papas mediante un sistema de adsorción y filtración con sílica y tierra. Repositorio de La universidad Nacional del Callao. Callao - Lima: [s.n.], 2019.

CALDERÓN VILLAMARIN, Christopher Alexander. Utilización de aceite residual de cocina producido por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo para la elaboración de jabón líquido. Repositorio de la Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba-Ecuador: [s.n.], 2019.

CARBAJAL AZCONA, Angeles. La Nutrición en la Red [En línea]. - Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, 2020. Disponible en <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

CHALCO SANCHEZ, Junnior Gonzalo y SERRANO NUÑEZ, Gabriela Julissa. Estudio técnico económico para la elaboración de jabón industrial a partir del aceite vegetal usado (AVU) de los restaurantes de la ciudad del Cusco. Universidad Andina del Cusco. Cusco: [s.n.], 2016.

COHEN, Nestor y GÓMEZ ROJAS, Gabriela. Metodología de la Investigación, ¿Para que?. Buenos Aires, Argentina: Teseo, 2019.

CORTÉS ROS, Odisea Mildres y BLANCO SANTISTEBAN, Gisela María. Revisión bibliográfica sobre jabones. IntraMed Journal. 2018. pp. 1-9.

CORTIZAS REY, Juan Santiago y RUMBO PRIETO, José María. The Clean Hands are Safe Cares. Dermatological diseases. España: Científica, 2019. pp. 7-10.

DEMIRBAS, Ayhan. The social, economic, and environmental importance of biofuels in the future. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy. 2017. n.o. 1: Vol. 12. pp. 47-55.

- DIANURSANTI, Francisca Maria y ALIFIA, Kanya Ch. The effect of adding citric acid on making antibacterial film-formed soap for hospital. AIP Conference Proceedings. 2020. n.o. 1: Vol. 2255. p. 040037.
- DIRECCIÓN General de Salud - DIGESA. Ficha Técnica NTP 209.001:1983. Dirección General de Salud Ambiental. 2018.
- ENÉRGYA VM Enérgya VM [En línea]. Noviembre de 2018. Disponible en <https://www.energyavm.es/que-es-la-gestion-de-residuos/>.
- ENPLENITUD.com Los jabones y sus propiedades: un jabón para cada piel [En línea]. 2020. Disponible en <https://www.enplenitud.com/los-jabones-y-sus-propiedades-un-jabon-para-cada-piel.html#.Xs8JG1UzblU>.
- F. LESLIE HART A. M. y HARRY JOHNSTONE Fisher Ph. D. Análisis Moderno de los Alimentos. Zaragoza-España: Acribia, 1971. p. 355.
- FAILOR, Catherine. Jabones Liquidos. Barcelona: Paidotribo, 2001.
- FDA. Food and Drug Administration, FDA [En línea]. -Setiembre de 2016. Disponible en <https://www.fda.gov/news-events/comunicados-de-prensa/la-fda-emite-la-regla-definitiva-sobre-la-seguridad-y-la-eficacia-de-los-jabones-antibacterianos>
- FEITOSA, S., BOFFO, E. F., BATISTA, C., VELASCO, J., SILVA, C. S., BONFIM, R., y ALMEIDA, D. T. Estudio de un caso real sobre los cambios fisicoquímicos del aceite de palma crudo (*Elaeis guineensis*) durante la fritura de akara, albóndigas de pasta de alubia tradicionales, en Brasil. Palmas. Brasil: [s.n.], 2020. n.o 1: Vol. 41. pp. 110.123.
- FÉLIX, S., ARAÚJO, J., PIRES, A., y SOUSA, A. Soap production: A green prospective. Waste Management. august de 2017. Vol. 66. pp. 190-195.
- GABRIEL AGUILAR, Maria Bethyna y PEREZ CUBA, Leticia Vanessa. Diseño y propuesta de un sistema de gestión de aceites vegetales usados, para la elaboración de jabones en el distrito de Santiago de Chuco-La Libertad. 2019.

- GIRALDO GIRALDO, Juan David, TREJO VALENZUELA, Euler Andres y SANABRIA, Miguel Angel. Estudio de viabilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de jabón líquido antibacterial en la comuna 2 de Santiago de Cali y el sector de Acopi-Yumbo. Fundación Universitaria Católica LUMEN GENTIUM. Santiago de Cali: [s.n.], 2016.
- GONZÁLES CANAL, Iñigo y GONZALES UBIERNA, Jose Antonio. Aceites Usados de Cocina. Problematica Ambiental, Incidencias en Redes de Saneamiento y Coste del Tratamiento en Depuradoras. España: Consorcio de agua Bilbao Bizkaia, 2013.
- GUIJARRO POLO, Gabriela Alejandra. Aprovechamiento del aceite residual y las cenizas provenientes de restaurantes (asaderos de pollos) en el sector Carapungo de la ciudad de Quito, para la obtención de productos de aseo personal. Red de repositorios latinoamericanos. Quito: [s.n.], 2016.
- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018.
- HILARIO ZAMBRANO, Yarina Evelyn. Atributos de los jabones líquidos y la decisión de compra de los usuarios de la empresa Salud, Equilibrio, Bienestar y Energia S.A.C. Repositorio de la Escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle. Lima: [s.n.], 2019.
- INDECOPI Gerencia de Supervisión y fiscalización - INDECOPI [En línea]. Queda prohibida la comercialización de jabones antibacteriales con Triclosan y triclocarbán. 09 de octubre de 2018. Disponible en <https://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/6464/NP%20181009%20Jabones%20antibacteriales.pdf?sequence=1>.
- INSTITUTO Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 850:2013. Agentes surfactantes, Jabón líquido de tocador, Requisitos. Quito-Ecuador: [s.n.], 2013.
- INSTITUTO Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana - Agentes Tensioactivos [Libro]. Quito: [s.n.], 1982.

