

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de la calidad de los jabones
ecológicos producidos a partir de la reutilización
de aceite vegetal de cocina proveniente de
restaurantes de comida rápida, Arequipa - 2021**

Miguel Angel Huamachuco Ramos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Jabones ecológicos

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	2%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
11	repositorio.upads.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
14	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	studopedia.ru Fuente de Internet	<1 %
17	faculty.pnc.edu Fuente de Internet	<1 %
18	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Mayra Montero Recalde, Juan Carlos Mira, Diana Avilés Esquivel, Pilar Pazmiño Miranda, Ramiro Erazo Gutiérrez. "Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) sobre una cepa de Staphylococcus aureus", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2018	<1 %

20	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
26	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
30	www.saludpublicachile.cl:8080 Fuente de Internet	<1 %

31	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
34	ssor.twi.tudelft.nl Fuente de Internet	<1 %
35	www.scielo.org.ar Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
37	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.pucese.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	renati.sunedu.gob.pe	

Fuente de Internet

<1 %

43

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

44

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.uigv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

repository.uamerica.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

47

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

48

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

50

www.doccity.com

Fuente de Internet

<1 %

51

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

52

[Submitted to Universidad EAN](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

53

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

54	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	www.tsedi.com Fuente de Internet	<1 %
57	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
58	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
59	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
60	www.belstu.by Fuente de Internet	<1 %
61	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
62	red.uao.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
63	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
64	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
65	www.med.ub.es Fuente de Internet	<1 %

66

www.reachoutcameroon.org

Fuente de Internet

<1 %

67

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

68

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

69

americanae.aacid.es

Fuente de Internet

<1 %

70

energypedia.info

Fuente de Internet

<1 %

71

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

72

repository.ean.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

73

MARIA LUISA RUIZ DOMINGUEZ.
"CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FISICO-
QUIMICA Y ORGANOLEPTICA DE ACEITES DE
OLIVA VIRGEN DE VARIEDADES
TRADICIONALES DE LA COMUNIDAD
VALENCIANA", Universitat Politecnica de
Valencia, 2016

Publicación

<1 %

74

dbpedia.org

Fuente de Internet

<1 %

75

dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.uea.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

77

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

78

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

79

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

80

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

81

www.ilae.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

82

www.riojavirtual.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

83

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

84

www.upp.edu.mx

Fuente de Internet

<1 %

85

Alfredo Carbonell Verdú. "Utilización de aceite de semilla de algodón como materia base renovable para la optimización de formulaciones de polímeros de alto

<1 %

rendimiento medioambiental", Universitat Politecnica de Valencia, 2018

Publicación

86

Alicia Ricart Vayá. "An Esp Comparative analysis in medical research articles: spanish-english", Universitat Politecnica de Valencia, 2008

Publicación

<1 %

87

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

88

catalog.ihsn.org

Fuente de Internet

<1 %

89

doc.edu.vn

Fuente de Internet

<1 %

90

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

91

pesquisa.bvsalud.org

Fuente de Internet

<1 %

92

repositorio.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

93

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

94

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

95	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
96	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
98	Camilo Andrés Vargas Terranova. "Desarrollo de un modelo de economía circular para la gestión de residuos sólidos. Aplicación en municipios de economía deprimida en Colombia", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	<1 %
99	Eduardo Rebolledo Monsalve, Eduardo Quiroga. "Farmed shrimp aquaculture in coastal wetlands of Latin America — A review of environmental issues.", Marine Pollution Bulletin, 2022 Publicación	<1 %
100	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
101	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
102	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Apagado

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por tener y disfrutar a mi familia y guiarme cada día y cumplir este gran sueño y las fuerzas para seguir adelante.

Agradezco a mi familia, a mi padre Cecilio por su apoyo en cada decisión y proyecto que decidí enfrentar y a mi madre María por guiarme cada día con sus consejos, a mis hermanos Melvin, Ronald y a mi hermana Lizeth, quienes estuvieron presentes hasta el final y por su apoyo al cumplimiento de este objetivo.

A mi Asesora Mg. Blga. Verónica Nelly Canales Guerra por sus sugerencias y el tiempo que le dedico a mi revisión de mi proyecto, aportes de la presente investigación y su apoyo hasta el final.

Agradecer al Mg. Ing. Mario Alberto Ramos Chávez, quien fue muy importante para el desarrollo para culminar este proyecto y su paciencia conmigo.

A todos quienes depositaron su confianza en mi persona y su apoyo incondicional para culminar este trabajo.

DEDICATORIA

A mi querida madre María por apoyarme en todo momento, porque siempre está con nosotros, por compartirme toda su sabiduría y su amor conmigo.

A mi padre Cecilio por brindarme su incondicional apoyo en el trayecto de mi profesión y comprensión en todo aspecto de mi vida.

A mis hermanos Ronald, Melvin y Lizeth que son mi gran motivación para seguir adelante.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCION	xi
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento y formulación del problema	12
1.1.1. Planteamiento del problema	12
1.1.2. Formulación del problema.....	13
1.2. Objetivos de la investigación	13
1.2.1. Objetivo general.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Justificación.....	14
1.4. Hipótesis y descripción de las variables.....	14
1.4.1. Hipótesis de la investigación.....	14
1.4.2. Hipótesis nula	15
1.4.3. Hipótesis alternativa.....	15
1.4.4. Variables	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes del problema	16
2.1.1. Antecedentes internacionales	16
2.1.2. Antecedentes nacionales	18
2.1.3. Antecedentes locales	20
2.2. Requisitos de la Norma NTE INEN 839	21
2.3. Bases teóricas	21
2.3.1. Origen de los jabones	21
2.3.2. Jabón.....	22
2.3.3. Aceites vegetales.....	23
2.3.4. Aceites de cocina	25
2.3.5. Deterioro del aceite en el proceso de fritura	26
2.3.6. Parámetros del aceite vegetal de fritura.....	26

2.3.7. Saponificación	26
2.3.8. Jabones ecológicos	28
2.3.9. Destino de los aceites usados	28
2.3.10. Efecto contaminante de los aceites usados	28
2.4. Definición de términos	29
2.5. Modelo teórico conceptual	30
CAPITULO III METODOLOGIA	31
3.1. Método y alcance de la investigación	31
3.1.1. Tipo de la investigación	32
3.1.2. Diseño de la investigación	32
3.2. Materiales y métodos	33
3.2.1. Descripción del área de estudio	33
3.3. Población y muestra	34
3.3.1. Población	34
3.3.2. Muestra	34
3.3.3. Procedimiento de la investigación	34
CAPITULO IV RESULTADO Y DISCUSIONES	42
4.1. Operacionalización de matrices de máximos y mínimos	42
4.2. Operacionalización de la matriz transpuesta	43
4.3. Análisis de varianza de las variables	43
4.3.1. Con respecto a las variables independientes	44
4.3.2. Con respecto al problema general	44
4.4. Prueba de hipótesis	44
4.5. Discusión de resultados	45
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de máximos y mínimos	14
Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos para el jabón en barra	21
Tabla 3. Composición química de los aceites vegetales	25
Tabla 4. Composición de ácidos grasos en los aceites comunes para fritura.....	25
Tabla 5. Tabla de índice de saponificación.....	28
Tabla 6. Requisitos para establecer la calidad de los jabones (pH).	31
Tabla 7. Concentraciones de matriz de variables.....	32
Tabla 8. Concentraciones de las 8 pruebas de la matriz de datos	32
Tabla 9. Materiales y equipos para la fabricación del jabón ecológico	35
Tabla 10. Número de variables y pruebas.....	42
Tabla 11. Rangos de nivel inferior y superior.....	42
Tabla 12. Codificación de variables.....	42
Tabla 13. Matriz X y Y el vector respuesta Y	43
Tabla 14. Operacionalización de variables de la matriz transpuesta	43
Tabla 15. Resultados del análisis estadístico	44
Tabla 16. Rangos de nivel inferior y superior.....	45
Tabla 17. Resultados de valores de pH.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón (24)	22
Figura 2. Una molécula de jabón (25).....	23
Figura 3. Proceso de saponificación (32).....	27
Figura 4. Modelo teórico conceptual	30
Figura 5. Mapa de localización y ubicación de recolección del aceite vegetal reciclado	33
Figura 6. Proceso de filtrado del aceite vegetal reciclado.....	34
Figura 7. Recolección del aceite vegetal reciclado (4 litros)	36
Figura 8. Proceso de saponificación completa (8 pruebas realizadas).....	40
Figura 9. Envío de muestras para el análisis Físicoquímico (pH).....	40
Figura 10. Envío de muestras de réplicas (3) para el análisis físicoquímico	41
Figura 11. Recepción del aceite vegetal reciclado	56
Figura 12. Almacenamiento del aceite vegetal reciclado para pasar al proceso de filtración..	56
Figura 13. Proceso de calentamiento al aceite vegetal reciclado para su filtración	57
Figura 14. Corte del papel filtro para hacer el proceso de filtración.....	57
Figura 15. Preparación de los materiales para iniciar el proceso de filtración del aceite vegetal reciclado	58
Figura 16. Captación de impurezas del aceite vegetal reciclado durante el proceso de filtración	58
Figura 17. Filtración del aceite vegetal reciclado	59
Figura 18. Filtración del aceite vegetal reciclado	59
Figura 19. Saponificación completa de la prueba N-01	60
Figura 20. Saponificación completa de la prueba N-02.....	60
Figura 21. Saponificación completa de la prueba N-03.....	61
Figura 22. Saponificación incompleta de la prueba N-04.....	61
Figura 23. Saponificación incompleta de la prueba N-05.....	62
Figura 24. Saponificación incompleta de la prueba N-06.....	62
Figura 25. Saponificación incompleta de la prueba N-07.....	63
Figura 26. Saponificación incompleta de la prueba N-08.....	63
Figura 27. Proceso de saponificación de las 8 pruebas.....	64
Figura 28. Cadena de custodia de las 3 réplicas para su análisis físicoquímico	65
Figura 29. Cadena de custodia de las 8 pruebas para su análisis físicoquímico (pH).....	66
Figura 30. Recepción de la cadena de custodia N°1 por el laboratorio AGQ Labs	67
Figura 31. Recepción de la cadena de custodia N°2 por el laboratorio AGQ Labs	68
Figura 32. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo N°1	69
Figura 33. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo	70

Figura 34. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo	71
Figura 35. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo	72
Figura 36. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo	73
Figura 37. Certificado de calibración del equipo utilizado	74

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de la elaboración de jabones ecológicos a base de aceite vegetal reciclado de cocina que fueron recolectados de distintos restaurantes de comida rápida en la ciudad de Arequipa. Por otro lado, el objetivo general de la investigación fue determinar la calidad de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales de cocina, principalmente el pH parámetro fisicoquímico. Para esto se planteó un diseño experimental, con un diseño factorial $2k^3$ de Montgomery donde se trabajó con 3 variables y ocho pruebas para comparar las variables, donde se planteó máximos y mínimos de las 3 variables, variable Z1(soda caustica), variable Z2(agua destilada) y Z3(aceite vegetal reciclado) y cuál es el resultado que ocurren al interactuar las 3 variables de los niveles máximos y mínimos de sus 8 repeticiones respectivamente.

Como resultado final se puede concluir que de las 8 pruebas realizadas, las pruebas N1 y N3 cumplen con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 839. Por lo consiguiente ambas pruebas cumplen con la norma técnica dado que tiene un pH de 9.8 y 11, respectivamente.

ABSTRACT

The purpose of this research project is the elaboration of ecological soaps based on recycled vegetable cooking oil that were collected from different fast-food restaurants in the city of Arequipa, as a consequence the general objective was to determine the quality of ecological soaps. produced by reusing cooking vegetable oils, mainly the physicochemical parameter pH. For this, an experimental design was proposed, with a $2k^3$ Montgomery factorial design where we worked with 3 variables and eight tests to compare the variables, where maximums and minimums of the 3 variables were raised, variable Z1 (Soda Caustica), variable Z2(Distilled water) and Z3(Recycled vegetable oil) and what is the result that occurs when interacting the 3 variables of the maximum and minimum levels of their 8 repetitions respectively.

As a result, it can be concluded that of the 8 tests carried out, the N1 and N3 tests comply with the Ecuadorian technical standard NTE INEN 839. Therefore, both tests comply with the technical standard since they have a pH of 9.8 and 11, respectively.

INTRODUCCION

Se denomina AVR (aceite vegetal reciclado) al aceite que fue utilizado en el proceso de frituras de alimentos ya sea en el hogar o restaurantes de comida rápida. Es necesario resaltar que el aceite vegetal reciclado es vertido en las líneas de alcantarillado de las redes de saneamiento, considerando la principal fuente de contaminación del agua dado que contribuyen a generar atascos en los tubos colectores y degradar la calidad de agua (1).

Cabe resaltar que el proceso de frituras de los alimentos trae consigo la generación de aceites que resulta ser un residuo contaminante. En tal sentido no se comprende la falta de fiscalización ambiental por parte de la autoridad y la ausencia de conciencia ambiental, puesto que estos desechos son vertidos de manera irresponsable hacia las redes de alcantarillado lo que ocasiona el deterioro de las redes del alcantarillado, formación de bolas de grasa que obstruyen el paso de las aguas grises, ya que con el tiempo disminuye el diámetro de las mismas, esto trae consigo malos olores e inundaciones durante las épocas de lluvia (2).

Los aceites vegetales reciclados (AVR) son aceites que tienen una gran variedad para hacer productos derivados, como es en el caso de jabones ecológicos o jabones artesanales.

La finalidad del proyecto de investigación fue plantear la elaboración de jabones ecológicos o artesanales cumpliendo los requisitos de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 839, los que fueron elaborados reutilizando los aceites vegetales reciclados que provenían de locales que vertían sus aceites al alcantarillado libremente tal que por ella se denomina ecológico o artesanal.

