

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

APROVECHAMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA LAMPANTE
PARA LA PRODUCCIÓN DE JABÓN EN BARRA
MEDIANTE SAPONIFICACIÓN EN EL
DISTRITO DE LA YARADA -
LOS PALOS, 2021

TESIS

PRESENTADA POR:

JHONNY ALEXANDER ROQUE JILAJA

Para optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

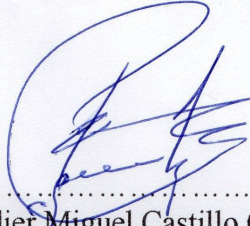
Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTION AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

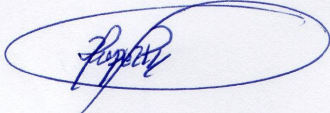
**APROVECHAMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA LAMPANTE PARA
LA PRODUCCIÓN DE JABÓN EN BARRA MEDIANTE SAPONIFICACIÓN
EN EL DISTRITO DE LA YARADA-LOS PALOS, 2021**

Tesis sustentada y aprobada el 27 de enero del 2022.; estando el jurado calificador integrado por:

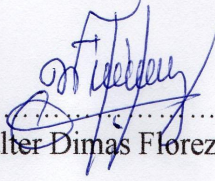
PRESIDENTE:


.....
Dr. Daladier Miguel Castillo Cotrina

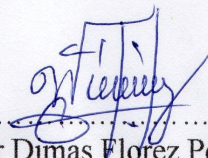
SECRETARIO:


.....
Dr. Luis Asunción López Puycan

MIEMBRO:


.....
Dr. Walter Dimas Florez Ponce de León

ASESOR:


.....
Dr. Walter Dimas Florez Ponce de León

DEDICATORIA

A Dios Padre Celestial que guía mi destino.

A mi querida Madre Sra. Paulina Jilaja Arua, a mi Padre , a mi hermano menor Cristhian y, en general, a toda mi familia, por ser el motivo y razón de nunca rendirme en todas las metas y objetivos propuestos.

A todos aquellos investigadores, profesionales y estudiantes, que son elemento clave en el aporte de conocimientos y aplicación de la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Walter Florez Ponce de León, por darme las pautas necesarias en este proyecto.

A mi Co-asesor Mgr. Francisco Gamarra Gómez, por la amabilidad y acceso al laboratorio de Nanotecnología de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Al Lic. Elizban Sacari Sacari, por las recomendaciones y precisiones en la parte experimental de mi proyecto.

A mi primo Blgo. Heber Ramirez Arúa, por las sugerencias en la parte de diseño e interpretación.

A todos los docentes, administrativos y compañeros de la escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.5. OBJETIVOS.....	8
1.5.1. Objetivo general.....	8
1.5.2. Objetivos específicos.....	8
1.6. HIPÓTESIS.....	8
1.6.1. Hipótesis general.....	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	6
2.1.1. A nivel internacional.....	6
2.1.2. A nivel nacional.....	11
2.1.3. A nivel local.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. Aceite de oliva lampante.....	14
2.2.2. El jabón.....	23
2.3. Definición de conceptos básicos.....	46
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
3.1. TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	6

3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO.....	6
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	50
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS.....	51
3.5. TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS	52
3.5.1. Técnicas de determinación de parámetros fisicoquímicos	53
3.5.2. Encuesta de nivel de conocimientos acerca del aceite de oliva lampante y proceso de saponificación en el distrito de la Yarada – Los Palos.....	57
CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	50
4.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	50
4.1.1. Resultados de la masa de jabón de síntesis según diseño experimental 2 ^k con cuatro puntos centrales.....	50
4.1.2. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para jabón.....	61
4.1.4. Efectos principales e interacción de factores en el diseño experimental ...	63
4.1.5. Gráfico de superficie de respuesta del diseño experimental	64
4.2. PARÁMETROS FÍSICO–QUÍMICOS DEL ACEITE DE OLIVA LAMPANTE	66
4.2.1. Acidez libre (% ácido oleico).....	66
4.3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE JABÓN OBTENIDO	67
4.3.2. Porcentaje de humedad y componentes volátiles.....	69
4.3.3. Potencial de hidrógeno pH	71
4.3.4. Índice de espuma.....	72
4.3.5. Resumen de propiedades fisicoquímicas del jabón de síntesis	74
DISCUSIONES.....	60
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requisitos de pureza del aceite de oliva según clasificación.....	17
Tabla 2	Características de calidad de los aceites de oliva	23
Tabla 3	Diferencias entre jabón industrial y jabón artesanal.....	28
Tabla 4	Ingredientes y cantidades utilizadas en las diferentes formulaciones ...	29
Tabla 5	Efectividad del pH en jabones.....	36
Tabla 6	Contenido de materia grasa total TFM en marcas de jabones	38
Tabla 7	Valores recomendados para las cualidades del jabón	40
Tabla 8	Normas Técnicas Peruanas para la calidad del jabón	41
Tabla 9	Codificación para niveles alto y bajo según factor.....	50
Tabla 10	Matriz de diseño experimental 2 ^k	51
Tabla 11	Resultados del jabón de síntesis en gramos	50
Tabla 12	Análisis de varianza para jabón	62
Tabla 13	Resultados de ensayo de % acidez libre e índice de acidez	66
Tabla 14	Alcalinidad libre de las muestras de jabón.....	67
Tabla 15	Porcentaje de humedad del jabón de síntesis.....	69
Tabla 16	Valores de pH de las muestras de jabón de síntesis	71
Tabla 17	Valores de índice de espuma de jabones de síntesis	73
Tabla 18	Resumen de propiedades fisicoquímicas del jabón de síntesis.....	75
Tabla 19	Coeficientes de regresión del modelo experimental para jabón de síntesis	101
Tabla 20	Valores de predicciones estimadas para jabón de síntesis	101
Tabla 21	Optimización de jabón de síntesis según diseño experimental.....	104
Tabla 22	Estadísticos de la masa de jabón de síntesis.....	105
Tabla 23	Estadísticos de alcalinidad libre del jabón de síntesis.....	105
Tabla 24	Estadísticos del % humedad del jabón de síntesis	106
Tabla 25	Estadísticos para el pH del jabón de síntesis	106
Tabla 26	Estadísticos para índice de espuma del jabón de síntesis.....	107
Tabla 27	Requisitos para Jabón de tocador según NTP 319.073.1978(revisada el 2017).....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Clasificación de los distintos tipos de aceites de oliva	16
Figura 2	Reacción de síntesis del jabón a partir de grasa animal	25
Figura 3	Jabones industriales.....	26
Figura 4	Jabones artesanales	30
Figura 5	Micela formada en la molécula del jabón.....	32
Figura 6	Reacción química de la Saponificación	44
Figura 7	Proceso de fabricación del jabón	46
Figura 8	Masa de jabón de síntesis según prueba experimental	60
Figura 9	Diagrama de Pareto estandarizada para jabón	61
Figura 10	Grafica de efectos principales para jabón.....	63
Figura 11	Gráfica de interacción para jabón	64
Figura 12	Superficie de Respuesta para jabón con %NaOH=27,5	65
Figura 13	Contorno de superficie para jabón %NaOH=27,5	65
Figura 14	Alcalinidad libre de las muestras de jabón analizadas por bloques.....	68
Figura 15	Porcentaje de humedad de jabón analizadas por bloques	70
Figura 16	Valores de pH de las muestras de jabón analizada por bloques	72
Figura 17	Valores de Índice de Espuma de jabones analizada por bloques	74
Figura 18	Toma de muestra del aceite de oliva lampante en bodega de la Yarada- Los Palos	89
Figura 19	Muestras de aceite neutralizadas con KOH 1 N.....	90
Figura 20	Diagrama de bloques del proceso de obtención de jabón de aceite de oliva lampante.....	91
Figura 21	Soluciones de 30 %NaOH y 25 % NaCl preparadas en laboratorio	92
Figura 22	Control de Velocidad RPM y Temperatura en agitador magnético con calentamiento	93
Figura 23	Saponificación del aceite de oliva lampante.....	94
Figura 24	Filtración de gránulos de jabón de aceite de oliva lampante	94
Figura 25	Pesado del jabón de aceite de oliva lampante en nforma de gránulos	95
Figura 26	Almacenado de jabón de aceite de oliva lampante en placas Petri	95
Figura 27	Prueba de Alcalinidad libre de las muestras de jabón de síntesis en laboratorio.....	96