- JUANTO, Susana, MARDONES, Lucas E. y PASTORINO, Silvia M. Integrando temas de aplicación para lograr un aprendizaje significativo de química en Ingeniería: Agua y jabón. XVIII Reunión de Educadores en la Química. La Plata: [s.n.], agosto de 2018. p. 187.
- LÁZARO VELA, Maria. Alteraciones de los Aceites Vegetales durante la Fritura. 2018. p. 5.
- LEYVA ARÉVALO, Marcos Enrique y TORRES GÓMEZ, Victor Germán. Obtención de Jabón Líquido Usando Aceite Vegetal Reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Facultad Ingeniería Química. 2016.
- LÓPEZ VARGAS, Karina Ximena. Evaluación comparativa en la biodegradación de aceites vegetales generados en el proceso de frituras mediante el hongo *Aspergillus niger* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador: [s.n.], 2017.
- MARQUÉZ FARFAN, Luis Miguel. Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en cañete para producir biodisel. 2014.
- ORTIZ ANGEL, Villabona, PICO ROY Iriarte y TOVAR CANDELARIA Tejada. Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos grasos de procesos de fritura. Teknos revista científica. 2017. n.o. 1: Vol. 17. pp. 21-29.
- PAZ BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación. Colombia: Patria, 2017.
- RAMOS Jessica. Cómo hacer jabones: Aprende a formular recetas de jabón por saponificación. España: Ramos, Jessica, 2016. 1ra edición.
- REFINACIÓN Industrial Oleicola Sociedad Anonima (RIOSA). Ficha Técnica de producto Aceite de Soja [En línea]. febrero de 2019. Disponible en <https://www.riosa.com/wp-content/uploads/2019/04/SG-tec-es.pdf>.

- REGLA, I., VÁZQUEZ VÉLEZ, E., CUERVO AMAYA, D. H., y CRISTOBAL NERI, A. La Química del Jabón y algunas aplicaciones. Revista Digital Universitaria UNAM Mx. 2014. pp. 1-15.
- RODRIGUEZ ZAYAS, Julio R., LEÓN BAEZ, A., ECHEVARRIA MORENO, S. M., y MENDOZA CALDERON, J. W. Determinación de Indices de Acidez, Yodo y Saponificación en aceites nuevos y usados. Universidad de Pamplona, Colombia. 2017.
- RUNDLE, C. W., HU, S., PRESLEY, C. L., y DUNNICK, C. A. Triclosan and Its Alternatives in Antibacterial Soaps. Dermatitis. 2019. n.o. 6: Vol. 30. pp. 352-357.
- SALAZAR ASPIAZU, Stephanie Carolina y VERA LÓPEZ, Dayanara Juleysi. Estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de jabones artesanales en la ciudad de Guayaquil. Repositorio de la Universidad de Guayaquil. Ecuador: [s.n.], agosto de 2016.
- SALAZAR VERA, Joseph. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de jabón en gel para manos, dirigido a la zona catering de la ciudad de Guayaquil, 2015. Repositorio de la Universidad de Guayaquil. 2015. pp. 19-21.
- TSAI WEN, Tien. Turning Food Waste into Value-Added Resources: Current Status and Regulatory Promotion in Taiwan. Resources. Taiwan: [s.n.], 2020. n.o. 5: Vol. 9. p. 53.
- UNIVERSIDAD de San Martín de Porres. Metodología de la Investigación. Manual del estudiante. Lima: [s.n.], 2019.
- VERAWATY FLORENCE, Tambunan. Make Liquid Soap from Used Cooking Oil (used cooking oil) by Using KOH as its Reactor. Doctoral dissertation, undip. Indonesia: [s.n.], 2018.
- YANG, R., ZHANG, L., LI, P., YU, L., MAO, J., WANG, X., y ZHANG, Q. A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. Trends in food science & technology. 2018. Vol. 74. pp. 26-32.