Como resultado final se obtuvieron jabones los cuales cumplían con los requisitos de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 839 y por lo consiguiente son eco amigables con el medio ambiente porque entraríamos en la economía circular.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La utilización de aceite vegetal en los hogares y establecimientos y/o restaurantes de comida rápida son utilizados para la cocción de los alimentos, esto llega ser perjudicial para el medio ambiente dado que los residuos que se generan son vertidos al alcantarillado por falta de conciencia ambiental. Cabe destacar que actualmente debido al crecimiento poblacional exponencial y al modo de vida el consumo de alimentos que provienen de frituras se ha incrementado, así el incremento de consumo de aceites vegetales, como consecuencia se generan grandes cantidades de estos residuos que van a parar a los cuerpos de agua, redes de alcantarillado perjudicando las plantas depuradoras de aguas residuales, ya que el alto contenido materia orgánica incrementa los costos de mantenimiento, operación y depuración.

En muchos hogares, restaurantes, locales de expendio de comida rápida, desconocen el impacto ambiental que generan al disponer inadecuadamente los aceites residuales y la posibilidad de reutilizarlos.

En el Perú contamos con políticas públicas en materia de gestión ambiental que tienen como objetivo al año 2021 que el 100 % de residuos sólidos del ámbito municipal sean gestionados adecuadamente y dispuestos en lugares autorizados por el MINAM (3).

Es muy importante buscar alternativas de solución que ayuden a reducir la contaminación producida por el vertimiento inadecuado de los aceites residuales lo cual nos lleva a formular el siguiente problema dado que la economía circular nos ayudara con beneficios creación de valor agregado y cuidado del medio ambiente (4).

El conocimiento que se tiene frente a este problema es escaso por la población, la reutilización de esta materia prima favorecerá a la protección del medio ambiente tanto como a la sociedad fomentando la innovación de un nuevo producto evaluando su calidad de los jabones en función al pH, el aprovechamiento de este residuo como materia prima, para la elaboración de jabones fomentará la conciencia ambiental.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la calidad de los jabones en función al pH producidos reutilizando aceites vegetales de cocina provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la calidad en función a la cantidad de soda caustica de los jabones producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021?
- ¿Cuál es la calidad en función a la cantidad de aceite reutilizado de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021?
- ¿Cuál es la calidad en función a la cantidad de agua destilada de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la calidad de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales de cocina provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad en función a la cantidad de soda caustica de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021
- Determinar la calidad en función a la cantidad de aceite reutilizado de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021

- Determinar la calidad en función a la cantidad de agua destilada de los jabones ecológicos producidos reutilizando aceites vegetales provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021

1.3. Justificación

Cada día observamos como nuestro planeta está siendo contaminado, la población no sabe qué hacer con sus residuos que se generan cada día. Teniendo en cuenta que cada día del año se vienen vertiendo grandes cantidades de aceite hacia los alcantarillados, los que fueron utilizados en la preparación de alimentos en los hogares y restaurantes de comida rápida.

Por otro lado, causan problemas en las redes de alcantarillado, obstrucción de las redes lo cual demandaría un sobre costo extra en las plantas depuradoras de aguas residuales, ya que se podría evitar mediante una correcta gestión y sensibilización de manejo de residuos sólidos que estaría a cargo de las autoridades competentes como la OEFA y las Municipalidades.

Se propone con el presente trabajo reducir la contaminación ambiental mediante la herramienta de la Economía Circular, se innovo la reutilización del aceite vegetal residual como materia prima para elaborar jabones ecológicos a partir de los aceites vegetales residual y evitar que estos aceites reciclados sean vertidos en los desagües, lavaderos produciendo daños al medio ambiente.

1.4. Hipótesis y descripción de las variables

1.4.1. Hipótesis de la investigación

La calidad de los jabones ecológicos producidos con aceites vegetales reciclados provenientes de restaurantes de comida rápida, Arequipa – 2021 es buena.

Tabla 1. Tabla de máximos y mínimos

	Soda cáustica	Agua destilada	Aceite vegetal reciclado
N	Z1	Z2	Z3
1	400	1.5	200
2	600	1.5	200
3	400	2.5	200
4	600	2.5	200
5	400	1.5	300
6	600	1.5	300
7	400	2.5	300
8	600	2.5	300

1.4.2. Hipótesis nula

Ho: La elaboración de jabones ecológicos a partir del aceite vegetal residual no influye de manera significativa los impactos ambientales generados por este.

1.4.3. Hipótesis alternativa

Hi: La elaboración de jabones ecológicos a partir del aceite vegetal residual influye de manera significativa los impactos ambientales generados por este.

1.4.4. Variables

Se entiende variable como una característica que puede fluctuar y cuyo cambio es susceptible de medirse y observarse (5).

1.4.4.1. Variable dependiente

Calidad de los jabones ecológico analizando su pH óptimo.

1.4.4.2. Variable independiente

- Cantidad de soda caustica
- Cantidad de agua destilada
- Cantidad de aceite vegetal reciclado

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Tesis titulada: «*Plan de negocio para la creación de una microempresa productora y comercializadora de jabón artesanal, de aceite de cocina reciclado, en la ciudad de Puerto Montt*». La investigación buscó promover la incorporación de valor agregado en la comercialización y producción de jabones artesanales, emprenderlo a un mercado internacional y nacional de la localidad de Ciudad de Puerto Montt hacia el microempresario, el plan de negocio estuvo justificado por los emprendedores locales quienes demostraron optimismo en desarrollarse como microempresarios aceptando la propuesta de comercializar productos naturales a base de aceites utilizados, por lo consiguiente después de realizar con la investigación de campo se identificaron factores que demostrarían que los productos tendrían una gran acogida por parte de la población de Ciudad del Puerto de Montt (6).

- b) Tesis titulada: «*Elaboración de jabón lavavajillas aromatizado a partir del aceite usado de cocina*». La investigación promovió cuantificar el aceite vegetal reciclado utilizado en los puestos de comida rápida que se utilizaban para la preparación de alimentos y fomentar el reciclaje de estos para su reutilización, se elaboró un lavavajillas aromatizado con el objetivo de contribuir con el medio ambiente para lograr evitar el vertimiento continuo de los aceites usados. De acuerdo con los antecedentes que se reflejaron en las encuestas realizadas, se logró corroborar que los aceites utilizados eran mal manejados y tenían efectos negativos para el medio ambiente de tal manera se propuso una alternativa de solución que consistía en la elaboración de lavavajillas reutilizando los aceites vegetales residuales (7).

- c) Tesis titulada: «*Evaluación del aceite reciclado de cocina para su reutilización*». El presente trabajo se analizó la calidad del aceite reciclado de cocina para su posterior reutilización, al obtener el aceite reciclado se realizó su análisis fisicoquímico donde se evidenciaron resultados favorables para su reutilización para la elaboración de velas y jabones artesanales, dichos resultados tenían como 0.9196 de densidad relativa, humedad de 0.10 y pH de 7.60, de tal manera con estos datos podemos concluir que el reusó de los aceites de cocina es favorable para su posterior uso para la elaboración de diferentes productos (8).
- d) Tesis titulada: «*Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de jabón detergente a base de aceite de cocina usado en la Ciudad de Cali*». Este estudio presentó herramientas de viabilidad para la creación de una empresa de jabones en barra a base de aceite vegetal residual que provenían de las actividades de cocción y frituras de alimentos de diferentes puntos de la ciudad de Cali, Colombia, las herramientas nos determinaron como indicador potencial de clientes que resultarían los hoteles que utilizan jabones en barra en cada día de sus actividades, de acuerdo a las herramientas y metodologías se permitió dar un propuesta que permitirá mejorar el índice económico hacia las personas que quieran invertir en la elaboración de jabones en barra (9).
- e) Tesis titulada: «*Evaluación de la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho*». Este estudio realizó la fabricación de jabones en barra a base de aceite vegetal residual de cocina, primero se evaluó la calidad de los mismos aceites para su posterior uso, se desarrolló un diseño experimental con arreglo factorial AxB con dos repeticiones con el objetivo de determinar el efecto que ocurre entre estos dos factores, como resultado de los análisis fisicoquímicos de los aceites vegetales usados como humedad, pH, nivel de espuma, cloruros y materia volátil, en el desarrollo de la evaluación de la calidad de los parámetros fisicoquímicos, se trabajó con una concentración de lejía al 7% donde estuvo resultados favorables, los cuales están bajo los estándares de la norma que están establecidos en NTE INEN 839 (10).
- f) Memoria justificativa titulada: «*Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados*». Según el investigador se basó en el diseño de una instalación para el tratamiento de los aceites vegetales usados, dichos aceites procedían de actividades de cocción y frituras de alimentos para su posterior transformación en jabón líquido de gran calidad, se concluye que el proyecto es económicamente viable y rentable dado que brindara beneficios los primeros años después de su implementación (11).

- g) Tesis titulada: «*Análisis de la generación de residuos de aceite de uso domiciliario para promover la correcta gestión y sensibilización ambiental de la población del Cantón Esmeraldas*». La investigación se basa en el estudio de la gestión correcta de los residuos de aceite de uso domiciliario y promover una sensibilización hacia la población para que realicen el uso correcto de la gestión del residuos de los aceites, de acuerdo a la investigación se aplicó herramientas como encuestas para puntualizar la conciencia ambiental de la población en función a la gestión de los residuos de los aceites, dichos resultados demuestran una falta de conciencia ambiental para la gestión correcta de la disposición final, malas prácticas ambientales dado que son los aceites vegetales son vertidos a los fregaderos, desechados en la vía pública y vertido a los alcantarillados (12).
- h) Tesis titulada: «*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*». Este estudio se desarrollaron mecanismos para reutilizar el aceite residual y las cenizas procedente de actividades de las pollerías en el sector de Carapungo de la ciudad de Quito, Ecuador, el objetivo principal fue la fabricación de productos de aseo personal, los mecanismos que se utilizaron fueron de gran importancia dado que ayudaron en la elaboración de productos de aseo personal con los residuos que eran desechados de manera irresponsable hacia a las redes de alcantarillado donde producía malos olores y taponamientos de los mismos, para su posterior uso se realizaron análisis fisicoquímicos donde se determinó que los aceites obtenidos de las pollerías se encontraban saturados debido a los constantes procesos de frituras alterando sus propiedades físicas y químicas pero esto no impedía dado que con un porcentaje adecuado de lejía para que se realice el proceso de saponificación para la elaboración de productos de aseo personal para la limpieza y el ahorro de costos en la obtención de detergentes para hacer la limpieza (13).

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Tesis titulada: «*Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la universidad nacional de la Amazonía Peruana – Iquitos*». El estudio presentó mecanismos para la obtención de jabón líquido usado en las instalaciones del comedor de la UNAP – Iquitos, se realizaron pruebas fisicoquímicas del aceite vegetal reciclado, donde se obtuvieron los siguientes resultados como Índice de saponificación de 278.9 mg de KOH, índice de acidez 0,28 mg de KOH/ g. de muestra, ácidos grasos libres 0,56 %, índice de peróxido 278,9 mg. de KOH/ g. de muestra, para la obtención del jabón líquido se desarrolló el diseño factorial experimental 2^3 , los factores analizados fueron concentraciones de aceite de coco y aceite reciclado y temperatura de reacción, finalmente de acuerdo a los datos obtenidos del diseño factorial el mejor proceso de saponificación se obtuvo cuando se

- trabajó con concentraciones %AC: 10%; %KOH: 5% y T°:90°C obteniendo un jabón líquido de calidad (14).
- b) Tesis titulada: «*Estudio técnico económico para la elaboración de jabón industrial a partir del aceite vegetal usado (AVU) de los restaurantes de la ciudad del Cusco – 2016*». En la investigación realizada fue establecer la factibilidad técnica y económica para la elaboración de jabón industrial a base de aceite vegetal que provenían de los restaurantes de la ciudad del Cusco, el investigador se base en falta de sensibilización ambiental de los pobladores sobre la mala disposición final que les dan a los mismos dado que trae problemas a las redes de alcantarillado de la ciudad el Cusco, como conclusión de acuerdo a las herramientas que se utilizaron para determinar la factibilidad de la elaboración de jabones artesanales resulto ser viable y económico dado que el aceite se recicla para mitigar el impacto medio ambiental (15).
- c) Tesis titulada: «*Producción de detergentes ecológicos a partir de aceite de cocina para reducir los costos de limpieza de la cadena de pollería “Campos Chiken S.R.L.”*». En este estudio se presentó la presentación de procesos para la elaboración de productos de limpieza como el detergente, la investigación de baso en los costos altos de limpieza que se originaban dado que se planteó la elaboración de detergentes a partir de los aceites de cocina que se utilizaban en sus instalaciones dando buenos resultados, como resultado final se concluyó en la relación de costo y beneficio, se logró concluir que la empresa sigue en marcha con la propuesta para reutilizar los aceites para la elaboración de detergentes y reducir costos de limpieza obteniendo de beneficio de S/ 1.31 por cada día (16).
- d) Tesis titulada: «*Propuesta de un plan de negocio para la producción de jabón ecológico a base de la reutilización de aceite de restaurantes, Chiclayo 2019*». Este estudio presentó un plan de negocio que incentive a las empresas locales a mitigar el impacto ambiental que originan por la disposición final de los aceites usados en las actividades de los restaurantes de Chiclayo, la investigación se basó en un enfoque cuantitativo donde se utilizaron herramientas como las encuestas, la muestra tiene 266 ciudadanos entre 14 y 64 años con el objetivo de comprar los jabones ecológicos a partir de aceite reciclado, como conclusión se obtuvieron datos favorables como resultado el 93% de los encuestados estaban interesados en adquirir los jabones ecológicos (17).
- e) Tesis titulada: «*Diseño de un sistema de recolección de aceite usado de cocina para la elaboración de jabón artesanal, en el distrito de Piura*». La investigación se llevó en el distrito de Piura, diseño de un sistema de recolección de aceite reciclado provenientes de

- restaurantes del distrito de Piura para la obtención de jabón artesanal de alta calidad, se determinó que las frecuencias de vertimiento de los aceites usados eran más frecuentes a las redes de alcantarillado, otro problema identificado fue la carencia de conciencia y cultura ambiental de la población del distrito de Piura, de acuerdo al estudio de mercado efectuado la población estaría de acuerdo a la recolección y gestión responsable del aceite de cocina y reciben algún incentivo por parte de las autoridades (18).
- f) Tesis titulada: «*Fabricación y comercialización de jabones artesanales con pepa de aceituna*». De acuerdo con la investigación se determinó que el consumo de jabones ecológicos es mínimo, en el Perú se encuentra en una tendencia del consumo de productos naturales lo cual representaría una oportunidad de negocio para la elaboración de jabones ecológicos a partir de aceite de aceituna, de acuerdo con los estudios de mercado que se realizaron se concluyó que el proyecto es altamente rentable según los indicadores de rentabilidad (19).
- g) Tesis titulada: «*Estudio de la generación de aceites usados en los diferentes establecimientos de comida y su reutilización industrial*». El trabajo se desarrolló en el distrito de Piura, primero se realizó la recolección de los mismos donde se obtuvieron como resultados de mayor consumo de aceites son las pollerías con 167.20 por día y seguido de los chifas con 145.32 litros por día, como resultado podemos concluir que las pollerías generan más aceites vegetales usados por día, de acuerdo a los datos obtenidos se concluyeron que es viable la producción de biodiesel y jabón en gel dado que son procesos económicos y alta inversión, teniendo en cuenta que los beneficios son a mediano y largo plazo (20).
- h) Tesis titulada: «*Diseño del proceso productivo del jabón a partir del aceite residual comestible de los restaurantes del distrito de Miraflores - Piura, para la disminución de la contaminación ambiental*». Este estudio el objetivo fue elaborar jabón artesanal a base de aceite reciclado provenientes de los restaurantes del distrito de Miraflores – Piura con el objetivo de mitigar el impacto medio ambiental, la recolección diaria fue de 102.7 kg diarios, se concluyó con la elaboración de jabones artesanales con materia prima provenientes de los restaurantes de comida tendría un costo de S/. 2.066 y para la venta un precio de S/. 3.5 lo que técnicamente es rentable y sostenible (21).