Figura 28	Prueba de humedad de las muestras de jabón de síntesis en laboratorio	97
Figura 29	Prueba de pH del jabón de síntesis en laboratorio.....	98
Figura 30	Prueba de Índice de Espuma del jabón de síntesis en laboratorio	99
Figura 31	Balance de materia global del jabón de síntesis Base de cálculo para 50 gramos teóricos	100
Figura 32	Gráfico de Cubo del análisis experimental 2 a la k para jabón	102
Figura 33	Grafica de Residuo para el factor de velocidad en RPM.....	102
Figura 34	Gráfico de Residuo para el factor de Grado Alcohólico	103
Figura 35	Gráfico de residuo para el factor % NaOH	103
Figura 36	Diagrama de cajas masa de jabón de síntesis	108
Figura 37	Diagrama de cajas % alcalinidad libre del jabón de síntesis.....	108
Figura 38	Diagrama de cajas % Humedad del jabón de síntesis	109
Figura 39	Diagrama de cajas pH del jabón de síntesis	109
Figura 40	Informe de acidez (g ácido Oleico/100g) para aceite de oliva lampante	110
Figura 41	Fotos de encuesta sobre el jabón de aceite de oliva lampante en distrito de la Yarada - Los Palos	113

RESUMEN

La presente investigación consiste en un estudio del aprovechamiento de aceite de oliva lampante proveniente del distrito de la Yarada - Los Palos, de la región de Tacna, para la producción de jabones por técnica de saponificación.

El trabajo inicia, primero, con la evaluación del aceite de oliva lampante por pruebas de acidez libre e índice de acidez. La segunda parte trata sobre la síntesis por técnica de saponificación y la tercera, de los ensayos físico-químicos de porcentaje de alcalinidad libre, porcentaje de humedad y componentes volátiles, pH e índice de espuma del jabón obtenido. Para evaluar los niveles de los factores que intervienen en la obtención de la masa de jabón, son: la velocidad de agitación, grado alcohólico y concentración de hidróxido de sodio. Se utilizó un diseño factorial 2^k con puntos centrales. Con los resultados, se hizo un análisis de diseño por programa estadístico para obtener graficas factoriales y pruebas estadísticas a través de la tabla de análisis de varianza. De la tabla ANOVA, se verificó que el grado alcohólico tuvo un valor-p de 0,30359 que es menor a 0,05, indicando que es significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95 %.

Se determinó por método de optimización los niveles para los factores, los cuales son: 1200 RPM para la velocidad de agitación, grado alcohólico 70° y concentración de hidróxido de sodio 25 %. El valor óptimo teórico de la masa de jabón fue de 36,48 g y el valor promedio de las veinte pruebas experimentales fue de 29,53 g.

De los ensayos físicoquímicos del jabón de síntesis, la alcalinidad estuvo entre 0,0577 % y 0,1971 % con promedio de 0,1095 %; la humedad desde 19,82 % hasta 35,83 % con un promedio de 28,32 %; el pH desde 10,01 hasta 10,64 con promedio de 10,29; y el índice de espuma desde 1,5 hasta 2,5 con valor promedio de 2,05.

Palabras clave: Jabón, aceite de oliva lampante, hidróxido de sodio, velocidad de agitación, grado de Alcohol, porcentaje % NaOH, diseño factorial 2^k .

ABSTRACT

The present investigation consists of a study of the use of lampante olive oil from the district of La Yarada - Los Palos, in the Tacna Region, for the production of soaps by saponification technique.

The work begins first with the evaluation of lampante olive oil by free acidity and acidity index tests. The second part deals with the synthesis by saponification technique and the third part of the physicochemical tests of free alkalinity percentage, percentage of moisture and volatile components, pH and foam index of the soap obtained. To evaluate the levels of the factors involved in obtaining the soap mass, which are: agitation speed, alcoholic degree and sodium hydroxide concentration, a 2^k factorial design with central points was used, with the results a design analysis was made by statistical program to obtain factorial graphs and statistical tests through the Analysis of Variance table. From the ANOVA table it was verified that the alcohol content had a p-value of 0.30359 which is less than 0.05, indicating that it is significantly different from zero with a confidence level of 95 %.