ANEXOS:

Anexo 1 Imágenes fotográficas del Hospital de contingencia Antonio Lorena y del Servicio de Nutrición y dietética



Anexo 2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL”																				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN												
General	General	General	Variable independiente: Gestión de Residuos de Aceite Vegetal	Es el conjunto de actividades necesarias para el tratamiento de los desechos, desde su generación, hasta su eliminación o reaprovechamiento (Enérgya VM, 2018).	Incluye la recogida de los residuos, su transporte, la gestión en base a la caracterización y reciclaje de los materiales aprovechables.	Etapas de Gestión de residuos de aceite vegetal	Generación Recolección y Almacenamiento Transporte Tratamiento y reciclaje Disposición Final	Razón Nominal Nominal Nominal Nominal												
¿Se puede elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuo del aceite vegetal del Hospital de contingencia Antonio Lorena - Cusco?	Elaborar jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite del Hospital de contingencia Antonio Lorena - Cusco	Se obtiene jabón líquido antibacterial a partir de la Gestión de residuos de aceite vegetal usado del Hospital Antonio Lorena del Cusco – 2020.																		
Específicos	Específicos																			
¿Cuánto es la cantidad del aceite vegetal usado en el servicio de Nutrición y dietética?	Valorar las etapas de gestión de residuos de aceite vegetal en el servicio de Nutrición y dietética.								Organolépticas pH Humedad Densidad Índice de saponificación Índice de acidez Índice de peróxido	Características físico químicas del AVU	Nominal Razón % g/cm ³ mgKOH/g % meqO ₂ /Kg									
¿Cuál son las características físico químico del aceite vegetal usado en el servicio de Nutrición y dietética?	Determinar las características físicas químicas del aceite vegetal usado en el servicio de Nutrición y dietética											Proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial	La producción de jabón líquido antibacterial es una opción muy atractiva y viable, donde se da valor agregado y de calidad a un residuo de cocina como es el aceite vegetal usado, cuyas características se ven afectados por el proceso de fritura y estos influyen en la calidad del jabón que se obtiene.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de AVU. g • Cantidad de KOH. g • Cantidad de agua. g • Temperatura. °C • Cantidad de ácido cítrico g 						
¿Cuál es la mejor formulación para la obtención de jabón líquido, variando cantidad de KOH, temperatura, agua y ácido cítrico en los procesos para la obtención de jabón líquido antibacterial a partir del aceite vegetal reciclado?	Establecer la mejor formulación para la obtención de jabón líquido, variando cantidad de KOH, temperatura, agua y ácido cítrico en los procesos para la obtención de jabón líquido.														Características físico químicas del Jabón Líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad del jabón líquido g/cm³ • Materia insoluble en agua. % • Materia insoluble en alcohol. % • Acidez libre. % • Alcalinidad libre % • Cloruros. % • Nivel de espuma • Potencial Hidrógeno (pH) 	Nominal Razón			
¿Cuáles son las características fisicoquímicas del jabón líquido antibacterial obtenido?	Determinar las características fisicoquímicas del jabón líquido antibacterial obtenido.																	Calidad y preferencia en la higiene de manos	Consistencia Olor Color Reacción dermatológica Agrado del producto	Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal
¿Cuál es la calidad y preferencia por el jabón líquido antibacterial elaborado?	Valorar la calidad y preferencia por el jabón líquido antibacterial elaborado.																			
¿Cuál es el impacto socio ambiental del proceso de elaboración del jabón líquido antibacterial?	Determinar el impacto socio ambiental del proceso de elaboración del jabón líquido antibacterial.																			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Instrumentos de recolección de datos para las *Etapas de Gestión de residuos de aceite vegetal (1RA VARIABLE)*

GUIA DE ENTREVISTA SEMI ESTRUCTURADA

“ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL”

El presente instrumento es confidencial y consta de 7 preguntas semiestructuradas que será aplicado al entrevistado. El objetivo es obtener información con respecto a la gestión de residuos de aceite vegetal del Servicio de Nutrición y Dietética del Hospital de contingencia Antonio Lorena; las respuestas obtenidas son de gran importancia para el presente trabajo de investigación titulado “Elaboración de jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal”.

- ❖ **Nombre del Entrevistador:** Br. Maximiliano Tacoma Mamani
- ❖ **Cargo del entrevistado:** **Fecha:**
- ❖ **Tipo de aceite de cocina utilizado:**

1. ¿Cuántos litros de aceite se consume al mes en el servicio de nutrición y dietética?
.....
2. Aproximadamente. ¿Cuántos litros de aceite usado se genera en un mes en el servicio?
.....
3. ¿Recolectan y almacenan los residuos de aceite vegetal de cocina?
 - a. Si
 - b. No
 - c. A veces
4. ¿Cómo es el transporte para la disposición final de residuos de aceite vegetal?
.....
.....
5. En la actualidad. ¿Cuál es la disposición final del aceite de cocina usado?
 - a. Fregadero/alcantarillado
 - b. Basura.
 - c.Reutilizarlo hasta acabarse
 - d. Comercialización.
 - e. Reciclaje
 - f. Otros
6. ¿Existe un plan de gestión para el reciclaje de aceite de cocina usado en su servicio?
 - a. Si.
 - b. No.
7. ¿Considera que la opción de elaboración de jabón líquido antibacterial a partir de los aceites usados de cocina es una buena alternativa para darle un valor agregado a este residuo dentro del hospital?
 - a. Si.
 - b. No.