2.1.3. Antecedentes locales

- a) Tesis titulada: «*Elaboración de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en el pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma, Arequipa 2020*». En la

investigación se diseñó un jabón de tocador a partir de (AVUs), el proceso y la posibilidad de comercialización de este producto en hoteles y público en general, donde se concluyó: Con esta investigación nos hemos dado cuenta de que se utilizan los índices de saponificación para los aceites esenciales como el que hemos usado como el aceite de girasol haciendo la relación correcta de NaOH. Como se puede ver en esta investigación hemos hecho uso de una cantidad pequeña de aceite residual, realizando los cálculos correspondientes se procedió a realizarse el jabón sólido y como se puede ver para la elaboración de jabón se usan bien aceites residuales (aceite de cocina usado), aceite de oliva o como en la industria la utilización de grasa animal. Además del consumo de NaOH para la fabricación de jabón sólido a través de la saponificación del jabón. En esta investigación hemos hecho uso de aceite reciclado con hidróxido de sodio para dicha elaboración (22).

2.2. Requisitos de la Norma NTE INEN 839

De acuerdo con las especificaciones de la norma ecuatoriana:

Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos para el jabón en barra

Requisitos	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Combinados		Método de ensayo
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
Materia grasa total, % ^a	62	-	55	-	40	-	50	-	NTE INEN 823
Humedad y materia volátil; % ^a	-	30	-	35	-	38	-	28	NTE INEN 818
Materia activa valorable, % ^a	-	-	-	-	-	-	0,5	--	NTE INEN 833
Alcalinidad libre como NaOH, % ^a	-	0,3	-	0,35	-	0,35	-	0,50	NTE INEN 821
Materia insoluble en agua ^b , % ^a	-	5	-	10	-	10	-	10	NTE INEN 816
pH ^c	-	11	-	11	-	11	-	11	NTE INEN-ISO 4316
Cloruros, % ^a	-	1	-	1	-	1	-	1	NTE INEN-ISO 457
Biodegradabilidad del tensoactivo, % ^a	90	-	90	-	90	-	90	-	ASTM D2667

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial este debe ser validado.

^a % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

^b Este valor puede ser superior siempre y cuando el componente que lo origine tenga un propósito determinado y sea seguro para la piel.

^c Solución al 1%.

Tomada de VILLARROEL, José y MUÑOZ, Violeta (10)

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Origen de los jabones

Existen evidencias desde los años 2500 a.C. ya se venían utilizando jabones, habitantes de la región del medio oriente llamada Sumeria, donde se encontraron inventos como una tableta de arcilla que lo utilizaban para lavar, el cual hecho con agua, álcali y aceite de acacia (23).

Al mismo tiempo en la historia, diversas civilizaciones emplearon diferentes ingredientes para elaborar jabón tales como grasas de animales o de plantas y un álcali como son las cenizas de madera (23).

2.3.2. Jabón

El jabón viene ser el resultado de la combinación entre dos compuestos, un compuesto ácido (grasa) y un álcali caustico (NaOH), dicha reacción se conoce como saponificación (24).

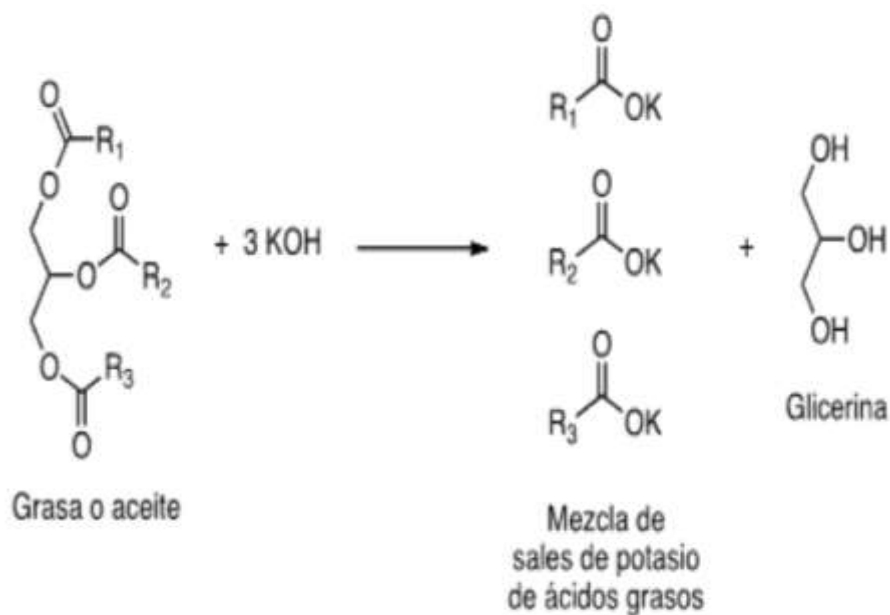


Figura 1. Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón (24)

2.3.2.1. Tipos de jabones

- a) **Jabones duros.** Son aquellos elaborados con aceites con alto contenido de ácidos saturados. Son utilizados para lavar ropa.
- b) **Jabones blandos.** Están elaborados a partir de aceite de semilla de algodón, aceite de lino, entre ellos encontramos los jabones líquidos.
- c) **Jabones humectantes.** Son aquellos jabones para uso exclusivo para la humectación de la piel y el acondicionamiento, su objetivo humectar la piel seca.
- d) **Jabones dermatológicos.** Son aquellos que ofrecen el cuidado de la piel, ofrecen una limpieza profunda y más suave.
- e) **Jabones naturales.** Son aquellos jabones que tienen aroma a esencias frutales y florales.

f) **Jabones en barra.** Son aquellos que tiene un bajo costo y fácil de manipularlos, se comercializan de forma sólida.

g) **Jabones perfumados.** Son aquellos jabones que dejan un aroma en la piel.

2.3.2.2. Como funciona el jabón

La molécula del jabón presenta dos extremos cada una con afinidad diferente, la parte roja con carga tiene afinidad con el agua porque son polares igual, la cadena azul llamada lipofílica tiene afinidad a las grasas y repele el agua, como resultado se dice que el jabón tiene doble afinidad (25).

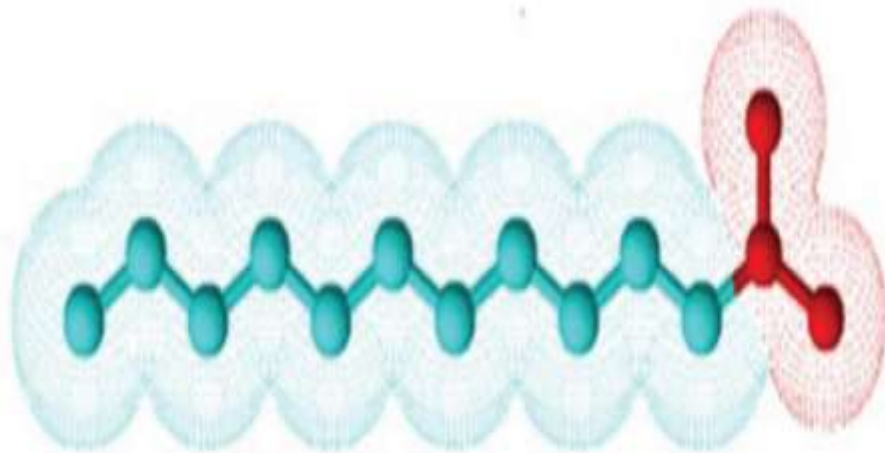


Figura 2. Una molécula de jabón (25)

2.3.3. Aceites vegetales

Los aceites vegetales son una mezcla orgánica que se consigue a partir de semillas, está compuesto por ácidos grasos de diferentes tipos.

Desde tiempos remotos el aceite vegetal ha sido utilizado como parte de su alimentación y medio de combustible para los humanos, los aceites son de tipo vegetal o animal, los componentes principales son triésteres de ácidos grasos y el glicerol que se comúnmente se los conoce como triglicéridos, el cual puede estar compuesto por un solo tipo de triglicérido o por varios (26).

2.3.3.1. Tipos de aceite vegetal

a) **Aceite de soja.** Se define al aceite que resulta del producto del prensado de la soja (*Glycine max*), es una especie de las familias leguminosas, el aceite de soja tiene altos niveles de

AGPI, siendo AL principal (53 %), ácido oleico 22 % y ALA (0.05 %) y ácido palmítico (16.66 %), por lo cual este tipo de aceite presenta una baja estabilidad térmica (26).

- b) Aceite de girasol.** Aceite también conocido maravilla, específicamente resulta del prensado de las semillas de girasol (*Helianthus An- nuus*). Está compuesto con 63-78 % de AL y bajo contenido de ALA (0,06 %) (26).
- c) Aceite de palma.** Se define al aceite que se resulta del prensado del mesocarpio de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*), con propiedades que presentan un alto concentración de ácidos pal- mítico y oleico, son utilizados en la elaboración de ejemplo: manteca, aceite de cocina, etc. Amplia (26).
- d) Aceite de maíz.** Resulta del subproducto del prensado de la humedad del maíz (*Zea mays*), sus granos de maíz contienen de 3 a 5 % de aceite, del cual 25–30 % está en el germen, conteniendo un 24% de ácido oleico y un 62 % de AL (26).
- e) Aceite de oliva.** Se obtiene del fruto del olivo (*olea europea*). Resaltar que el aceite de oliva contiene un 72-79 % de ácido oleico y un 8 % de AL, en sus propiedades encontramos la vitamina E y carotenos (26).

2.3.3.2. Composición química

La composición química del aceite vegetal está compuesta por una cadena de ácidos grasos, pero con diferentes composiciones, de manera que los aceites vegetales se pueden clasificar en (27):

- Ácidos ricos en ácidos grasos saturados y ácidos oleico (aceite de oliva)
- Aceites ricos en ácidos grasos polinsaturados (aceite de girasol)

Tabla 3. Composición química de los aceites vegetales

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

Tomada de ELIAS, Xavier (27)

2.3.4. Aceites de cocina

Es el aceite de origen vegetal y animal, están sometidas a elevadas temperaturas en la preparación de los alimentos alterando sus propiedades, como resultado de su uso generalmente suelen echarlo a las redes del alcantarillado (28).

2.3.4.1. Aceite vegetal de fritura

En las frituras de los alimentos, el aceite vegetal tiene variaciones en sus características ya sea químicas y físicas debido que son sometidos a altas temperaturas (29).

El alto consumo de productos alimenticios precedentes de las frituras, estos alimentos contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos carcinogénicos, dado que su repercusión tiene a tener muchos problemas en la salud pública (29).

Tabla 4. Composición de ácidos grasos en los aceites comunes para fritura

Tipo de aceite	Ácidos grasos (g/100g aceite)			
	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Trans
Palma	49,300	37,000	9,300	SRD
Soya	15,650	22,783	57,740	0,533
Canola	7,365	63,276	28,142	0,395
Girasol	9,009	57,334	28,962	0,219
Oliva	13,808	72,962	10,523	SRD
Maíz	12,948	27,576	54,677	0,286

Tomada de CASTAÑEDA, Joselyn - RIVERA, Yesabel, y otros (28) (29)

2.3.5. Deterioro del aceite en el proceso de fritura

El proceso del deterioro de los aceites depende principalmente del manejo de estos, el tipo de fritura que se realiza, el tipo de alimento, el volumen de aceite utilizado, las temperaturas elevadas que son sometidos, la reposición, el tiempo de utilización y por último la presencia de oxígeno (30).

Por otro lado, las reacciones del deterioro del aceite vegetal son; el hidrolisis, oxidación y las altas temperaturas (31).

2.3.6. Parámetros del aceite vegetal de fritura

En la determinación de parámetros de calidad de los aceites vegetales encontramos a los siguientes: compuestos polares, y polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos (31).

2.3.6.1. Compuestos polares

Se conocen a los compuestos polares a todos los subproductos que se originan del triglicérido que fue alterado en el proceso de fritura, su composición se articula con factores tales como el sobrecalentamiento del aceite vegetal, calentar, freír, enfriar y volver a usar y la mezcla de todo tipo de alimentos, a partir de esto se conoce como fritura discontinua y combinada respectivamente (31).