It was determined by optimization method, the levels for the factors that are: 1200 RPM for the agitation speed, alcoholic degree 70° and concentration of sodium hydroxide 25 %. The theoretical optimum value of the soap mass was 36.48 g and the average value of the twenty experimental tests was 29.53 g.

From the physicochemical tests of the synthesis soap, the alkalinity was between 0.0577 % and 0.1971 % with an average of 0.1095 %; the humidity from 19.82 % to 35.83 % with an average of 28.32 %; the pH from 10.01 to 10.64 with an average of 10.29 ; and the Foam index from 1.5 to 2.5 with an average value of 2.05.

Key words: Soap, lampante olive oil, sodium hydroxide, agitation speed, alcohol content, % NaOH percentage, 2^k factorial design.

INTRODUCCIÓN

En la región de Tacna, existe una importante producción de aceitunas entre 98 700 TM, de 133 700 TM de aceitunas anuales y, de manera general, el 75 % se utiliza para aceituna de mesa (35 % negra natural, 20 % aceituna en soda y 20 % verde en sal), además el 25 % restante es usado para producción de aceite de oliva (agraria.pe, 2019).

De la producción de aceites obtenidos en las plantas de materia prima, se encuentra el aceite de oliva lampante que tiene una demanda relativa, ya que el aceite de oliva lampante para su consumo requiere de un proceso de refinación adicional, muchos empresarios y personas de manera individual, deciden comprarlo a granel para darle otros usos que no son para consumo, sino para la producción de cosméticos, jabones, champú, y uso como combustible para lámparas, etc. Esta situación sucede en el distrito La Yarada - Los Palos de manera corriente, derivando un porcentaje a la ciudad de Lima y otro para provincias.

Una práctica común en las plantas de materia prima es que el aceite de oliva lampante se obtiene a partir de aceituna verde de descarte, o con mezcla de aquellas que son cocidas, y no salen tan fácilmente al mercado. Luego de la obtención del aceite de oliva lampante, esta se deja reposar en los tanques verticales que pueden ser de 5 a 10 m³ generalmente de fibra de vidrio.

El problema surge si el aceite de oliva lampante se encuentra con mucho tiempo de almacenamiento, ya que empieza a deteriorarse y volverse rancio; esto, por consecuencia, baja su costo en el momento de la venta a granel, incluso, si no se llega a su venta total, conlleva la pérdida por sus costes de producción, materia prima y otros gastos. En el peor de los casos, se convierte en un residuo líquido que acarrea problemas ambientales, debido a que puede ser descartado al alcantarillado, o quemado según su indebido manejo.

Ante esta problemática, se plantea una propuesta para aprovechar este aceite de oliva lampante que sea materia prima para la producción de jabones por técnica de saponificación, dado que es factible su producción a escala de laboratorio utilizando reactivos de laboratorio como el hidróxido de sodio y otros insumos.

La tecnología para la obtención de jabones a escala artesanal e industrial ha variado a lo largo del tiempo según la necesidad y demanda del ser humano, de tal forma que el jabón y otros detergentes se han constituido elementos fundamentales de aseo en nuestra sociedad. La industria mundial de jabones en barra tiene un valor aproximado de 186 mil millones de dólares. Tendencias actuales en el consumidor respecto a la preferencia han mostrado un aumento en la demanda por el uso de ingredientes naturales productos de cuidado de la piel y cosmética.

Según Vidal et al. (2018), los extractos de plantas, como los aceites de romero, vegetales y aceites esenciales se agregan con frecuencia a los jabones para mejorar la calidad y el atractivo sensorial.

Por otro lado, Vivian et al. (2014), afirman que las características sensoriales y químicas de los jabones naturales dependen del proceso de fabricación y de la composición química de las materias primas utilizados durante la formulación. Por ejemplo, el tipo y la pureza de la base (álcali) utilizada determina la dureza y solubilidad del jabón terminado. El hidróxido de sodio produce jabones más duros y duraderos, mientras que el hidróxido de potasio se utiliza para producir pastillas de jabón suave o jabones líquidos.

La investigación proyecta en definir adecuadamente un procedimiento para obtener el jabón sintetizado a partir de este aceite, es decir, encontrar una formulación adecuada según los factores que intervienen en el proceso físico-químico y, una vez logrado la síntesis de jabón, evaluar sus características principales de tal manera contrastarlo según las normas vigentes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a Córdova (2018), la industria del jabón utiliza materia prima que no siempre es natural; a su vez, requiere de insumos que no se descomponen de forma natural, la producción se efectúa de manera automatizada incluyendo muchos productos químicos. Por otro lado, también hay entidades que usan lo tradicional y lograron perdurar ofreciendo productos únicos y de elevada calidad. Se pueden mencionar países como Colombia, España y México, donde existen empresas artesanales dedicadas a la fabricación de jabón.

Con respecto a la aplicación de los jabones industriales en comparativa a los artesanales, se conocen algunas diferencias en cuanto a la composición química, cuidado, higiene y protección de la piel, abarcando muchas variedades según el uso final, siendo el objetivo principal mantener la higiene adecuada para el cuerpo al prevenir enfermedades transmitidas por gérmenes, bacterias, virus y, hoy en día, es de mucha importancia, debido a la pandemia que sigue vigente.

Según la UNICEF, *“lavarse las manos con agua y jabón, es primordial en la lucha contra la nueva enfermedad por coronavirus (COVID-19), pero millones de personas en el mundo no tienen facilidades a una infraestructura para realizarlo”*.

En cuanto a los jabones, existen miles de marcas y los supermercados están saturados de productos industriales de las grandes empresas multinacionales y con precios bajos, lo cual hizo que las personas restaran la importancia que este producto tiene. Actualmente, esta situación va cambiando, ya que la búsqueda de productos naturales en el mundo va en ascenso, ahora son cada vez más las personas que buscan productos que no contengan químicos para el cuidado de su piel (Illanes, 2018)

Uno de los insumos más utilizados para la obtención de jabón es el aceite de oliva, por sus enormes beneficios y aportes a la piel; sin embargo, uno de los subproductos no tan conocidos es el aceite de oliva lampante, que tiene características particulares respecto al uso final, ya que, según las normas internacionales y normas técnicas nacionales, este aceite debe ser tratado por un proceso de refinamiento adicional para su consumo, a la vez puede ser materia prima para otros usos industriales.