Si la respuesta es No. ¿Plantea otra opción de reutilización?

Muchas gracias por su colaboración.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Instrumentos de recolección de datos para las Características físico químicas del aceite vegetal usado del servicio de Nutrición y Dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco (1RA VARIABLE)

"ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"		
Características físico químicas del aceite vegetal usado		
ANALISIS	RESULTADO DE MUESTRA DE AVU	PARAMETROS DE ACEITE VEGETAL NUEVO
Organolépticas	Color	
	Olor	
pH		
Humedad		
Densidad		
Índice de saponificación.		
Índice de acidez (ácido oleico)		
Índice de peróxidos		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Instrumentos de recolección de datos en el *Proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial* (2DA VARIABLE)

"ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"											
Formulación y procesos seguidos para la elaboración de jabón líquido antibacterial											
Corrida N°	Elaboración de pasta jabonosa				Dilución de pasta				Regulación de pH	Adición de ingrediente antibacteriano	
	Aceite Vegetal Usado (gr)	%KOH		Temperatura °C		%Agua				Ácido cítrico 50%	Cloroxilenol
		0% de exceso	10% de exceso	70°C	90°C	50:50	25:75	20:80	17:83		
1											
2											
3											
4											

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6 Instrumentos de recolección de datos para las Características físico químicas del jabón líquido antibacterial obtenido (2DA VARIABLE)

"ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"		
Características físico químicas del jabón líquido elaborado		
ANALISIS	RESULTADO DE JABON ELABORADO	PARAMETROS DE JABÓN LIQUIDO DE TOCADOR
Organolépticas	Olor	
	Color	
Densidad		
pH		
Materia insoluble en agua		
Materia insoluble en alcohol		
Alcalinidad libre (NaOH)		
Acidez libre (ácido oleico)		
Cloruros		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7 Instrumentos de recolección de datos para *Evaluación de Calidad y preferencia del jabón Líquido antibacterial (2DA VARIABLE)*

CUESTIONARIO

“ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL”

El presente instrumento está dirigido al grupo de 20 personas que han usado el jabón líquido antibacterial elaborado a partir de aceite vegetal usado, los cuales debieron utilizar dicho insumo en un periodo de 5 días continuos, con un mínimo de aplicación del jabón de 3 veces al día.

Instrucciones: Esta cuestionario consta de ocho preguntas para lo cual se solicita leer con cuidado cada una de estas, debiendo marcar en caso corresponda una sola y única respuesta, la cual será de importancia para el trabajo de investigación titulado “Elaboración de jabón líquido antibacterial a partir de la gestión de residuos de aceite vegetal”, con ámbito de aplicación en el servicio de Nutrición y Dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.

- ❖ **Nombre :**
- ❖ **Edad:** **Sexo:**
- ❖ **Fecha:**.....

1. ¿Cómo califica el atributo de consistencia (viscosidad) del jabón líquido antibacterial?

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Mala
- e. Muy mala

2. ¿Cómo considera el olor del jabón líquido antibacterial?

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Mala
- e. Muy mala

3. ¿Cómo califica el color del jabón líquido antibacterial?

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Mala
- e. Muy mala

4. Durante los 5 días de haber usado el jabón líquido antibacterial en la higiene de manos. ¿Ha presentado alguna reacción dermatológica?
- a. Si
 - b. Tal vez
 - c. No
5. En caso la respuesta sea afirmativa ¿qué reacciones a sufrido en su piel con el uso del jabón líquido antibacterial? Puede marcar una o más respuestas.
- a. Alergia y/o dermatitis
 - b. Ardor y/o prurito
 - c. Sensación de quemadura o enrojecimiento.
 - d. Resequedad.
 - e. Otros:
6. ¿Qué opinión posee sobre el jabón líquido antibacterial elaborado a partir de aceite de cocina usado?
- a. Muy interesante
 - b. Interesante
 - c. Poco interesante
 - d. Nada interesante
 - e. Indiferente
7. ¿El jabón líquido antibacterial le fue de su agrado?
- a. Si
 - b. No
 - c. Indiferente

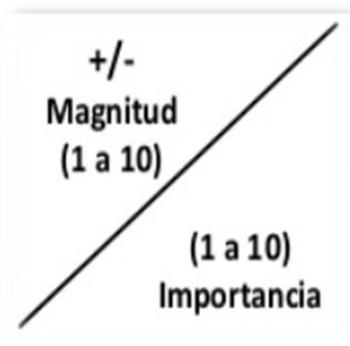
Muchas gracias por su colaboración.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Instrumento de recolección de datos para EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JABÓN LIQUIDO ANTIBACTERIAL (2DA VARIABLE)