2.3.6.2. Polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos

Los contenidos de los polímeros y monómeros de los ácidos grasos cíclicos están relacionados con el tipo de aceite y el manejo de los mismos, se ha reportado cuando se fríen los alimentos congelados se encuentra mayor presencia de estos compuestos, esto se debe al incremento de temperatura que oscila entre 200 y 220°C, lo que conlleva a una relación directa que a mayor uso de aceites mayor es la formación (31).

2.3.7. Saponificación

Es una reacción química entre un ácido graso y una base o alcalino, dicho que ambos compuestos tienen la afinidad de ser anfipáticos, dado que tienen un parte polar y otra apolar, los jabones son ácidos grasos que se obtienen mediante este proceso (32)

En la industrialización el proceso de saponificación consiste poner a altas temperaturas grandes cantidades de aceite vegetal, añadiendo soda caustica (NaOH), esta reacción viene ser la saponificación y la elaboración de los jabones a escala industrial (33).

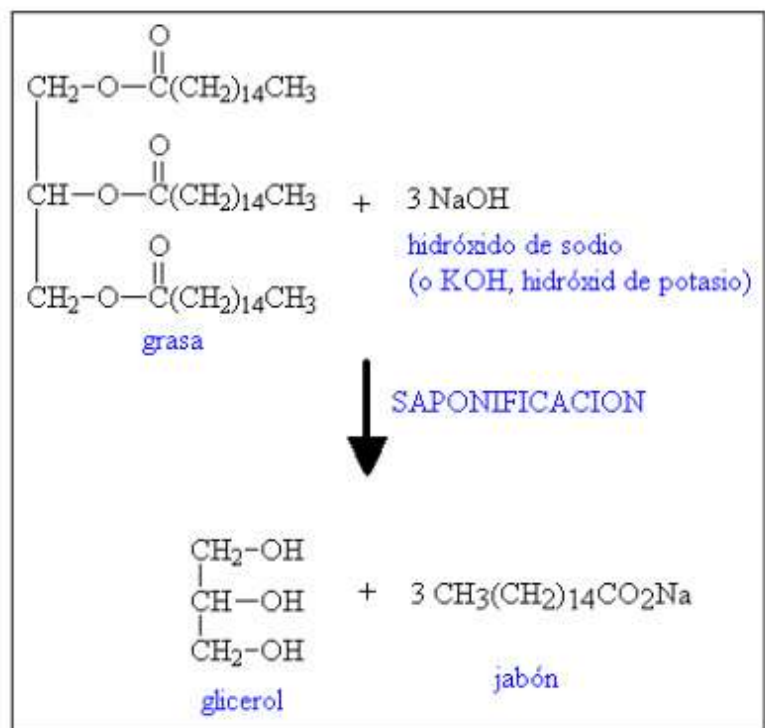


Figura 3. Proceso de saponificación (32)

2.3.7.1. Índice de saponificación

Viene ser el número de miligramos de NaOH demandado para saponificar 1 gramo de aceite vegetal (34).

La importancia de saber el índice de saponificación permite saber la cantidad correcta de base que requiere agregar para una dosis de aceite vegetal para transformarlo en jabón.

Tabla 5. Tabla de índice de saponificación

Índice de saponificación (mg/g)	Aceite
0,134	Aceite de oliva
0,190	Aceite de coco
0,141	Aceite de palma
0,134	Aceite de girasol
0,128	Aceite de ricino
0,136	Aceite de almendra
0,133	Aceite de aguacate
0,135	Aceite de soja
0,136	Aceite de maíz
0,133	Aceite de sésamo
0,069	Aceite de jojoba
0,156	Aceite de palmiste
0,132	Aceite de germen de trigo
0,069	Aceite de cera de abeja
0,137	Manteca de cacao
0,128	Manteca de karité

Tomada de Manual del jabón, teoría y desarrollo práctico a escala local (34)

2.3.8. Jabones ecológicos

Los jabones ecológicos o también llamados jabones artesanales son elaborados a mano con productos naturales los cuales no llegar a dañar la piel, se consideran jabones naturales cuando su 80% de materia no lleguen ser tóxicos para el consumidor final (35).

La manera tradicional para la fabricación de los jabones ecológicos o artesanales se basa en proceso de la saponificación básica entre aceites o grasas y una base que viene ser el hidróxido de sodio NaOH (36).

2.3.9. Destino de los aceites usados

La carencia de cultura ambiental de la población y la ausencia de la fiscalización ambiental de las autoridades viene ser los dos factores determinantes dado que los aceites se vierten de manera irresponsable en las redes del alcantarillado, esto viene afectar las redes ya que al enfriarse en las tuberías generan desbordamientos de agua residual.

2.3.10. Efecto contaminante de los aceites usados

En la actualidad, el uso de aceite vegetal es muy demandado, al usarlo es vertido de manera irresponsable hacia las redes del alcantarillado causando daños perjudiciales al medio ambiente, al llegar hacia los cuerpos de agua forman una capa que evita el paso de los rayos solares evitando la oxigenación (37).

En el Perú, el consumo de comida rápida aumento en los últimos años, los locales que expenden estos alimentos no tienen una conciencia ambiental al reciclar los aceites vegetales que utilizan con la preparación de alimentos, dado que se vierten directamente hacia los

desagües en sus instalaciones, generando una fuente de contaminación y a esto suma la fiscalización ambiental al no verificar sobre la disposición final de los aceites vegetales usados (37).

2.4. Definición de términos

- **Aceites.** Son ésteres de ácidos grasos con glicerol, están formados por triglicéridos (38).
- **Jabón.** Compuesto semisintético, producto de la reacción química de los aceites o grasas con el NaOH (39).
- **Ácidos grasos.** Biomolécula de naturaleza lipídica de cadena larga, contiene entre 8 y 22 átomos de carbono en su cadena (40).
- **Triglicéridos.** Ester derivado del glicerol y tres ácidos grasos, funcionan como fuente de energía (41).
- **ALA.** Ácido alfa linolénico (42).
- **AL.** Ácido linolénico (42).
- **AGPI.** Ácidos grasos poliinsaturados (42).
- **Aceites usados (AUs).** Se producen a partir de su utilización en las actividades de preparación y frituras de alimentos (43).
- **Fritura.** Se define como la cocción de los alimentos en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (175-185o C), donde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme en el alimento (44).
- **Compuestos polares.** Se denominan así a todos los subproductos que se forman cuando un triglicérido es modificado por el proceso de fritura.
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA).** Establece los niveles de concentración elementos o sustancias (45).
- **Contaminación ambiental.** Introducción de sustancias nocivas en el medio ambiente que son un perjuicio para los seres vivos que habitan (45).

- **Contaminación del agua.** Presencia de componentes químicos que alteran las características de la situación natural del cuerpo de agua (45).

2.5. Modelo teórico conceptual

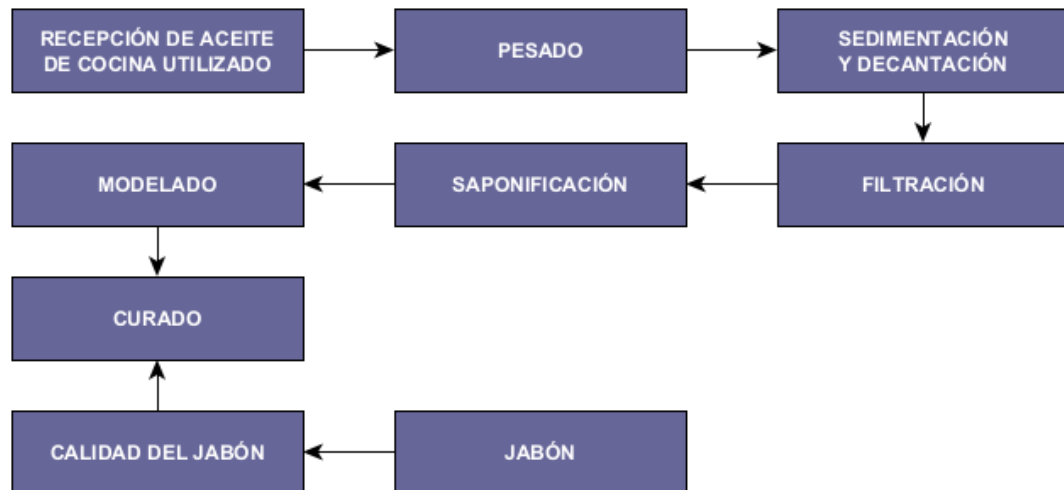


Figura 4. Modelo teórico conceptual

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Método y alcance de la investigación

El método general es comprendido por el método científico de manera hipotética deductiva planteando una hipótesis que se probará con el experimento. En la primera parte de la investigación desarrollamos una matriz de máximos y mínimos de datos con las variables que vamos a utilizar los cuales son: soda cáustica, agua destilada y aceite vegetal reutilizado (tabla 1), en la segunda parte de la investigación desarrollaremos ocho pruebas con diferentes cantidades de nuestras variables, cada prueba tiene una composición diferente de cada variable esto es con el objetivo de obtener la mejor receta para el desarrollo de los jabones ecológicos, por lo tanto desarrollaremos los análisis de calidad de los mismos.

Tabla 6. Requisitos para establecer la calidad de los jabones (pH).

Requisitos	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Combinados		Método de ensayo
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Materia grasa total, % ^a	62	-	55	-	40	-	50	-	NTE INEN 823
Humedad y materia volátil; % ^a	-	30	-	35	-	38	-	28	NTE INEN 818
Materia activa valorable, % ^a	-	-	-	-	-	-	0,5	--	NTE INEN 833
Alcalinidad libre como NaOH, % ^a	-	0,3	-	0,35	-	0,35	-	0,50	NTE INEN 821
Materia insoluble en agua ^b , % ^a	-	5	-	10	-	10	-	10	NTE INEN 816
pH ^c	-	11	-	11	-	11	-	11	NTE INEN-ISO 4316
Cloruros, % ^a	-	1	-	1	-	1	-	1	NTE INEN-ISO 457
Biodegradabilidad del tensoactivo, % ^a	90	-	90	-	90	-	90	-	ASTM D2667

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial este debe ser validado.

^a % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

^b Este valor puede ser superior siempre y cuando el componente que lo origine tenga un propósito determinado y sea seguro para la piel.

^c Solución al 1%.

Tomada de VILLARROEL, José y MUÑOZ, Violeta (10)

Tabla 7. Concentraciones de matriz de variables

	Variables	Nivel -	Nivel +
Z1	Soda cáustica	400	600
Z2	Agua destilada	1.5	2.5
Z3	Aceite vegetal reciclado	200	300

Tabla 8. Concentraciones de las 8 pruebas de la matriz de datos

N°	Soda cáustica (gr)	Agua destilada (l)	Aceite vegetal reciclado (gr)
	Z1	Z2	Z3
1	400	1.5	200
2	600	1.5	200
3	400	2.5	200
4	600	2.5	200
5	400	1.5	300
6	600	1.5	300
7	400	2.5	300
8	600	2.5	300

3.1.1. Tipo de la investigación

Según Hernández Sampieri, este trabajo es aplicado con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo, pues se pretende demostrar la calidad de los jabones elaborados a partir de aceites reutilizados (46)

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental del tipo cuasiexperimental dado que no se tiene grupo de control (46).

Por diseño factorial se comprende que en cada repetida completa del experimento donde se investigan todas las mezclas posibles. El diseño factorial 2k es de particular utilidad en las etapas iniciales del trabajo.

Para ello se planteará un diseño factorial multinivel: 2k (k: número de variables), el cual pretenderá analizar el efecto que causa la manipulación de las variables independientes en la variable dependiente. (47).

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Descripción del área de estudio

El aceite vegetal reciclado proviene de las actividades del restaurante de comida rápida. Para la recolección del aceite vegetal reciclado generado se destinó un bidón de 4 galones de capacidad en los ambientes de los restaurantes de comida rápida, el tiempo que dura para la recolección para el desarrollo de nuestro trabajo duro 1 semana.

Se procedió a filtrar con papel filtro número dos con la finalidad de separar los restos de comida. Al filtrar el aceite se dejó a temperatura de ambiente para su conservación en envases de plástico.

La recolección de aceite vegetal reciclado se realizó en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de José Luis Bustamante y Rivero, la recolección de hizo de restaurantes de comida rápida, estos aceites son utilizados para el proceso de frituras de alimentos, luego de utilizarlo posteriormente se constituye como un residuo contaminante.

Para aprovechar este residuo contaminante se le dio un posterior uso elaborando jabones ecológicos, por lo tanto, evitamos que estos residuos terminen en el alcantarillado produciendo un daño ambiental al medio ambiente.



Figura 5. Mapa de localización y ubicación de recolección del aceite vegetal reciclado

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Residuos de aceites vegetales de los restaurantes del distrito de José Luis Bustamante y Rivero del departamento de Arequipa, se recolecto con una temporalidad de 1 semana.

3.3.2. Muestra

La muestra es no probabilística, porque no existe un criterio estadístico de generalización, no se considera un procedimiento que esté guiado hacia las necesidades del investigador, es por ello que la muestra escogida por conveniencia fueron aceites vegetales provenientes de 2 restaurantes de comida rápida donde se recolecto la materia prima.

3.3.3. Procedimiento de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó con las siguientes actividades:

3.3.3.1. Recepción, transporte y almacenamiento de la materia prima

Los aceites vegetales usados provienen de las actividades de fritura de los restaurantes de comida rápida. La recolección de los aceites se hizo en bidones de capacidad de 4 galones por restaurante con una frecuencia de recolección por 1 semana, en cada restaurante se recolecto 2 galones y medio.

3.3.3.2. Acondicionamiento de la muestra

Para acondicionar la muestra, se procedió a filtrar el aceite recolectado mediante un pedazo de papel filtro número 2, esto con la finalidad de separar las impurezas. Antes de realizar el proceso de filtrado se calentó el aceite reciclado con el objetivo para eliminar las partículas de nuestra muestra y que el proceso de filtrado sea más rápido.