Dado que el aceite de oliva lampante requiere de un proceso de refinación adicional, es que muchos empresarios deciden comprarlo a granel para darle otros usos, como para la producción de jabones, champú e, incluso, como combustible para lámparas. Esta situación sucede en el distrito La Yarada - Los Palos de manera corriente, derivando un porcentaje a la ciudad de Lima y otro para provincias.

Por ello, una alternativa para el aprovechamiento del aceite de oliva lampante es la saponificación, la cual consiste en un proceso químico mediante el cual el cuerpo graso, en combinación con una base y agua, origina como resultado la obtención de jabón y glicerina, recibiendo estos el nombre de jabones sódicas o potásicas (Rojas, 2014).

Por otro lado, en la región Tacna, no existen procesos de saponificación específicamente del aceite de oliva lampante, lo que genera grandes pérdidas debido al no aprovechamiento y, a su vez, es un riesgo de impacto ambiental, tomando en cuenta que el destino final de esta variedad de aceite no siempre conduce a la mezcla con otros aceites, siendo almacenado por largos periodos con lentitud de salida y en otras ocasiones vendido a precios bajos a los acopiadores.

Es por ello que el estudio se centra en generar una propuesta de producción de jabones mediante saponificación, lo que permita de este modo lograr el aprovechamiento del aceite de oliva lampante dada la producción de aceite de oliva, y que represente una alternativa de creación de nuevas líneas de negocio para los productores y exportadores de la región, significando mayores ingresos y generar una cultura de responsabilidad social empresarial y también sostenible para el medio ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿La producción de jabones en barra mediante proceso de saponificación permitirá aprovechar el aceite de oliva lampante proveniente del distrito de la Yarada – Los Palos?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del aceite de oliva lampante que generan las características particulares para la producción de jabón en barra mediante la técnica de saponificación?
- ¿Cómo usar adecuadamente la cantidad de aceite de oliva lampante, la cantidad de hidróxido de sodio y los factores óptimos que intervienen en la producción de jabón en laboratorio?
- ¿Cómo evaluar las características fisicoquímicas del jabón sintetizado por técnicas de laboratorio?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La importancia de este trabajo de investigación se concentra en determinar la mejor manera de aprovechar el aceite de oliva lampante proveniente del distrito de la Yarada – Los Palos para producir jabón mediante saponificación, usando, para ello, un diseño experimental que permite establecer los niveles de los factores que intervienen en el proceso de saponificación. Es importante la síntesis y caracterización del jabón de aceite de oliva lampante, ya que se plantea la propuesta de crear una línea de valor agregado para la industrialización del olivo en el sector de la Yarada – Los Palos.

La investigación de la presente tesis puede justificarse tomando en cuenta la relevancia a nivel teórico, metodológico y práctico, así como se explica a continuación:

- a) Justificación teórica: El estudio requiere que se realice revisión de diferentes teorías y modelos, de diversos autores respecto a los procesos de saponificación para la obtención de jabones en barra, a partir del aprovechamiento de aceite de oliva, las cuales servirán como guía para poder realizar la propuesta. De este modo, dada la ejecución del proceso es posible obtener información que permita contrastar tales planteamientos y generar nueva información a favor de la ciencia.
- b) Justificación metodológica: El estudio emplea el método científico como base de desarrollo, a partir de la determinación de un problema de investigación, de acuerdo al cual se propone el planteamiento de los objetivos que conducen a la resolución del problema y la formulación de hipótesis, las cuales establecen la respuesta o premisa tentativa al problema planteado, haciendo para ello de uso de técnicas e instrumentos de investigación. Dicha metodología se sirve de referente para la resolución de problemas de investigación análogos, es decir, que podrá servir de guía para que futuros investigadores consideren la tesis como un documento antecedente que permita abordar problemas similares.
- c) Justificación práctica: La investigación propone un nuevo método para la producción de jabones, empleando para ello la saponificación en base al aceite de oliva lampante, permitiendo establecer medidas de reaprovechamiento que sean sostenibles, ofreciendo a su vez alternativas a favor de los productores y comercializadores de aceite de oliva, quienes, en referencia al estudio planteado, podrán dar apertura a nuevas líneas de producción, lo que significaría más ingresos, como también la reducción de aceites descartados a favor del medio ambiente. En otras palabras, se establece un propósito sostenible a nivel ambiental.

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Algunas limitaciones que se han encontrado durante el desarrollo de la investigación son:

- La obtención limitada de la muestra de aceite de oliva lampante proveniente del distrito de la Yarada – Los Palos, ya que se ha hecho visita a empresas de plantas de materia prima de aceites y solo dos accedieron a una visita en planta para verificar el proceso de obtención del aceite de oliva lampante. Al final de la visita guiada, se pudo comprar un volumen de 3 L de aceite de oliva lampante para los fines de la investigación.
- A causa de la pandemia del Covid-19, las coordinaciones, solicitudes y trámites, respecto al ingreso para uso de laboratorio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, fue de manera virtual mediante correos institucionales y números telefónicos.
- Hubo restricciones para acceder al laboratorio de Nanotecnología, siendo de vital importancia la autorización y permiso de los encargados de dicho laboratorio. Se ha tomado en cuenta las disposiciones de distanciamiento social, horarios de uso, aforo y medidas de bioseguridad para el desarrollo experimental.
- Debido a la cantidad de pruebas experimentales, en total veinte (20), para la síntesis de jabón, se ha limitado la síntesis de 4 a 6 jabones por día, esto de acuerdo a la disponibilidad de horario de lunes a viernes que tiene el laboratorio. Consecuentemente, se obtienen los jabones con un margen de 2, 3 y hasta 4 días de separación respecto a su síntesis.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Determinar la posibilidad de aprovechar el aceite de oliva lampante proveniente del distrito de la Yarada - Los Palos, para producir jabón en barra mediante proceso de saponificación.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del aceite de oliva lampante que generan las características particulares del jabón sintetizado mediante técnica de saponificación.
- Definir adecuadamente la cantidad de aceite de oliva lampante, la cantidad de hidróxido de sodio, y los factores óptimos que intervienen en la producción de jabón.
- Evaluar las características fisicoquímicas del jabón sintetizado mediante ensayos de porcentaje de alcalinidad libre, porcentaje de humedad, pH e Índice de espuma en laboratorio.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