A. Matriz de Leopold

Factores ambientales representativos de Impacto		Acciones susceptibles de producir impacto		Reciclado y recolección de aceite vegetal usado (AVU)	Pre-tratamiento de AVU (Sedimentación - Filtrado)	Análisis de características fisicoquímicas del AVU	Preparación de KOH y saponificación	Dilución de pasta jabonosa y regulación de pH	Adición de Cloroxilenol	Análisis fisicoquímico del jabón líquido antibacterial	Impactos Positivos	Impactos Negativos	TOTAL ARITMÉTICO	POMEDIO DE COMPONENTES AMBIENTALES
		Suelo	Calidad de suelo											
Componente físico	Agua	Calidad de agua superficial												
		Calidad de acuíferos												
		Calidad de agua residual												
	Aire	Calidad de aire												
Comp. biótico	Paisaje	Alteración de paisaje												
	Flora	Cobertura vegetal												
	Fauna	Hábitat												
Comp. Socio económico	Socio económico	Salud												
		Ingresos económicos												
		Repercusión en PTAR												
Impactos positivos														
Impactos negativos														
TOTAL ARITMÉTICO														



• **MAGNITUD:** En función a la extensión del Impacto ambiental producido

- Puntual : 1 - 2
- Parcial : 3 - 4
- Medio : 5 - 6
- Extenso : 7 - 8
- Total : 9 - 10

• **IMPORTANCIA:** En función a las consecuencias del Impacto (significancia o intensidad), sobre el componente ambiental y a su importancia sobre el medio

- Muy Baja : 1 - 2
- Baja : 3 - 4
- Moderada : 5 - 6
- Alta : 7 - 8
- Muy Alta : 9 - 10

B. Matriz de Calificación de Impactos Ambientales

ALTERACIONES AMBIENTALES	ATRIBUTOS DE IMPACTOS											¿Cuál es la RELEVANCIA del Impacto Ambiental?	
	Naturaleza SIGNO	INTENSIDAD (I)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACION (AC)	EFEECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL SUELO													
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA													
ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AIRE													
ALTERACION DE FAUNA Y FLORA													
ALTERACION DEL PAISAJE													
ALTERACION EN LA SALUD													
ALTERACION EN EL MEDIO SOCIOECONOMICO													
GENERACION DE EMPLEO													

Parámetros para Calificación de Impactos Ambientales

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
		Media	2
Impacto Perjudicial	-	Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACION (AC)	
Sin Sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
EFEECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto	1	Irregular o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RB)		Si I ≥ 025; impacto irrelevante Si I ≥ 25 < 50; impacto Moderado Si I ≥ 50 < 75; impacto Severo Si I ≥ 75; impacto Crítico	
De manera inmediata	1		
A medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

IMPORTANCIA=

$$\text{Signo} * (3 + I + 2 * EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Importancia	Relevancia del impacto ambiental
< 25	Irrelevante
25 ≤ valor < 50	Moderado
50 ≤ valor < 75	Severo
75 ≥ valor	Crítico

Anexo 9 CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Arque Chunga Wilfredo

1.2. Cargo e institución donde labora: Biólogo - INPS

1.3. Especialidad del validador: Doctor en Ciencias

1.4. Nombre del instrumento: *Instrumentos de recolección de datos para: las Etapas de Gestión de residuos de aceite vegetal (Guía de entrevista semiestructurada), para las Características físico químicas del aceite vegetal usado, para el proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial, para las Características físico químicas del jabón líquido antibacterial obtenido, para la Evaluación de Calidad y preferencia del jabón Líquido antibacterial (cuestionario) y para la Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial.*

1.5. Título de la investigación:

"ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"

1.6. Autor del instrumento: **Bach. Maximiliano Tacoma Mamani**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				70%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				70%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				70%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80%	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					75%	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

↓ **Primera variable:** Gestión de residuos de aceite vegetal

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Etapas de la Gestión de residuos de aceite vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Generación • Recolección y Almacenamiento • Transporte • Tratamiento y reciclaje • Disposición Final 	X		
Características físico químicas del AVU	<ul style="list-style-type: none"> • Organolépticas • pH • Humedad • Densidad • Índice de saponificación • Índice de acidez • Índice de peróxido 	X		

↓ **Segunda Variable:** Elaboración de jabón líquido antibacterial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Proceso de elaboración de jabón líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de AVU • Cantidad de KOH • Cantidad de agua • Temperatura • Cantidad de ácido cítrico 	X		
Características físico químicas del jabón líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad del jabón líquido • Materia insoluble en agua • Materia insoluble en alcohol <ul style="list-style-type: none"> • Acidez libre • Cloruros • Materia grasa Total • Nivel de espuma • Potencial Hidrógeno (pH) 	X		
Calidad y preferencia del jabón líquido antibacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia <ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Reacción dermatológica • Agrado del producto 	X		
Evaluación de impacto ambiental del proceso de elaboración de jabón	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Leopold • Matriz de Calificación de Impactos Ambientales 	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 75 %

(X) El instrumento puede ser aplicado tal como está elaborado.