Figura 6. Proceso de filtrado del aceite vegetal reciclado

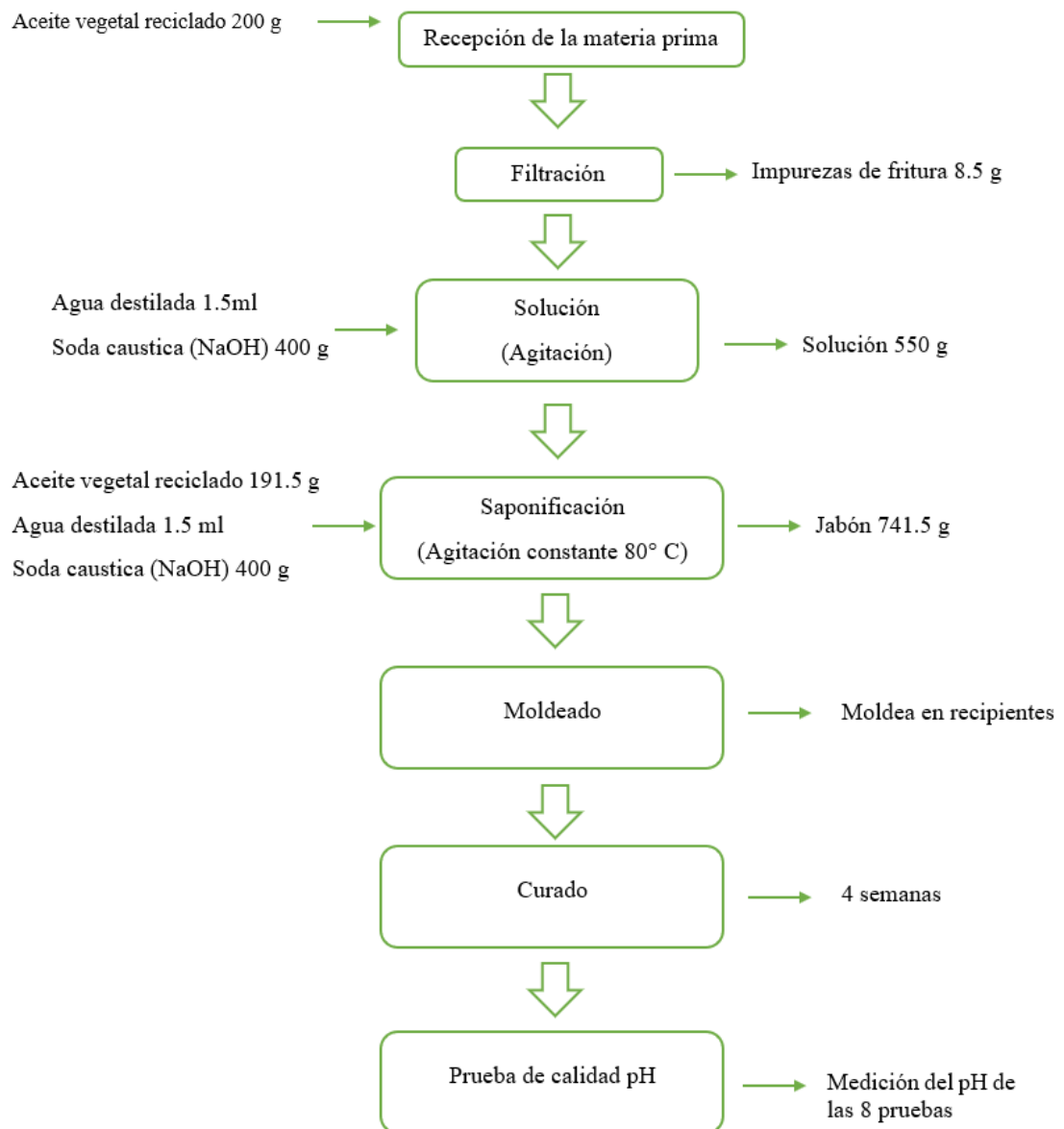




Tabla 9. Materiales y equipos para la fabricación del jabón ecológico

Materiales	Cantidad	Imagen
Aceite reutilizado proveniente de las actividades de fritura.	3 galones	
Soda Caustica (NaOH)	1 kilogramo	

Agua destilada

4 litros



- Para manipular la soda cáustica, el agua destilada y el aceite vegetal reciclado se utilizaron los respectivos equipos de protección personal básico.
- Para obtener el jabón ecológico se realizará en un proceso en frío del proceso de saponificación, donde se utilizará la soda caustica (NaOH) el cual es peligroso para la salud.
- Recolectar el aceite de cocina reutilizado proveniente de las instalaciones de comida rápida– Arequipa, se logró recolectar 2 galones y medio de aceite de cocina reciclado en un periodo de 1 semana de los 2 restaurantes.



Figura 7. Recolección del aceite vegetal reciclado (4 litros)

- Luego, lo trasladamos a un lugar seguro del hogar donde exista ventilación con la finalidad de preservar la muestra.
- Posteriormente, se procedió a realizar las respectivas pruebas con las proporciones adquiridas.
- Calculamos en los vasos precipitados 500 ml de aceite de cocina reutilizado.
- Luego, procedemos el filtrado a través de papel filtro rápido número 02, con la finalidad de eliminar impurezas y así eliminar los residuos de comida de alimentos que están retenidos en el aceite.

- Una vez filtrado el aceite de cocina reutilizado con papel filtro número 02, filtramos nuevamente para seguir eliminando impurezas que se encuentran en el aceite de cocina hasta que nos quede completamente limpio sin impurezas.
- Una vez realizado el filtrado del aceite de cocina procedemos con la elaboración del jabón.
- Elaboramos en función a 8 pruebas, cada prueba tiene diferente proporción de soda caustica, agua destilada y aceite de cocina. (Ver Tabla 6)
- Primero realizamos la primera prueba (N-01), donde preparamos 400 gramos de soda caustica, 1.5 litros de agua destilada y 200 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 1.5 litros de agua destilada con los 400 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (200 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la segunda prueba (N-02), donde preparamos 600 gramos de soda caustica, 1.5 litros de agua destilada y 200 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 1.5 litros de agua destilada con los 600 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (200 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la tercera prueba (N-03), donde preparamos 400 gramos de soda caustica, 2.5 litros de agua destilada y 200 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 2.5 litros de agua destilada con los 600 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (200 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)

- Realizamos la cuarta prueba (N-04), donde preparamos 600 gramos de soda causita, 2.5 litros de agua destilada y 200 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 2.5 litros de agua destilada con los 600 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (200 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la quinta prueba (N-05), donde preparamos 400 gramos de soda causita, 1.5 litros de agua destilada y 300 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 1.5 litros de agua destilada con los 400 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (300 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la sexta prueba (N-06), donde preparamos 600 gramos de soda causita, 1.5 litros de agua destilada y 300 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 1.5 litros de agua destilada con los 600 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (300 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la séptima prueba (N-07), donde preparamos 400 gramos de soda causita, 2.5 litros de agua destilada y 300 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos cuidadosamente los 2.5 litros de agua destilada con los 400 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (300 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)
- Realizamos la octava prueba (N-08), donde preparamos 600 gramos de soda causita, 2.5 litros de agua destilada y 300 gramos de aceite vegetal reciclado, mezclamos

cuidadosamente los 2.5 litros de agua destilada con los 600 gramos de soda caustica, lo agitamos cuidadosamente por que la reacción es exotérmica (usar nuestros EPP), luego vertimos la solución de NaOH sobre el aceite vegetal (300 gramos) reciclado durante 15 minutos hasta que la mezcla se vea homogénea, considerando como punto final de la reacción. Luego esta solución es vertida en moldes y etiquetado respectivamente. (Ver Tabla 6)

- El almacenamiento del producto terminado fue de 4 a 5 semanas para su uso posterior para analizar su parámetro fisicoquímico como el PH, este periodo fue necesario para llegar al proceso de saponificación completo.
- Al finalizar el proceso de saponificación para la elaboración de los jabones ecológicos, se procedió a realizar las pruebas estadísticas con el objetivo de determinar cuáles de las 8 pruebas realizadas tienes el PH optimo, el cual determinara la calidad del jabón ecológico a base de aceite vegetal reciclado, para este se hizo un diseño factorial $2^k = 2^3$, donde se realizará 8 pruebas con 3 variables, se realizó las 8 pruebas con sus combinaciones de cada variable respectiva (Ver Tabla 10), se enviaron las muestras de jabón al laboratorio AGQ Labs para su respectivo análisis.
- Los análisis respectivos se desarrollaron con el parámetro pH in situ con la técnica electrometría utilizando el equipo multiparámetro calibrado por el INACAL de marca WTW modelo Multi 3620 IDS con la serie 21201703 (Figura 37).
- Las mediciones del parámetro fisicoquímico (pH) estuvo a cargo del personal del laboratorio AGQ Labs, donde se disolvió jabón en solución de agua destilada para su respectiva medición del pH.
- Al recibir los resultados de los análisis de las muestras de los jabones se concluyó que las pruebas N°1 y N°3 tenían los resultados más favorables ya que cumplían con la norma técnica ecuatoriana.
- Realizamos la operación de la matriz transpuesta para el análisis estadístico, esta operación procesara los datos para el desarrollo de la tabla de Fisher, al obtener la matriz o tabla de Fisher haremos el análisis de varianza de los resultados obtenidos con las variables cuales hicimos el diseño experimental (ver Tabla 12), todos los valores al 1 % para 1 y 2 grados de libertad, los valores menores a 98.5 no son favorables para el diseño experimental.



Figura 8. Proceso de saponificación completa (8 pruebas realizadas)

- El tiempo de curado deberá de ser 4 a 5 semanas aproximadamente, lo cual ayudará a obtener un pH más confiable, dichas muestras son enviadas en viales (recipientes de vidrio termino) al laboratorio AGQ Labs para realizar los análisis de pH.



Figura 9. Envío de muestras para el análisis Físicoquímico (pH)



Figura 10. Envío de muestras de réplicas (3) para el análisis fisicoquímico

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSIONES

4.1. Operacionalización de matrices de máximos y mínimos

Con respecto de la determinación del pH se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10. Número de variables y pruebas

Número de variables	3
N	8

Tabla 11. Rangos de nivel inferior y superior

	Variables	Nivel -	Nivel +
Z1	Soda cáustica	400	600
Z2	Agua destilada	1.5	2.5
Z3	Aceite Vegetal Reciclado	200	300

Tabla 12. Codificación de variables

N: N° de pruebas
 Z: Variables (Z1-Z2-Z3)
 X: Variable 2
 Y: pH

	Soda cáustica	Agua destilada	Aceite vegetal reciclado	VECTOR X			VECTOR Y
N	Z1	Z2	Z3	X1	X2	X3	Y
1	400	1.5	200	-1	-1	-1	9.8
2	600	1.5	200	1	-1	-1	11.4
3	400	2.5	200	-1	1	-1	11
4	600	2.5	200	1	1	-1	12
5	400	1.5	300	-1	-1	1	12.5
6	600	1.5	300	1	-1	1	12.4
7	400	2.5	300	-1	1	1	11.5
8	600	2.5	300	1	1	1	12.8

Tabla 13. Matriz X y Y el vector respuesta Y

MATRIZ X								VECTOR Y
X0	X1	X2	X3	X1X2	X1X3	X2X3	X1X2X3	Y
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	9.8
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	11.4
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	11
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	12
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	12.5
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	12.4
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	11.5
1	1	1	1	1	1	1	1	12.8

4.2. Operacionalización de la matriz transpuesta

Tabla 14. Operacionalización de variables de la matriz transpuesta

MATRIZ TRANSPUESTA DE X									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1
1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1
1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1
1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1
-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1

$X^T * Y$

93.4

3.8

1.2

5

0.8

-1.4

-2.4

2

4.3. Análisis de varianza de las variables

Según los resultados de la tabla de Fisher o análisis de significancia, La variable X1, X3, X2X3 y X1X2X3 aportan favorablemente a la experimentación, por otro lado, las variables X2, X1X2 y X1X3 no aportan a la experimentación ya que Al 1 % para 1 y 2 grados de libertad los valores menores a 98.5 no contribuyen positivamente al experimento.

4.3.1. Con respecto a las variables independientes

De acuerdo a los resultados obtenidos, se trabajó con las variables X1, X2 y X3 (Ver tabla 1), donde se realizó 8 pruebas con diferentes cantidades de cada variable, en consecuencia, después de 6 semanas de curación del jabón ecológico, observamos no todas llegan a completar el proceso de saponificación completa debido que no reaccionan, esto es debido que para realizar el proceso de saponificación se trabajó con diferentes cantidades de máximos y mínimos (Ver figura 8) donde la prueba N1 y N2 y N3 reaccionan de forma completa pero con diferente pH.

4.3.2. Con respecto al problema general

Con respecto a la calidad de los jabones ecológicos, se envió las muestras de las 8 pruebas de ensayo en viales térmicos de vidrio al laboratorio acreditado AGQ Labs para el análisis fisicoquímico (pH), donde se obtuvo los siguientes resultados (Ver tabla 12), de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 839 el requisito fisicoquímico para el jabón en barra como máximo es de 11, de acuerdo a nuestros resultados de medición de pH de las 8 pruebas N1 y N3 con un pH 9.8 y 11 respectivamente lo cual están dentro de lo permitido, ambas pruebas cumplen con el requisito NTE INEN 839, concluimos también que se tomaría la prueba N1 ya que dicha prueba tiene menos cantidades de cada variable y se obtienen mejores resultados como en el caso de soda caustica.