S es factible la producción de jabones en barra mediante el proceso de saponificación para el aprovechamiento del aceite de oliva lampante del distrito de la Yarada – Los Palos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. A nivel internacional

Vargas y Valderrama (2017) hicieron la investigación 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*, en Colombia. Tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de iniciar una empresa que fabrique pastillas de jabón en base de aceite de cocina usado en la ciudad de Cali. El tipo de investigación fue documental, de análisis bibliográfico. La muestra estuvo conformada por toda la información concerniente al jabón y su producción en base a aceite. Dentro de su marco teórico se desarrollaron los siguientes capítulos: Estudio de Mercado, Estudio Técnico, Análisis de la Empresa, Análisis de Aspectos Éticos, Análisis de Riesgos, y la Evaluación Financiera. El estudio fijó el precio de venta al público del producto en 222 dólares, lo que le permitiría competir con lo que se ofrece en el mercado actual, teniendo en cuenta también que es un producto natural. A nivel social, la ejecución del proyecto brindaría a las personas vulnerables nuevas oportunidades laborales, repercutiendo a la reducción de la desocupación en la ciudad de Cali y aminorando el impacto en el medio ambiente puesto que permite aprovechar los desechos del aceite vegetal por parte de las empresas como de los hogares.

Preciado (2017) desarrolló la tesis *Evaluación de aceite comestible reciclado para su reutilización*, en Ecuador. El objetivo de este estudio fue evaluar el aceite reciclado de cocina con fines de su reutilización, principalmente el jabón. El tipo de investigación fue documental, basándose en información secundaria respecto a la reutilización de aceite. La técnica de recolección de datos fue observacional. Dentro de los materiales y equipos utilizados para la elaboración de jabón, se emplearon hidróxido de sodio, aceite reciclado

de cocina, fragancias, miel de abeja, materiales de plásticos, mandil, balanza, entre otros. Se realizó el correspondiente análisis fisicoquímico sobre el aceite comestible reciclado y se pudieron mostrar buenos resultados para su reutilización. Según las encuestas, una media de más de 20 L de aceite de cocina reciclado por semana, se desecha sin volver a utilizarse. Finalmente, se realizaron las pruebas para comprobar la calidad del aceite de cocina reciclado. Esto proporcionó evidencia que el aceite se puede reutilizar para fabricar varios productos, como jabón y velas. Se recomendó que el aceite de cocina reciclado se filtre bien, para que no se liberen rastros de impurezas durante la preparación de los distintos productos y últimamente no se vea mal.

Guerrero (2014) elaboró la investigación titulada *Diseño de una planta de producción de jabón a partir de aceites vegetales usados*, en España. La investigación tuvo como objetivo proyectar una infraestructura para el tratamiento de aceites vegetales usados provenientes de frituras y posterior conversión en jabón líquido. El tipo de investigación fue de análisis documental. Dentro del trabajo realizado, se desarrollaron los capítulos referidos a la memoria (justificativa y descriptiva), planos (distribución en planta, diagrama de flujo, diagrama de Gantt). Pliegos de Condiciones y Evaluación Económico – Financiero (TIR y VAN). Teniendo en cuenta todos los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se concluyó que el proyecto examinado en este informe, es económicamente viable y, por tanto, es rentable, ya que traerá beneficios desde el primer año.

Ojeda (2013), en su libro *Obtención de aceites de oliva refinados*, indica que, en los procesos de refinado químico, la neutralización de los ácidos grasos con sosa cáustica consiste en una reacción de saponificación, es decir, se forma jabón. En la operación de centrifugado, para limpiar el aceite después de la neutralización, lo que se obtiene es una corriente de agua que contiene este jabón. Los compuestos de esta fase pueden separarse a su vez por centrifugación u otro método, como la decantación, para obtener por un lado el jabón y por otro las aguas residuales. El jabón obtenido de esta manera y a partir de otras etapas como el lavado del aceite tiene valor comercial para la fabricación de jabones industriales y de lavandería. El jabón obtenido a partir de la saponificación de los ácidos

grasos libres no contiene glicerina, que es la molécula que une los ácidos grasos para formar los triglicéridos, lo que hace que este jabón tenga una elevada calidad.

Araújo (2017), en su estudio *Producción de jabones: una prospectiva verde*, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa, en Portugal, reutiliza materiales de desecho como cáscaras de almendras, naranja, aceite de cocina, para fabricar jabón; afirma que el uso de cáscaras de almendras, además de fijar el olor al aceite, puede actuar como un agente exfoliante, por lo que pueden permanecer en el jabón. En lo que se refiere al aroma del jabón, un uso eficiente del aceite esencial de naranja requería la adición de un fijador, la adición de este último aumenta la aceptabilidad del jabón. Dicho estudio demuestra que, al utilizar residuos de aceites de cocina, como cáscaras de nueces los cuales son abundantes en Portugal y otras regiones mediterráneas, se puede producir un jabón barato y de buena calidad.

2.1.2. A nivel nacional

Ocampo et al. (2019) realizaron la tesis titulada “*Ecocleaner*” *Elaboración de jabones con aceite vegetal reciclado*, de la Universidad San Ignacio de Loyola, en Lima. Tuvo como finalidad proponer una empresa dedicada a la elaboración de jabones en base a aceite vegetal reciclado. El tipo de investigación fue bibliográfico, de análisis documental. Dentro de la estructura del proyecto, se desarrollaron los siguientes capítulos: Información general, análisis ambiental, diseño estratégico, plan de mercado y organizativo, estudio técnico, estudio económico y financiero anuales estimados.

Los resultados de este último capítulo demostraron que el VAN económico (VAN) y el VAN financiero son mayores que cero. Por otro lado, el valor de la TIRE es superior a lo recibido por el WACC, por otro lado, el porcentaje de la TIR es superior al propio COK, lo que ha demostrado que el proyecto es viable. Como estrategia de competencia de precios, se recomendó agregar atributos adicionales por los que el cliente pagaría más. Como ejemplo, están los "jabones antibacterianos". También se intentará ampliar la variedad de ofertas como jabones líquidos o bares para hoteles. Finalmente, se sugirió que se realicen acuerdos con proveedores para lograr menores costos.