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

San Juan de Lurigancho, 16 de diciembre del 2020


Firma del experto informante

DNI N°: 25000923 Teléfono N° 957173396

Anexo 10 Informe de procedimientos del laboratorio MC QUIMICALAB



ANEXO A

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE ACEITE VEGETAL

a) Determinación de ácidos grasos libres

Pesar 5 gramos de muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y disolver en 50 ml. de la mezcla de éter dietílico y etanol (en proporción de volumen 1:1), previamente neutralizado (con solución de hidróxido potásico en presencia de 0.3 ml de la solución de fenolftaleína por cada 100 ml de mezcla). Valorar agitando con la solución de hidróxido de potasio de 0.1 N hasta el viraje del indicador (la coloración rosa de la fenolftaleína debe permanecer al menos durante 10 segundos)

Calculo:

Calcular la acidez como grado de acidez expresado en porcentaje de ácido oleico o como índice de acidez expresado en miligramos de KOH.

$$\% \text{ Grado de Acidez} = \frac{V \times M/1000 \times N}{P} \times 100$$

V = volumen en ml de solución etanólica de KOH utilizada

N = Normalidad exacta de la solución KOH utilizada.

M= Peso molecular de ácido en que se expresa la acidez.

P = peso en gramos de la muestra utilizada.

b) Índice de peróxido

Pesar 5 g. de muestra en un matraz Erlenmeyer, luego añadir 30 ml de solución ácido acético-cloroformo (3:2) y agitar hasta que la muestra se disuelva en la solución. Añadir 0.5 ml de solución saturada de KI y dejar en reposo por 1 minuto. Seguidamente adicionar 50 ml de agua destilada y valorar con una solución de tiosulfato de sodio 0.01 N. hasta que el color amarillo de la solución casi desaparezca, entonces añadir 0.5 ml de una solución de almidón y continuar la valoración hasta que desaparezca completamente el color. Anotar el volumen gastado (ml).

Cálculo:

$$IP = ml \times 0.01 \times 1000 / \text{peso muestra}$$

c) Índice de saponificación

Pesar en un matraz 2 g de grasa, luego agregar 25 ml de solución etanólica de KOH 0.5N. Adaptar el refrigerante de reflujo y calentar a ebullición, durante 60 minutos, agitando por rotación de cuando en cuando. Retirar el matraz de la fuente de calor y agregar de 4 ó 5 gotas de fenolftaleína, finalmente valorar la solución jabonosa, todavía caliente, con solución de ácido clorhídrico 0.5N. Realizar en las mismas condiciones un ensayo en blanco.

Cálculos:

Calcular el índice de saponificación expresado en mg de KOH por g de grasa.

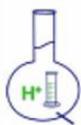
$$\text{Índice de saponificación} = \frac{56.1 \times N (V - V'')}{P}$$

V = Volumen en ml de solución de HCl 0.5 N utilizados en la prueba en blanco.

V''= Volumen en ml de solución HCL 0.5 N utilizados en el ensayo.

N = Normalidad exacta de la solución de ácido clorhídrico utilizado

P = Peso en gramos de la grasa.



MC QUIMICALAB

Dr: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC: N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

ANEXO B

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE JABÓN LÍQUIDO

a) Materia insoluble en agua. (INEN 816 1982-02)

Pesar de 2 a 5 g de muestra y colocar en un vaso de precipitado de 250 ml. adicionar 100 ml de alcohol etílico previamente neutralizado y disolver la muestra con ayuda de calentamiento en baño María. Filtrar a través de crisol Gooch poroso No. 4 tarado y con succión; luego lavar el residuo con tres porciones de 25 ml de alcohol etílico neutro a 60 °C. Lavar el residuo con cinco porciones de 25 ml de agua destilada caliente (aproximadamente a 60 °C), procediendo a la correspondiente filtración con succión. Colocar el crisol con el residuo insoluble en la estufa a $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 3 h. Enfriar en el desecador y pesar el crisol con el residuo insoluble seco.

El contenido de materia insoluble en agua en agentes tenso activos se determina mediante la ecuación siguiente:

$$IA = \frac{m1 - m2}{m}$$

Siendo:

IA = materia insoluble en agua en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra analizada en gramos.

m1 = masa del crisol Gooch con el residuo insoluble seco en gramos.

m2 = masa del crisol Gooch en gramos.

b) Materia insoluble en alcohol.

Pesar de 2 a 5 g de muestra y colocar en un vaso de precipitación de 250 ml. adicionar 100 ml de alcohol etílico previamente neutralizado y disolver la muestra calentando en baño María, filtrar a través de crisol Gooch poroso No. 4 tarado y con

succión; repetir la extracción y filtración tres veces, usando en cada operación 25 ml de alcohol etílico neutro a 60 °C. Colocar el crisol con el residuo insoluble en la estufa a 105°C durante 3 h. Enfriar en el desecador y pesar el crisol con el residuo insoluble seco.