Tabla 15. Resultados del análisis estadístico

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	DE LIBERTAD	MEDIDA DE CUADRADOS	F0
X1	1.805	1	1.805	541.5
X2	0.18	1	0.18	54
X3	3.125	1	3.125	937.5
X1X2	0.08	1	0.08	24
X1X3	0.245	1	0.245	73.5
X2X3	0.72	1	0.72	216
X1X2X3	0.5	1	0.5	150
Curvatura	14.09469697	1	14.09469697	4228.409091
Error	0.006666667	2	0.003333333	
Total	20.75636364	10		

4.4. Prueba de hipótesis

Considerando los resultados obtenidos al reutilizar el aceite vegetal reciclado de cocina (frituras), se acepta la hipótesis alternativa, se deduce de las 8 pruebas realizadas, las pruebas N01, N02 y N03 se obtienen mejores resultados, las 3 pruebas concentran diferentes cantidades

de cada variable como son; aceite vegetal reciclado, agua destilada y soda caustica, esto influye que las 03 pruebas llegan a completar el proceso de saponificación completa.

En consecuencia, las concentraciones de las 03 variables (soda caustica, agua destilada y aceite vegetal reciclado), se deduce que la prueba N-01 tiene un pH de 9.8, y la prueba N-03 tiene un pH de 11, esto influye efectivamente en las características fisicoquímicas del jabón aceptándose la hipótesis alternativa dato que la prueba N-01 y N-03 cumplen con la norma NTE INEN 839.

Tabla 16. Rangos de nivel inferior y superior

	VARIABLES	Nivel -	Nivel +
Z1	Soda cáustica	400	600
Z2	Agua destilada	1.5	2.5
Z3	Aceite vegetal reciclado	200	300

Tabla 17. Resultados de valores de pH

N°	Soda cáustica	Agua destilada	Aceite vegetal reciclado	VECTOR X			VECTOR Y
	Z1	Z2	Z3	X1	X2	X3	Y
1	400	1.5	200	-1	-1	-1	9.8
2	600	1.5	200	1	-1	-1	11.4
3	400	2.5	200	-1	1	-1	11
4	600	2.5	200	1	1	-1	12
5	400	1.5	300	-1	-1	1	12.5
6	600	1.5	300	1	-1	1	12.4
7	400	2.5	300	-1	1	1	11.5
8	600	2.5	300	1	1	1	12.8

4.5. Discusión de resultados

Como menciona Preciado (8) en su trabajo de investigación sobre evaluación del aceite reciclado de cocina para su reutilización, se concluyó de acuerdo con los resultados obtenidos luego de realizar la evaluación de la calidad del aceite reciclado de cocina se obtuvo un pH de 9.5 el cual está dentro de los parámetros fisicoquímico de acuerdo con la norma NTE INEN 839. Según Cruz y Fernández (18) cuyo proyecto denominado: «Diseño de un sistema de recolección de aceite usado de cocina para la elaboración de jabón artesanal, en el distrito de Piura» se concluyó que el resultado del jabón artesanal fabricado a las 4 semanas de curación fue un pH de 10, lo cual indica que se encuentra dentro del rango permitido, obteniendo el jabón comercial un pH de 9 y el jabón artesanal un pH de 10, donde concluimos que están dentro del requisito mínimo de la norma NTE INEN 839, como señala Muñoz (10) en la tesis: «Evaluación de la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho » que se obtiene productos en primera

instancia, sus características del jabón elaborado son medibles dado que tiene un pH de 10, en comparación al presente trabajo de investigación, donde se realizó la evaluación de la calidad de los jabones ecológicos producidos a partir de la reutilización de aceite vegetal de cocina provenientes de restaurantes de comida rápida , Arequipa -2021, se observó que los jabones elaborados cumplen con la norma NTE INEN 839 dado que están por debajo del límite pH permitido que la norma lo exige, el cual esta verificado con el diseño estadístico experimental que se trabajó.

CONCLUSIONES

- Con respecto a la evaluación del porcentaje de la cantidad de soda cáustica (NaOH), agua destilada y aceite vegetal reciclado, considerando los resultados obtenidos en los análisis efectuados, el jabón que alcanza el mejor rango de pH según la norma NTE INEN 839, es la combinación N-01 y N-03.
- En cuanto a la concentración de soda cáustica (NaOH) se determinó que la cantidad de 400 g de las combinaciones N-01 y N-03 obtuvieron mejores resultados en pH cumpliendo con la normativa NTE INEN 839.
- En cuanto a la concentración de aceite vegetal reciclado se determinó que la cantidad de 200 g de las combinaciones N-01 y N-03 obtuvieron mejores resultados en pH cumpliendo con la normativa NTE INEN 839.
- En cuanto a la cantidad de agua destilada se determinó que la cantidad de 1.5 ml y 2.5 ml de las combinaciones N-01 y N-03, respectivamente, obtuvieron mejores resultados en pH cumpliendo con la normativa NTE INEN 839.
- Según los resultados obtenidos, podemos concluir que la obtención de jabones ecológicos a partir de aceite vegetal reciclado es viable dado que cumplen con el pH requerido por la norma NTE INEN 839, a la vez es ecoamigable con el medio ambiente ya que se reutiliza el aceite vegetal reciclado dándole un valor agregado y cuidado al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

- **Primero.** Evaluar la composición del tipo de aceite reciclado que se recoja, ya que este varía según el tipo de uso y establecimiento.
- **Segundo.** Al momento de usar el hidróxido de sodio utilizar los EPPS dado que el NaOH es una base fuerte y podría generar irritación en la piel.
- **Tercero.** Filtrar el aceite vegetal reciclado, para que se realice el jabón ecológico no salgan restos de impurezas.
- **Cuarto.** Concientizar a la población con charlas en Economía Circular con el objetivo de reutilizar los residuos que generan.

BIBLIOGRAFÍA

1. MUÑOZ, Violeta. Evaluación de la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho. Tesis (Título de Ingeniera Agroindustrial). Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2020, 111 pp.
2. REYES, Hugo. Estudio de la generación de aceites usados en los diferentes establecimientos de comida y su reutilización industrial. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura, 2018, 134 pp.
3. MINAM. *Plan Nacional de Acción Ambiental*. [En línea] MINAM, 2011. [Fecha de consulta: 15 de setiembre del 2022] <http://www.minedu.gob.pe/comision-sectorial/pdf/planes/planaa-2021.pdf>
4. CERDÁ, Emilio y KHALILOVA, Aygun. Economía Circular, Estrategia y Competitividad Empresarial. [En línea] 2016. [Fecha de consulta: 23 de setiembre del 2022] <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
5. FERNANDEZ, Carlos. *Metodología de la Investigación*. s.l. : McGRAW HILL, 2014.
6. NEIRA, Vania. Plan de negocio para la creación de una microempresa productora y comercializadora de jabón artesanal, de aceite de cocina reciclado, en la ciudad de Puerto Mont. Tesis (Título de Ingeniera Civil Ambiental). Puerto Mont - Chile: Universidad Nacional Austral, 2014, 164 pp.
7. SERRANO, Daniela. Elaboración de jabón lavavajillas aromatizado a partir del aceite usado de cocina. Tesis (Título de Ingeniera Ambiental). Guayaquil - Ecuador: Universidad Nacional de Guayaquil, 2020, 79 pp.
8. PRECIADO, Ana. Evaluación del aceite reciclado de cocina para su reutilización. Tesis (Título de Ingeniera Ambiental). Guayaquil - Ecuador: Universidad Nacional de Guayaquil, 2017, 100 pp.
9. VALDERRAMA, Daniela y VARGAS, Ana. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de jabón detergente a base de aceite de cocina usado en la ciudad de Cali. Tesis (Título de Licenciada en Administración de Empresas). Santiago de Cali: Fundación Universitaria Católica LUMEN GENTIUM, 2015, 169 pp.

10. VILLARROEL, José y MUÑOZ, Violeta. Evaluación de la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho. Tesis (Título de Ingeniero Agroindustrial). Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2020, 111 pp.
11. GUERRERO, Carmen. Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados. Memoria justificativa (Título de Ingeniera Química). Almería - España: Universidad de Almería, 2014, 347 pp.
12. CASTAÑEDA, Joselyn. Análisis de la generación de residuos de aceite de uso domiciliario para promover la correcta gestión y sensibilización ambiental de la población del Cantón Esmeraldas. Tesis (Título de Ingeniera en Gestión Ambiental). Esmeraldas - Ecuador: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2018, 52 pp.
13. GUIJARRO, Gabriela. 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. Tesis (Título de Ingeniera Agroindustrial y Alimentos). Quito - Ecuador: Universidad de las Américas, 2016, 84 pp.
14. LEYVA, Marcos y TORRES, Victor. Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la universidad nacional de la Amazonía Peruana – Iquitos. Tesis (Título de Ingeniero Química). Iquitos - Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2016, 68 pp.
15. CHALCO, Junior y SERRANO, Gabriela. Estudio técnico económico para la elaboración de jabón industrial a partir del aceite vegetal usado (AVU) de los restaurantes de la ciudad del Cusco – 2016. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017, 231 pp.
16. CAJAN, Cesar. Producción de detergentes Ecológicos a partir de aceite de cocina para reducir los costos de limpieza de la cadena de pollería “Campos Chiken S.R.L. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán, 2020, 121 pp.
17. ZURITA, Jhonatan. Propuesta de un Plan de negocio para la Producción de jabón ecológico a base de la reutilización de aceite de restaurantes, Chiclayo 2019. Tesis (Título de Ingeniero Comercial). Chiclayo - Perú: Universidad de Lambayeque, 2020, 137 pp.

18. CRUZ, Andrea y DAVIS, Alexandra. Diseño de un sistema de recolección de aceite usado de cocina para la elaboración de jabón artesanal, en el distrito de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Piura - Perú: Universidad de Piura, 2021, 240 pp.
19. CARBONELL, Cinthya, CUBA, Bruno y VILLENA, Gianpierre. Fabricación y comercialización de jabones artesanales con pepa de aceituna. Tesis (Título de Licenciada en Administración de Empresas). Lima - Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2019, 256 pp.
20. REYES, Hugo. Estudio de la generación de aceites usados en los diferentes establecimientos de comida y su reutilización industrial. Tesis (Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura 2018.
21. CARBAJAL, Luis y CUEVA, Cesar. Diseño del proceso productivo del jabón a partir del aceite residual comestible de los restaurantes del distrito de Miraflores - Piura, para la disminución de la contaminación ambiental. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Piura - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2020, 83 pp.
22. NINTAYPE, Cleny y RAYO, Mariluz, RONDON, Romina. Elaboración de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en el pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma, Arequipa 2020. Tesis (Título de Químico Farmacéutico). Arequipa - Perú: Universidad Privada Autónoma del Sur, 2020, 138 pp.
23. REGLA, Ignacio, y otros. La química del jabón y algunas aplicaciones. *Revista Digital Universitaria*, 2014. ISSN: 1607 - 6079
24. GUIJARRO, Gabriela. Aprovechamiento del aceite residual y las cenizas provenientes de restaurantes (asadero de pollos) en el sector Carapungo de la ciudad de Quito, para la obtención de productos de aseo personal. Tesis (Título de Ingeniera Agroindustrial). Quito: Universidad de las Américas, 2016, 84 pp.
25. REGLA, Ignacio, y otros. *La química del jabón y algunas aplicaciones*. [En línea] 2014 [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2022] <https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/>

26. DURÁN, Samuel, TORRES, Jairo y SANHUEZA, Julio. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria*. Julio, 2015, 32 (1),11-19. ISSN 0212-1611
27. ELIAS, Xavier. *Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. Ediciones Diaz de Santos, 2012.
28. CASTAÑEDA, Joselyn. Análisis de la generación de residuos de aceite de uso domiciliario para promover la correcta gestión y sensibilización ambiental de la población del Cantón Esmeraldas. Tesis (Título de Ingeniera en Gestión Ambiental). Esmeraldas - Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018, 52 pp.
29. RIVERA, Yesabel, y otros. Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de frituras en establecimientos ubicados en el Municipio Libertador del Estado Mérida. *Ciencia e Ingeniería*, 2014, 35 (3), 157-164. ISSN 1316-7081
30. LIBRARY, NATIONAL AGRICULTURAL. DRI Calculator for Healthcare Professionals. [En línea] <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>.
31. SUATERNA, Adriana. La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 2019, 11 (1), 39 - 53. ISSN 0124-4108
32. PANTOJA, Cristhian. Identificación del proceso de saponificación de grasas para tocador mediante aprendizaje automático. Tesis (Magister en Ingeniera). Cali - Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, 2017, 123 pp.
33. GALEMA, Titus, OBLITAS, Samuel y CASTELLVÍ, Xavi. Manual del jabón, teoría y desarrollo práctico a escala local. Gota Verde, 2009.
34. AYALA, Maria. Evaluación de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freír plátano hartón verde. Tesis (Título de Nutricionista Dietista). Bogotá - Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2011, 46 pp.
35. GALEMA, Titus, OBLITAS, Samuel y CASTELLVÍ, Xavi. *Manual de Jabón. Teoría y desarrollo práctico a escala local*. 2009.

36. CAISAGUANO, Mayra. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de jabón de tocador artesana, ubicada en la provincia de Cotopaxi, en la ciudad de Latacunga. Tesis (Título de Ingeniero Comercial). Quito-Ecuador: Universidad Técnica Salesiana, 2011, 242 pp.
37. SOLÍS, Irma y NEIRA, María. Impacto al medio ambiente del aceite doméstico usado y su reutilización en la producción de jabón. Tesis (Título de Ingeiero Industrial y de Sistemas). Piura - Perú: Universidad de Piura, 2018, 240 pp.
38. PINDO, Karina y PUCHA, Ronald. Evaluacion pre y post intervencion educativa sobre conocimientos, actitudes y prácticas del consumo de aceites domésticos en la parroquia Sayausí, Provincia del Azuay en el año 2013. Tesis (Título de Médica y Médico). Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca, 2014, 52 pp.
39. CUERVO, Diego, .REGLA, Ignacio y VASQUEZ, Edna. *La química del jabón y algunas aplicaciones*. 2014.
40. CRUZ, Mariciela, y otros. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigación Clínica*. 2005, 57 (3), 457 - 472. ISSN 0034-8376
41. AGUILERA, Francisca. Perfil epidemiológico de los participantes del “Programa de actividad física para la prevención y control de factores de riesgo cardiovasculares” del CESFAN de Maipú, durante los años 2011, 2012 y 2013. Tesis (Magister en Salud Pública). Santiago - Chile: Universidad de Chile, 2016, 60 pp.
42. DURAN, Samuel, TORRES, Jairo y SANHUEZA, Julio. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria*. Julio, 2015, 32 (1),11-19. ISSN 0212-1611
43. NINATAYPE, Cleny y RAYO, Mariluz, RONDON, Romina. Elaboración de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en el pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma, Arequipa 2020. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2022, 6(2), 4436-4466.