De esta manera, el precio de venta unitario se mantendría dentro del margen proyectado.

Távvara (2018) desarrolló la investigación *Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante Salomé II del Centro Poblado Jibito, Sullana*, en Piura. El objetivo principal fue diseñar un sistema productivo artesanal de jabón en base al aceite de cocina usado del restaurante en mención. Para ello, eran necesarias las pruebas para tener en cuenta información importante a la hora de diseñar el producto. El tipo de investigación fue teórica y experimental. Como técnicas de análisis de recolección de datos, se emplearon el análisis de correlación, el análisis de regresión y la simulación de Montecarlo. También se hizo un estudio del microentorno y macroentorno, como también un diseño del producto y análisis económico financiero respectivo. Se ha determinado que hay un porcentaje mínimo de personas que consumen más de 20 litros de aceite de cocina al mes, por otro lado, más del 50% consumen entre 1 y 5 litros de aceite. Según los indicadores calculados por rentabilidad financiera, confirman que dicho proyecto es factible, pero la inversión para conseguir una plataforma donde se pueda elaborar el producto es elevada, esto influye de forma directa en los valores de VAN y TIR, que muestran valores relativamente bajos. De acuerdo a la experimentación, se ha encontrado que es bastante beneficioso utilizar TONSIL 169 que es una arcilla activada para quitar la coloración y suprimir malos olores del aceite.

Chalco y Serrano (2017) desarrollaron la 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*, de la Universidad Andina del Cusco, en Cusco. Tuvo como objetivo determinar la viabilidad técnica y económica para la producción de jabón industrial en base al aceite vegetal usado de restaurantes de la ciudad del Cusco en 2016. El tipo de investigación fue descriptivo, de diseño no experimental. La muestra estuvo constituida por 380 personas. Los métodos empleados para la obtención de datos fueron la revisión bibliográfica y la encuesta. Los programas de procesamiento de información fueron el MS Excel (tablas y figuras, VAN y TIR), MS Word y el IBM SPSS Statistics 22. Dentro de los resultados del análisis económico

financiero, se evidenció un VANE=63890,16 y VANF=91931,59, los cuales son superiores a cero, el proyecto se aceptó. La TIR E=20.61 % y la TIR F=27.35 %, estuvieron por encima del costo de capital que fue de 10.83 %, por lo que el proyecto se aceptó. Finalmente, debido a la viabilidad técnica y rentabilidad económica, se recomendó implementar la plana de producción de jabón industrial a partir de aceite vegetal usado (AVU), ya que el producto tiene un valor agregado ecológico a través del reciclaje de una sustancia altamente contaminante.

2.1.3. A nivel local

Mamani (2017) realizó la tesis titulada *Obtención y caracterización de biodiesel a partir de desechos de aceite de la cocina del comedor universitario de la UNJBG, mediante transesterificación alcalina*, en Tacna. Tuvo como objetivo caracterizar los parámetros básicos del aceite usado en el comedor universitario y extraer biodiesel mediante el proceso de transesterificación alcalina. Todo ello, con la perspectiva de reducir el consumo de combustible diésel en los coches del campus universitario y así reducir el impacto económico y ecológico generados de los vehículos universitarios.

Según la caracterización del aceite comestible usado, se reportó una densidad de 0,935 g/ml; viscosidad de 57 cP a temperaturas de 20 y 24 °C. El rendimiento de producción de biodiesel fue de 77 %; luego de la caracterización del biodiesel, se obtienen valores de densidad de 0,899 g/ml a 20 °C, una viscosidad dinámica de 9,5 cp a 24 °C, una viscosidad dinámica de 6,04 mm²/s a 40 °C y un índice de refracción de 1,459 a 23,5 °C. De acuerdo a los resultados conseguidos, se procede a una segunda fase con un diseño de reactor a escala pequeña para la fabricación de biodiesel. Por otro lado, se recomienda que se realicen análisis cuantitativos y cualitativos que detecten la cantidad de triglicéridos que efectivamente se han convertido en esteres monoalquilados. Por razones económicas, dichas pruebas no fueron el tema del presente estudio.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Aceite de oliva lampante

Según la Norma Técnica Peruana 209.013 2008 (revisada el 2018) *ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de oliva. Definiciones, requisitos y rotulado*, al aceite de oliva virgen lampante es aquel aceite de Oliva virgen cuya acidez libre sea superior a 3,3 g por 100 g y/o cuyas características quedan establecidas para esta categoría. Su uso es destinado a las industrias de refinación o aplicaciones técnicas (INACAL, 2018).

2.2.1.1. Descripción

El aceite de oliva lampante es el zumo obtenido de aceitunas de mala calidad, por lo general de las últimas aceitunas de campaña, recolectadas del suelo o ya en proceso de fermentación, dando como resultado un aceite con una acidez mayor al 2 % y varios defectos, que lo hacen inadecuado para el consumo humano. Este tipo de aceite se lleva de las almazaras a las refinadoras para producir otro tipo de aceites y subproductos (Directo del Olivar, 2020).

En el caso del aceite lampante, sus atributos desagradables se deben a que ha sido obtenido a partir de procesos de extracción defectuosos o a partir de materia prima de poca calidad por estar enferma, proceder del suelo o estar atrojada; esto es, estar mucho tiempo almacenada antes de procesarla. La aceituna, en estas condiciones, fermenta aumentando la acidez del aceite y ocasionando los demás atributos organolépticos desagradables. El aceite lampante proviene directamente de la almazara, del repaso de los orujos y los alpeorujos para aprovecharlos al máximo y de líneas de procesado específicas para materia prima de mala calidad; su procesado en la refinería se realiza directamente (Ojeda, 2013).