El contenido de materia insoluble en alcohol se determina mediante la ecuación siguiente:

$$la1 = 100 \frac{m1 - m2}{m}$$

Siendo:

la1 = materia insoluble en alcohol en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra analizada en gramos.

m1 = masa del crisol Gooch con el residuo insoluble seco en gramos.

m2 = masa del crisol Gooch en gramos.

c) Alcalinidad libre (NaOH).

Pesar y colocar en un matraz Erlenmeyer 10 g de muestra, añadir 100 ml de alcohol etílico neutro y disolver mediante agitación manteniendo caliente hasta disolución completa. Adicionar cinco gotas de solución indicador de fenolftaleína para determinar el carácter básico o ácido de la solución; continuar con la determinación si la solución es alcalina, titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

La alcalinidad libre se determina mediante la ecuación siguiente:

$$AL = 4 \frac{V \cdot N}{m}$$

Siendo:

AL = Alcalinidad libre expresada como hidróxido de sodio en porcentaje de masa.

V = volumen de la solución de ácido clorhídrico utilizado en la titulación en ml.

N = normalidad de la solución de ácido clorhídrico.

m = masa de la muestra analizada en gramos.

d) Materia grasa insaponificada e insaponificable. (INEN 824 1982)

Pesar colocando en un vaso de precipitado 5 g de muestra previamente desmenuzada adicionar 50 cm³ de alcohol etílico neutro y 50 cm³ de la solución al 1% de bicarbonato de sodio y someter a calentamiento en baño maría a 70°C para disolver completamente el jabón.

Enfriar y transferir al embudo de separación enjuagando el vaso de precipitación varias veces con una mezcla de partes iguales de alcohol etílico neutro y solución de bicarbonato de sodio.

Extraer 3 veces cada una con 50 cm³ de éter de petróleo agitando cuidadosamente; reunir los extractos y si es necesario filtrar; lavar hasta reacción neutra a la fenolftaleína utilizando porciones de 50 cm³ de una mezcla en partes iguales de alcohol etílico neutro y agua destilada.

Transferir la solución a un vaso de precipitados de 250 cm³ previamente tarado; proceder la evaporación en baño María. Secar el residuo en la estufa a 103° durante 1 h. hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas efectuadas con un lapso de 5 a 15 min. no sea mayor a 2 mg; registrar este valor como m1.

Disolver el residuo seco en 5 cm³ del alcohol etílico y. utilizando la micro bureta, para titular la acidez libre con la solución 0.1 N de hidróxido de potasio usando la solución indicador de fenolftaleína hasta obtención de color rosado persistente; registrar el volumen empleado en la titulación.

Añadir 10 cm³ de la solución 2 N de hidróxido de potasio; someter a ebullición con reflujo durante 30 min; luego añadir un volumen de agua destilada igual al volumen de la solución y agitar suavemente.

Transferir cuantitativamente a un embudo de separación enjuagando con una pequeña cantidad de una mezcla en partes iguales de alcohol etílico y agua destilada.

Extraer tres veces con éter de petróleo; la primera vez con 50 cm³ y las dos restantes con 25 cm³ de dicho disolvente.

Reunir los extractos y lavar hasta reacción neutra de la fenolftaleína, utilizando porciones de 10 cm³ de una mezcla en partes iguales de alcohol etílico neutro y agua destilada.

Transferir cuantitativamente la solución a un vaso de precipitación de 250 cm³ previamente tarado y someter a evaporación en baño María.

Secar el residuo de la estufa a 103° durante 1 h. hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas, efectuadas con un lapso de 5 a 15 min. no sea mayor a 2 mg; registramos este valor como m₂.

CÁLCULOS

El contenido total de materia insaponificada y materia insaponificable se determina mediante la ecuación siguiente:

$$MI = \frac{m_1(0,282 \times V \times N)}{m}$$

El contenido de materia insaponificable se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_1 = 100 \frac{m_2}{m}$$

El contenido de materia insaponificada se determina mediante la ecuación siguiente:

$$I_2 = MI - I_1$$

Dónde:

MI = Materia insaponificada e insaponificable en porcentaje de masa.

I₁ = Materia insaponificable en porcentaje de masa.

I₂ = Materia insaponificada en porcentaje de masa.

m₁ = Masa de la muestra analizada en gramos.

m₂ = Masa del primer residuo seco en gramos.

V = Volumen de solución de hidróxido de potasio usado en la titulación de la acidez libre en cm³

N = Normalidad de la solución de hidróxido de potasio utilizada en la titulación

e) Cloruros. (INEN 819 1982-02).

Pesar 5 g de muestra y colocar en un vaso de precipitados de 250 ml. disolver la muestra en 100 ml de agua destilada manteniéndola caliente hasta disolución completa. Adicionar 10 ml de la solución de nitrato de calcio al 20 % y mezclar agitando fuertemente, dejar enfriar.