44. SUATERNA, Adriana. *La fritura de los alimentos: el aceite de fritura*. 2019, 11 (1), 39 - 53. ISSN 0124-4108
45. MINAM. *Glosario de Términos para la gestión ambiental peruana, Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental*. 2012.
46. FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. Edición Sampieri, 2016.
47. MONTGOMERY, Douglas. ; *Diseño y análisis de experimentos*. LIMUSA Wiley, 2005.

ANEXOS

Anexo 1

Fotos del proceso de obtención de jabón ecológico a partir de aceite vegetal reciclado



Figura 11. Recepción del aceite vegetal reciclado



Figura 12. Almacenamiento del aceite vegetal reciclado para pasar al proceso de filtración



Figura 13. Proceso de calentamiento al aceite vegetal reciclado para su filtración



Figura 14. Corte del papel filtro para hacer el proceso de filtración



Figura 15. Preparación de los materiales para iniciar el proceso de filtración del aceite vegetal reciclado



Figura 16. Captación de impurezas del aceite vegetal reciclado durante el proceso de filtración



Figura 17. Filtración del aceite vegetal reciclado



Figura 18. Filtración del aceite vegetal reciclado

Anexo 2

Resultados de la saponificación completa de las 8 pruebas (N1-N8)



Figura 19. Saponificación completa de la prueba N-01

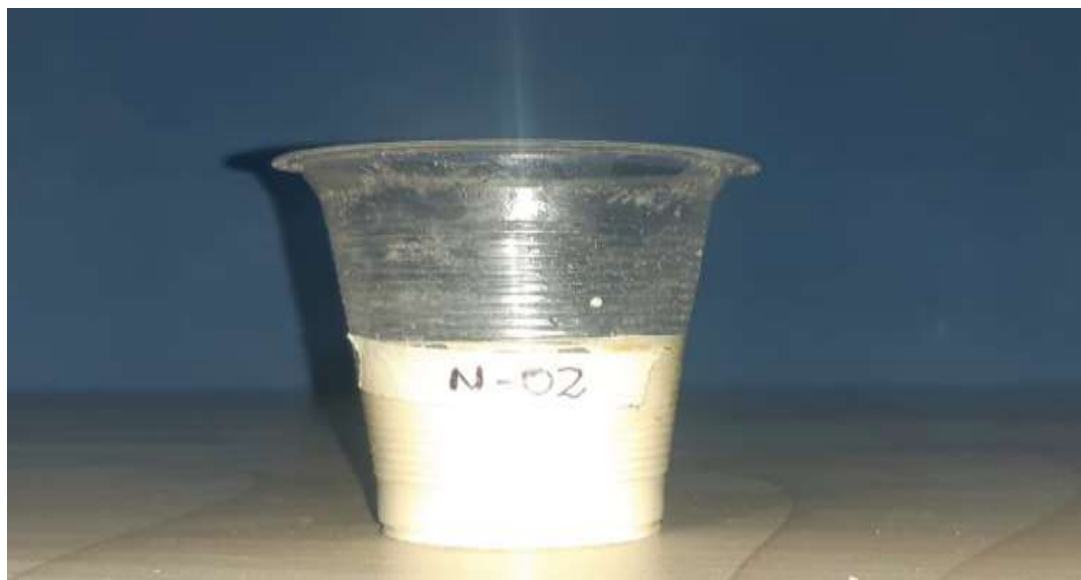


Figura 20. Saponificación completa de la prueba N-02

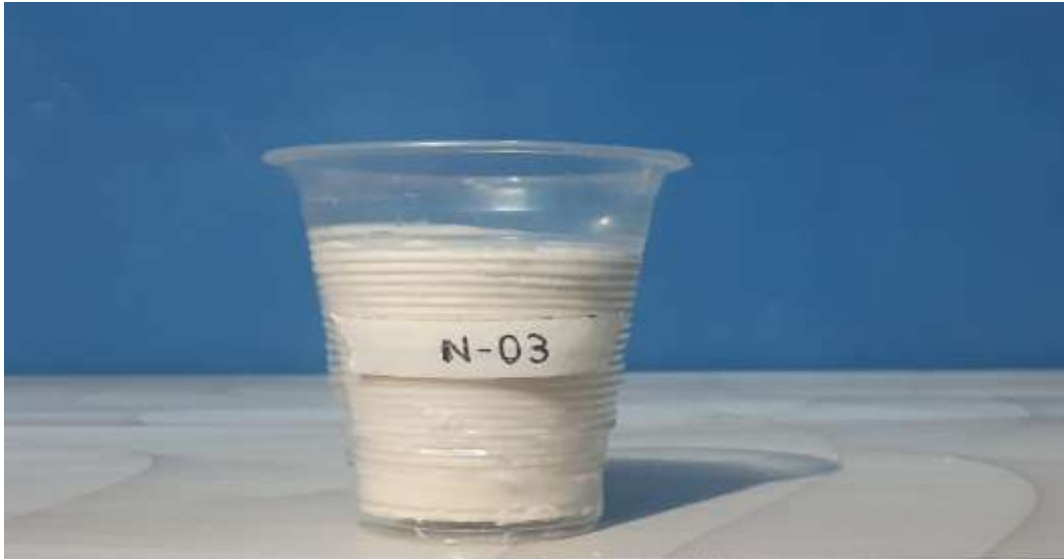


Figura 21. Saponificación completa de la prueba N-03

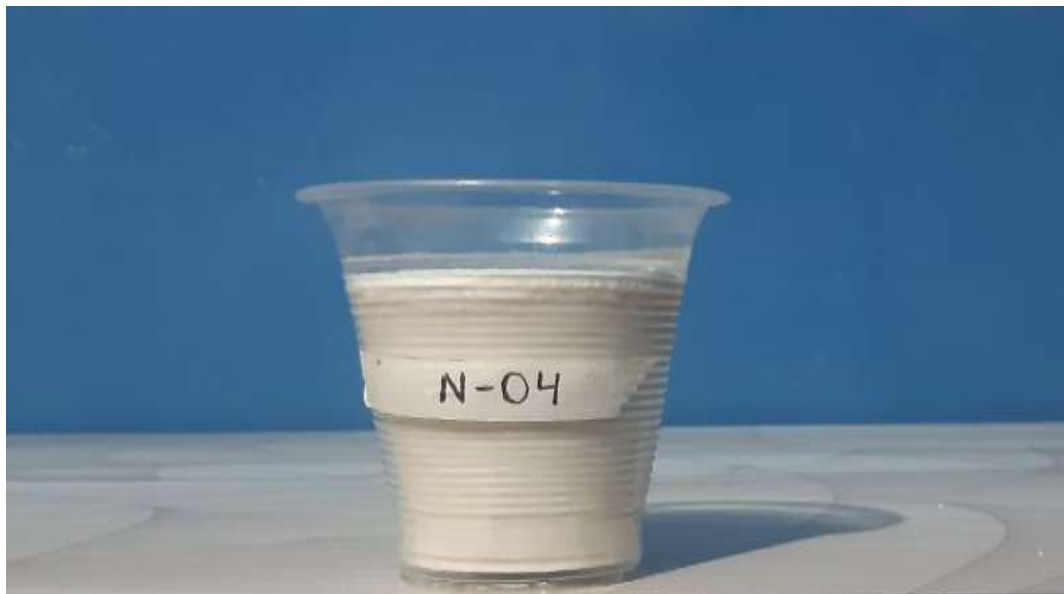


Figura 22. Saponificación incompleta de la prueba N-04

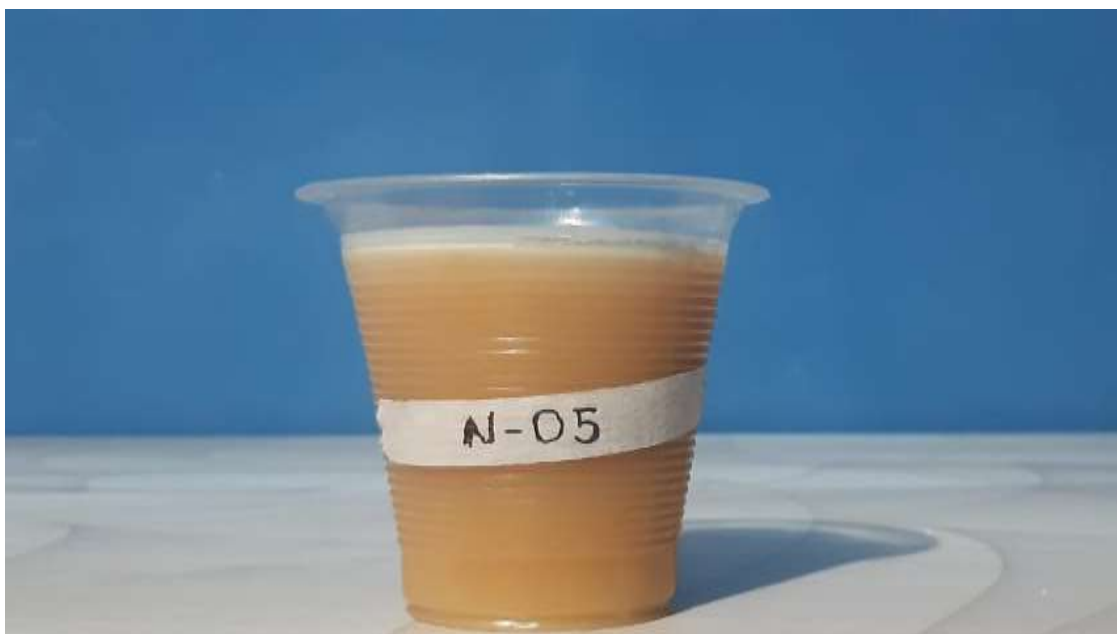


Figura 23. Saponificación incompleta de la prueba N-05

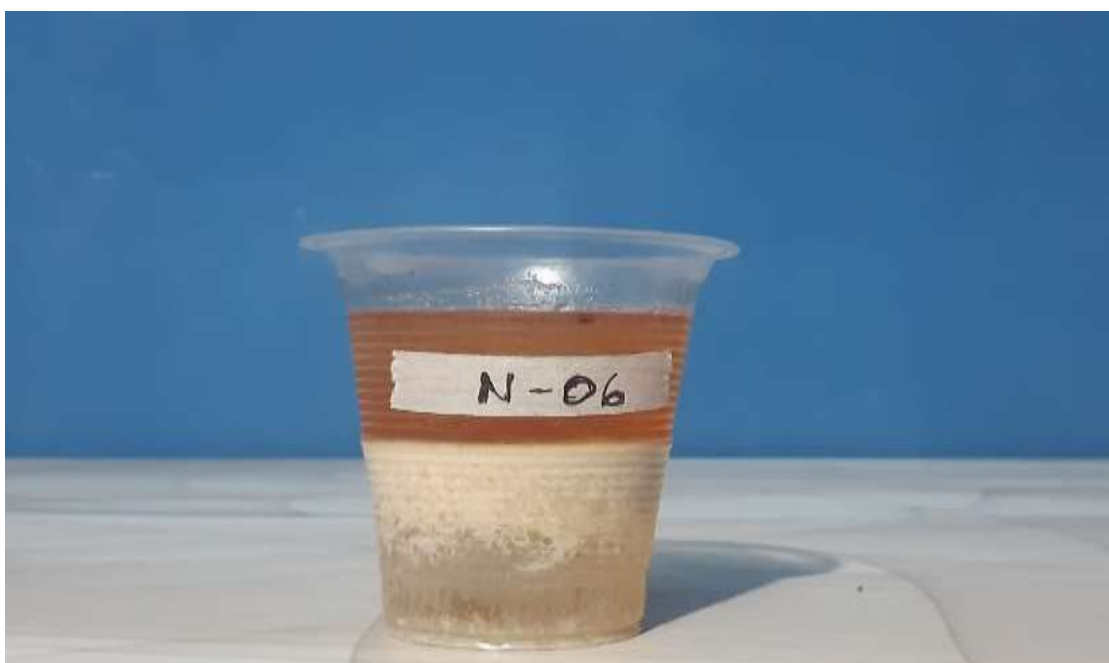


Figura 24. Saponificación incompleta de la prueba N-06



Figura 25. Saponificación incompleta de la prueba N-07

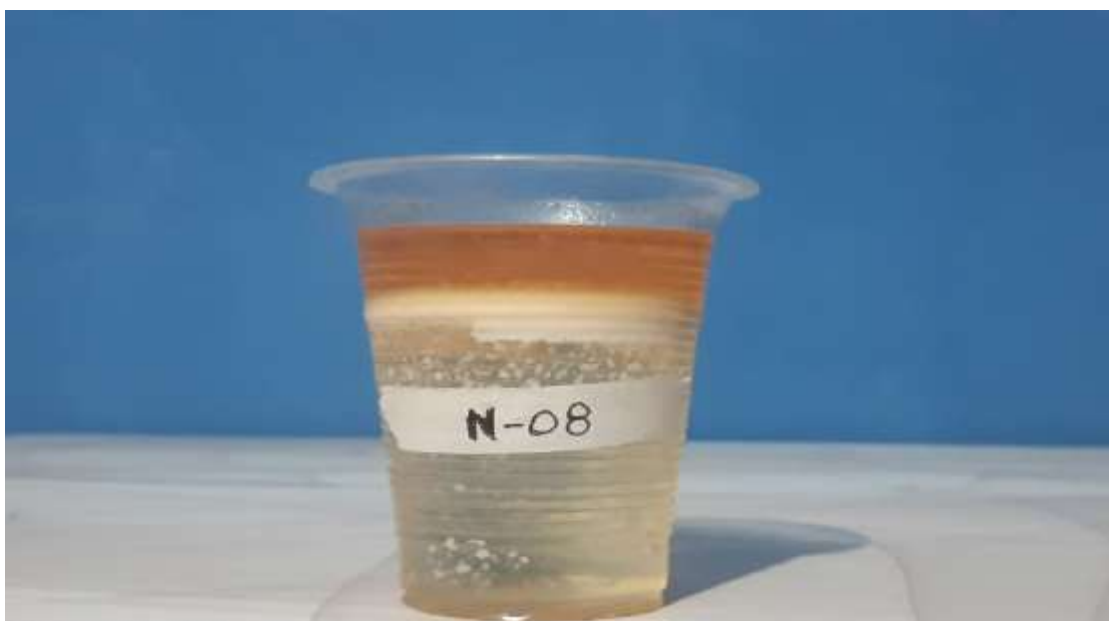


Figura 26. Saponificación incompleta de la prueba N-08



Figura 27. Proceso de saponificación de las 8 pruebas

AGQ Labs CADENA DE CUSTODIA / SOLICITUD DE ANÁLISIS

WWW.LABORATORIOAGQPERU.COM

Lab. Cliente: QLP-PE23800044
 Lab. No. Inicial: MAM-22/00075

CLIENTE: MIGUEL ANGEL HERNANDEZ RAMOS
 E-MAIL: miguelhramos@gmail.com
 Teléfono: 204382338