2.2.1.2. Tipos de aceite de oliva

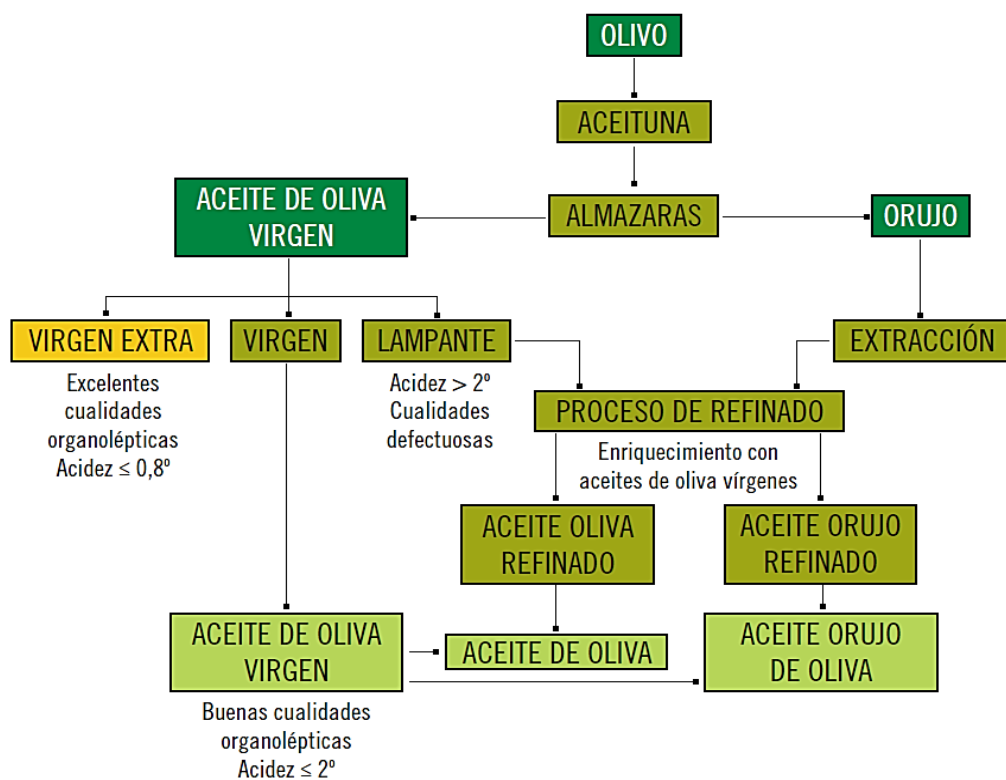
Para la tipificación de aceites de oliva, se mencionan nueve tipos de aceites que se diferencian según el grado de acidez libre y la calidad que presentan. De acuerdo a la Comisión de las Comunidades Europeas (2015), están los siguientes:

- **Aceite de oliva virgen:** Son aceites que se obtienen mediante procesos físicos y, en condiciones de temperatura, que no suponen un cambio en el aceite. Este producto natural mantiene el sabor, el aroma y las vitaminas de la misma aceituna. Tiene la personalidad de la región de procedencia. Pueden clasificarse como:
 - Aceite de oliva virgen extra, con sabor y un aroma excepcional, su acidez que no es mayor a los 0,8 grados.
 - Aceite de oliva lampante es el peor de los aceites de oliva vírgenes, con una acidez de más de 2 grados. Este aceite no puede ser consumido directamente y necesariamente debe someterse a un proceso de refinado.
- **Aceite de oliva refinado:** Los aceites de oliva lampante de elevada acidez con propiedades olor, sabor, etc. modificadas que de acuerdo a la calidad del fruto o a la extracción utilizada, no son usados para consumo, sino que requieren someterse a un proceso de refinado. Este proceso se basa esencialmente en los procesos de neutralización, decoloración, desgomado y desodorización. Su acidez debe ser inferior a 0,3 grados.
- **Aceite de oliva:** O aceite de oliva, elaborado íntegramente a partir de aceites de oliva refinados y aceites de oliva vírgenes distintos de los lampantes. De esta forma, se recupera alguno de los valores nutricionales, el sabor, el color y el aroma de los aceites autóctonos. Debe presentar una acidez inferior a 1 grado.

- **Aceite de orujo de oliva crudo:** Es aquel aceite que se extrae químicamente del orujo de oliva, subproducto de la aceituna, utilizando disolventes orgánicos. Las excepciones son los aceites que se han obtenido mediante procesos transesterificación, así como cualquier combinación de aceites de otro tipo.
- **Aceite de orujo de oliva refinado:** Proviene del aceite de orujo de oliva crudo que se somete a un refinado químico. Su acidez no debe superar los 0,3 grados, es usado para freír industrialmente.
- **Aceite de orujo de oliva:** Mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y de aceite de oliva virgen distinto del lampante, el grado de acidez no debe ser mayor a 1 grado. (Comisión de las Comunidades Europeas, 2015).

Figura 1

Clasificación de los distintos tipos de aceites de oliva



Nota: Molina (2013)

La Norma Técnica Peruana N.T.P. 209.013 *ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de oliva. Definiciones, requisitos y rotulado*, elaborado por el INACAL (2018), establece la clasificación de aceite de oliva en función de su pureza. Dicha clasificación está establecida en la siguiente tabla. Entre ellas, se encuentra el aceite de oliva lampante y sus características particulares:

Tabla 1

Requisitos de pureza del aceite de oliva según clasificación

1. Cantidad de ácidos grasos trans (porcentaje ácidos grasos trans)		
	C18:1T %	C18:2T+C18:3T
Aceites de oliva virgen extra	≤ 0,05	≤0,05
Aceites de oliva virgen	≤0,05	≤0,05
Aceites de oliva corriente	≤0,05	≤0,05
Aceites de oliva lampante	≤0,10	≤0,10
Aceites de oliva refinado	≤0,20	≤0,30
2. Contenido en esteroides totales (mg/kg)		
Aceites de oliva virgen extra	≥ 1 000	
Aceites de oliva virgen	≥ 1 000	
Aceites de oliva corriente	≥ 1 000	
Aceites de oliva lampante	≥ 1 000	
Aceites de oliva refinado	≥ 1 000	
3. Contenido en eritrodol y uvaol (% de los esteroides totales)		
Aceites de oliva virgen extra	≤ 4,50	
Aceites de oliva virgen	≤ 4,50	
Aceites de oliva corriente	≤ 4,50	
Aceites de oliva lampante	≤ 4,50	
Aceites de oliva refinado	≤ 4,50	
4. Contenido en ceras C40 + C42 + C44 + C46 (mg/kg)		
Aceites de oliva virgen extra	≤ 250	
Aceites de oliva virgen	≤ 250	
Aceites de oliva corriente	≤ 250	
Aceites de oliva lampante	≤ 300	