Filtrar recogiendo el líquido en un matraz volumétrico de 250 ml. lavar el precipitado con agua destilada recogiendo el líquido en el mismo matraz; agitar y llevar a volumen con agua destilada.

Transferir 100 ml de la solución obtenida a un vaso de precipitación, adicionar unas gotas de la solución de naranja de metilo (indicador) y neutralizar con la solución 1 N de ácido nítrico. Titular con la solución de nitrato de plata 0.1 N. utilizando como indicador gotas de la solución de cromato de potasio.

El contenido de cloruros en agentes tenso activos se determina mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Cl}^- = 14.6 \frac{V N}{m}$$

Donde:

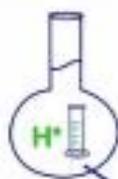
Cl⁻ = cloruros como cloruro de sodio en porcentaje de masa.

V = volumen de solución de nitrato de plata usada en la titulación en ml.

N = normalidad de la solución de nitrato de plata utilizada en la titulación.

m = masa de la muestra analizada en gramos.

Anexo 11 Resultados del análisis Físicoquímico del aceite vegetal usado del laboratorio MC QUIMICALAB



MC QUIMICALAB

Dr: Ing. Gary Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL.: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0011-21

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ACEITE

SOLICITA : Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Maximiliano Tacoma Mamani.

TESIS : "ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"

MUESTRA : Aceite Vegetal Usado del Servicio de Nutrición y Dietética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.

DISTRITO : Santiago.

PROVINCIA : Cusco.

REGIÓN : Cusco.

FECHA DE INFORME : 11/01/21

RESULTADOS

PARÁMETROS		
Humedad	%	0.10
pH		6.1
Densidad	g/ml	0.87
Olor		Rancio
Color		Ambar Opaco
Índice de saponificación	mg KOH/g	204.8
Índice de acidez (ácido oleico)	%	19.2
Índice de peróxido	meq de O ₂ /Kg	8.8

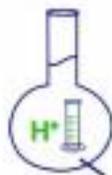
MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos normalizados para el análisis de aceites y grasas - OFFICIAL METHODS AND RECOMMENDED PRACTICES OF THE AOCS.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



Mario Cumpa Cayuri
MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUÍMICO
REG. COLGIO DE INGENIEROS N° 9196

Anexo 12 Resultados del análisis Físicoquímico del jabón líquido antibacterial elaborado a partir de aceite vegetal usado (Laboratorio MC QUIMICALAB)



MC QUIMICALAB

Dr: Ing. Gury Manuel Campa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N°LQ 0012-21

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE JABÓN LÍQUIDO

SOLICITA : Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Maximiliano Tacoma Mamani.

TESIS : "ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL"

MUESTRA : Jabón líquido antibacterial elaborado a partir de aceite vegetal usado.

REGIÓN : Cusco.

FECHA DE INFORME : 11/01/21

RESULTADOS

PARÁMETROS		
pH		9.4
Densidad	g/ml	0.96
Olor		Aceptable
Color		Ámbar translúcido
Materia insoluble en agua	%(m/m)	0.18
Materia insoluble en alcohol	%(m/m)	1.14
Alcalinidad libre (NaOH)	%(m/m)	0.07
Acidez libre (ácido oleico)	%(m/m)	0.05
Cloruros	%(m/m)	0.00

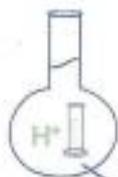
MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos normalizados para el análisis de AGENTES TENSOACTIVOS – NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – INEN.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



Mario Campa Cayuri
MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUÍMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS P. 9198

Anexo 13 Constancia de trabajo otorgado por el Laboratorio MC QUIMICALAB, donde se desarrolló el análisis de aceite usado, elaboración y análisis de jabón líquido antibacterial.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

CONSTANCIA DE TRABAJO

El que suscribe, Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez, administrador del Laboratorio MC QUIMICALAB, hace constar que:

El bachiller de la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Maximiliano Tacoma Mamani, ha realizado su trabajo de tesis TITULADO "ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO ANTIBACTERIAL A PARTIR DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE VEGETAL" durante los meses de diciembre del año 2020 y enero del año 2021.

El trabajo de laboratorio realizado fue el análisis de aceite usado, elaboración de jabón en pasta y posterior producción de jabón líquido antibacterial de acuerdo a los parámetros y variables establecidos, así mismo se realizó el análisis del jabón líquido obtenido utilizando los métodos normalizados para dicho fin con los protocolos establecidos y la supervisión del responsable del laboratorio.

Se expide la presente constancia a petición verbal del interesado, para los fines convenientes.

Cusco, 11 de enero del 2021


Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
ADMINISTRADOR
CIP: 218238

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Reyna Mandujano Samuel Carlos, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Lima Este, asesor del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "Elaboración de Jabón Líquido Antibacterial a partir de la Gestión de Residuos de Aceite Vegetal" del autor Maximiliano Tacoma Mamani, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de marzo del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Reyna Mandujano, Samuel Carlos	
DNI: 31662440	Firma 
ORCID: 0000-0002-0750-2877	