LABORATORIO: AGQ PERU SAC

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: MUESTRA DE pH DE AGUA DE LLUVIA

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: Arequipa

TIPO DE MUESTRA: HUMAN OÍDIO

Edad de la muestra (días)	Tipos de Muestra (Descripción)	Medio	Temperatura (°C)	Agua de lluvia (L)	Concentración de O2 (L/L)	Observaciones
A-202673583	Resquina 05	5000/2002	15-18	3A	20000	
A-202673584	Resquina 06	5000/2002	15-18	3A	20000	
A-202673585	Resquina 07	5000/2002	15-18	3A	20000	

ANÁLISIS QUÍMICO

PH

AGQ PERU SAC

17 JUN. 2022 OPERACIONES

AGQ PERU S.A.C. / RUC: 2052221966 / Av. Luis Hinojosa Ordoñez 258 - San Lázaro - Lima / T: (51) 1 709 27 90

205 201/01-V2 Rev04/18-03-18

Figura 30. Recepción de la cadena de custodia N°1 por el laboratorio AGQ Labs

CLIENTE / USUARIO		CONTACTO		TELÉFONO / e-mail		RAZÓN SOCIAL		CATEGORÍA DEL PRODUCTO		NOMBRE DEL PROYECTO		LUGAR DE MUESTREO (Finca / Área)		CONTACTO AGQ		N° IN / OK		ANÁLISIS REQUERIDOS		Participación de SGA			
AGQ Perú S.A.C.		Agustín Agustín Hernández Ramos		917102200 - agustin.hernandez@agqlabs.com						Análisis de Ph de agua en Jilón		Agropecuario		Agustín Agustín Hernández Ramos				X					
Código de Laboratorio		Punto de Muestra (Descripción)		Fecha (dd-mm-aa)		Hora (hh:mm)		Tipo de muestra* Sub tipo**		Coordenadas UTM (E N-AEUS)		Número de almacenaje (según protocolo de laboratorio)		Análisis que solicita (UT)									
N-01		N-01		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-02		N-02		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-03		N-03		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-04		N-04		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-05		N-05		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-06		N-06		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
N-07		N-07		09/06/20		11:30		1A		E 761797 N 8258652		N/A		X									
1 Tipo de Muestra Categría		** Sub Tipo (Sub categoría)		3 Tipo de Muestra Categría		** Sub Tipo (Sub categoría)		1 Tipo de Muestra		** Sub Tipo		1 Tipo de Muestra		** Sub Tipo									
1 Agua Residual		Doméstica - (M); Municipal - (B); Industrial - (C)		3 Agua salina		Mar - (M); Salina - (B); Salina (C)		1 Muestra Sólida		Sólido - (M); Líquido - (B); Sólido - (C)		2 Agua de Consumo Humano		Bebida Potable - (M); Bebida Embotellada - (B); Pastura - (C); Laguna Artificial - (D)		4 Agua de Proceso		Circulación/Tratamiento - (M); Almacenada para Consumo - (B); Agua de Calderas (C); Lavación - (D); Purificada (E); Inspección-Requerida (F)		5 Otros (Indicar tipo)			
Empresa		Responsable		Firma		Nombre		Cargo		Fecha		Hora		N° de SGA		Observaciones		Observaciones		Observaciones			
AGQ Perú S.A.C.		Agustín Agustín Hernández Ramos		[Firma]		Agustín Agustín Hernández Ramos		Gerente		09/06/20		11:30		AGQ-327-000-23									
Recibido por		Fecha (dd-mm-aa)		Hora (hh:mm)		N° de SGA		Observaciones		Observaciones		Observaciones		Observaciones		Observaciones		Observaciones		Observaciones			
[Firma]		09/06/20		11:30		AGQ-327-000-23																	
Muestreo Nacional		N° de SGA		Muestreo Nacional		N° de SGA		Entrega Cliente en AGQ															
AGQ Perú S.A.C., RUC 20512220968 Av. Luis José de Orbegoso 300 Lima - Lima - San Luis T.(1) 719 27 00. Email: atencionalcliente@agqlabs.com, www.agqlabs.pe																							
																				PPI-101/01			
																				Revisá / 19-02-18			

Figura 31. Recepción de la cadena de custodia N°2 por el laboratorio AGQ Labs

Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	MIGUEL ANGEL HUAMACHUJO RAMOS
Estudio:	MAM-22/00073 MEDICION DE PH AGUA DE IABON	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	
PNT Muestreo:				Cod Cliente:	PE03-00027665
Cliente 3ª(*):	---			Contrato:	QSP-PE220600044

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



CIP 179901

Jorge Alberto De la Cruz Yucra

FECHA EMISIÓN: 24/06/2022

OBSERVACIONES (*):

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 150, San Luis - Lima, PERU

T: (511) 730 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

3/5

Figura 32. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo N°1

Estudio	MAM-22/00073 MEDICION DE PH AGUA DE JABON	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
---------	---	---------------	-------------------------

RESULTADOS ANALITICOS

Nº de Referencia Descripción(*)	A-22/073575 N-01	Incert	A-22/073576 N-02	Incert	A-22/073577 N-03	Incert	A-22/073578 N-04	Incert	A-22/073579 N-05	Incert	A-22/073580 N-06	Incert	
Parámetro	Unidades												
Mediciones In Situ													
pH in situ	Unidades de pH	9,80	±1,002	11,4	±1,165	11,0	±1,124	12,0	±1,226	12,5	±1,278	12,4	±1,267

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis . Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

2/5

Figura 33. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo

Estudio	MAM-22/00073 MEDICION DE PH AGUA DE JABON	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
---------	---	---------------	-------------------------

RESULTADOS ANALITICOS

Nº de Referencia Descripción(*)	A-22/073581 N-07	Incert	A-22/073582 N-08	Incert	A-22/073583 Replica-01	Incert	A-22/073584 Replica-02	Incert	A-22/073585 Replica-03	Incert	
Parámetro	Unidades										
Mediciones In Situ											
pH in situ	Unidades de pH	11,5	±1,175	12,8	±1,308	9,20	±0,9402	9,10	±0,9300	9,10	±0,9300

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis . Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

3/5

Figura 34. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo

Estudio	MAM-22/00073 MEDICION DE PH AGUA DE JABON	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
---------	---	---------------	-------------------------

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Mediciones In Situ				
pH in situ	SMEWW 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		2,00 Unidades de pH

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Limite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Figura 35. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo

Estudio		MAM-ZZ/00073 MEDICION DE PH AGUA DE JABON		Tipo Muestra:		Agua Residual Domestica		
MUESTRAS								
	Punto de Muestreo	Fecha/Tiempo Muestreo	Legajo de Muestras	Concentración x/L	Fecha envío	Fecha Recepción	Análisis	Muestreador por
A-02/07075	N-01	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208012	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07076	N-02	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208013	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07077	N-03	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208014	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07078	N-04	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208015	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07079	N-05	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208016	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07080	N-06	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208017	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07081	N-07	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208018	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07082	N-08	05/06/2022 11:30	Ampliada	76/707 0208019	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07083	Replica 01	05/06/2022 11:40	Ampliada	76/707 0208012	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07084	Replica 02	05/06/2022 11:40	Ampliada	76/707 0208013	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ
A-02/07085	Replica 03	05/06/2022 11:40	Ampliada	76/707 0208014	21/06/2022	17/06/2022	PH: 00027965.0	Personal AGQ

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Figura 36. Resultados del laboratorio: Informe de ensayo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PL - AG045 - 21 - 12

1. SOLICITANTE : E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : Calle Zela 603 A, Yanahuara - Arequipa
3. DATOS DEL EQUIPO:
- | | |
|---|--|
| INSTRUMENTO : Multiparámetro (pHmetro) | SENSOR DE : Potencial de actividad de hidrógeno |
| MARCA : WTW | MARCA : WTW |
| MODELO : Multi 3620 IDS | MODELO : SenTix 940 |
| SERIE : 21201703 | SERIE : C211334048 |
| IDENTIFICACIÓN : EL/MUL/26 (*) | IDENTIFICACIÓN : EL/MUL/26. (*) |
| INTERVALO DE INDICACIÓN : 0 a 14 unidades de pH (**) | INTERVALO DE INDICACIÓN : 0 a 14 unidades de pH. (**) |
| RESOLUCIÓN : 0,01 unidades de pH (***) | |
| PROCEDENCIA : Alemania | |
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Laboratorio de Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-12-06
6. ORDEN DE TRABAJO: CAL-0552-2021-12

7. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa, sin modificaciones y sólo cuando se cuente con la aprobación y autorización de PAZ LABORATORIOS S.R.L.

PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Este Certificado cumple con los requisitos de la Norma NTP ISO/IEC 17025. Sólo es válido si cuenta con el sello en relieve y las firmas del Gerente General y el Jefe de Laboratorio.

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

Procedimiento *PC-020, Procedimiento para la calibración de medidores de pH* del Instituto Nacional de Calidad, Segunda Edición - Noviembre 2017.

Arequipa, 10 de Diciembre de 2021.



[Firma]
Krisna Edgardo Paz Gonzales
GERENTE GENERAL
PAZ LABORATORIOS S. R. L.

[Firma]
Neyra Eduardo Chacra Bustro
Jefe de Laboratorio de Metrología
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

000093

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Figura 37. Certificado de calibración del equipo utilizado

Anexo 3

Resultados de los análisis estadísticos del diseño experimental

Número de variables	3
N	8

	Variables	Nivel -	Nivel +
Z1	Soda cáustica	400	600
Z2	Agua destilada	1.5	2.5
Z3	Aceite vegetal reciclado	200	300

N	Soda cáustica	Agua destilada	Aceite vegetal reciclado	VECTOR Y				
	Z1	Z2	Z3	X1	X2	X3	Y	
1	400	1.5	200	-1	-1	-1	9.8	9.8
2	600	1.5	200	1	-1	-1	11.4	11.4
3	400	2.5	200	-1	1	-1	11	11
4	600	2.5	200	1	1	-1	12	12
5	400	1.5	300	-1	-1	1	12.5	12.5
6	600	1.5	300	1	-1	1	12.4	12.4
7	400	2.5	300	-1	1	1	11.5	11.5
8	600	2.5	300	1	1	1	12.8	12.8

MATRIZ X								VECTOR Y
X0	X1	X2	X3	X1X2	X1X3	X2X3	X1X2X3	Y
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	9.8
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	11.4
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	11
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	12
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	12.5
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	12.4
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	11.5
1	1	1	1	1	1	1	1	12.8

MATRIZ TRANSPUESTA DE X										
	1		1		1		1		1	1
	-1		1		-1		1		-1	1
	-1		-1		1		1		-1	1
	-1		-1		-1		-1		1	1
	1		-1		-1		1		-1	1
	1		-1		1		-1		1	1
	1		1		-1		-1		-1	1
	-1		1		1		-1		-1	1

Xt*Y
93.4
3.8
1.2
5
0.8
-1.4
-2.4
2

$$[B]=((X^T * X)^{-1} * (X^T * Y))$$

VARIABLES	3
NÚMERO DE PRUEBAS	8
RÉPLICAS	1
réplicas centrales	3

X ^T * X							
8	0	0	0	0	0	0	0
0	8	0	0	0	0	0	0
0	0	8	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	8	0	0	0	0
0	0	0	0	8	0	0	0
0	0	0	0	0	8	0	0
0	0	0	0	0	0	8	0
0	0	0	0	0	0	0	8

(X ^T * X) ⁻¹							
0.125	0	0	0	0	0	0	0
0	0.125	0	0	0	0	0	0
0	0	0.125	0	0	0	0	0
0	0	0	0.125	0	0	0	0
0	0	0	0	0.125	0	0	0
0	0	0	0	0	0.125	0	0
0	0	0	0	0	0	0.125	0
0	0	0	0	0	0	0	0.125

X ^T *Y
93.4
3.8
1.2
5
0.8
-1.4
-2.4
2

EFECTOS

23.35

0.95

0.3

1.25

0.2

-0.35

-0.6

0.5

B

$$((X^T * X)^{-1} * (X^T * Y))$$

11.675

0.475

0.15

0.625

0.1

-0.175

-0.3

0.25

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	DE LIBERTAD	MEDIDA DE CUADRADOS	F0
X1	1.805	1	1.805	541.5
X2	0.18	1	0.18	54
X3	3.125	1	3.125	937.5
X1X2	0.08	1	0.08	24
X1X3	0.245	1	0.245	73.5
X2X3	0.72	1	0.72	216
X1X2X3	0.5	1	0.5	150
Curvatura	14.09469697	1	14.095	4228.409091
Error	0.006666667	2	0.0033	
Total	20.75636364	10		