Aceites de oliva refinado	≤ 350
5. Diferencia entre el contenido real y el contenido teórico en triglicéridos con ECN42	
Aceites de oliva virgen extra	0,50
Aceites de oliva virgen	0,50
Aceites de oliva corriente	0,50
Aceites de oliva lampante	0,30
Aceites de oliva refinado	0,30
6. Contenido en ácidos grasos saturados en posición 2 en los triglicéridos	
Aceites de oliva virgen extra	≤ 1,50
Aceite de oliva virgen	≤ 1,50
Aceite de oliva corriente	≤ 1,50
Aceite de oliva lampante	≤ 1,50
Aceite de oliva refinado	≤ 1,80
7. Materia Insaponificable (g/kg)	
Aceite de oliva	≤ 15
Aceites de orujo de oliva	≤ 30

Nota. INACAL (2018)

2.2.1.3. Usos y aplicaciones

Según Cincolivas (2018), el aceite lampante no se vende en supermercados, ya que no es apto para el consumo humano según la normativa europea. Tienen mucha acidez lo que hace que tanto su olor como su sabor sea un poco desagradables. Por tanto, no cumple con los requisitos obligatorios para ser considerado un buen aceite de oliva. Solo podrán comercializarse aceite de oliva virgen extra, el aceite de oliva virgen, el aceite de orujo de oliva y el compuesto de aceite refinado.

- **Uso en el proceso de refinado**

Se lleva a las instalaciones de refinación para eliminar todo el olor, color o sabor. Así como estos se eliminan, se agregan unas sustancias para neutralizarlos. Así es como se obtiene el famoso aceite refinado tras este proceso. Un nombre que dice que ya no tiene

la acidez y el toque desagradable que contaba el primer aceite. Aunque ya tiene distintas propiedades, hay que volver a tratarlo para que sea saludable (Cincolivas, 2018).

En el proceso de refinado del aceite de oliva lampante, no solo mejora el sabor y el color del aceite, sino que además elimina las sustancias que son nocivas para el cuerpo humano. Es gracias a los aceites refinados que todos pueden gozar de la oliva en su hogar, la capacidad de aprovechar todos los recursos sin generar desperdicio es la mejor impronta de toda industria.

- **Uso en farmacología, cosmética y manualidades**

Con fragancias menos acentuadas, el aceite lampante tiene un uso en cosmética, elaboración de medicamentos y realización de manualidades. Es frecuente, en uso cotidiano, utilizar estos aceites extraídos de forma natural para la realización de jabones, velas y parafina; además de cremas de aplicación corporal. Para la utilización y uso, en este tipo de actividades, existen diferentes procesos de cómo tratar el aceite.

2.2.1.4. Otros tipos de aceites de oliva lampante

Entre los usos del aceite de oliva lampante, se destaca el aceite de oliva lampante refinado, un aceite mucho más estéril, que a través de cocción y otros procesos, es despojado de su acidez, suavizando color y sabor. Solo el aceite lampante refinado, en este caso de la oliva, es posible de utilizar para consumo humano. En el caso de los aceites lampantes de origen, el uso de los mismos abarca otras utilidades y son tratados con variados procesos para su implementación (CBH AGRO INNOVA, 2020).

El aceite de orujo de oliva crudo es también un aceite lampante, pero que aún mantiene restos de los frutos del olivo. Su extracción terminará de definir un aceite lampante más refinado, pero aún no apto para el consumo. Es frecuente hallar comercializado un producto llamado aceite de orujo de oliva especialmente para la elaboración de artesanías y manualidades que requieran aceite. El aceite de orujo de oliva

para jabones o para velas no es apto para consumo, pero muchos de ellos sí son aptos para la utilización sobre la piel y en contacto con el cuerpo (CBH AGRO INNOVA, 2020).

2.2.1.5. Parámetros de calidad del aceite de oliva

Los parámetros de calidad del aceite de oliva están compuestos por las características físicas y químicas que deben presentar, según su tipología anteriormente descrita. De acuerdo a los autores Barranco, Fernández y Rallo (2008), estos parámetros están clasificados de la siguiente forma:

a) Índice de saponificación

Es la medida de la masa molar o valor medio de las cadenas de ácidos grasos de un aceite o una grasa. Se calcula como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) que se necesitan para saponificar un gramo de sustancia grasa. Las grasas compuestas por ácidos grasos de cadena larga tienen valores de índice de saponificación bajos, porque tienen una cantidad menor de grupos funcionales carboxilo por masa de grasa, dado que la masa molar es elevada.

A nivel industrial, es importante conocer la cantidad de ácido graso libre que está presente, ya que esto establece en gran medida las pérdidas que pueden producirse durante el refinado. Estos se estiman determinando la cantidad de base que debe añadirse a la grasa para hacerla neutral.

Un método estándar para establecer el índice de saponificación se basa en la hidrólisis básica de los triglicéridos presentados en el aceite de oliva.

- Hidrólisis alcalina: En esta reacción, las grasas, que son insolubles en agua, reaccionan con una base como el hidróxido de sodio y se hidrolizan para formar sales de sodio de los ácidos grasos (solubles); en otras palabras, esta reacción (llamada saponificación) es la hidrólisis de un éster con NaOH o KOH que da lugar a un alcohol (glicerol) y a las correspondientes sales de sodio o de potasio del ácido (jabones),

como se ha mencionado anteriormente. El término se originó a partir de la hidrólisis alcalina de los aceites grasos que dio lugar a la formación de jabones.

- Hidrólisis enzimática: Se entiende por hidrólisis enzimática la producida por un conjunto de enzimas denominadas hidrolasas. Estas enzimas tienen una acción de hidrólisis catalítica, es decir, producen la ruptura de los enlaces de agua (Hernández M. d., 2017).

b) Índice de acidez

Se expresa en gramos de ácido oleico por 100 gramos de aceite y mide el contenido de ácidos grasos libres presentes en el aceite, es un indicador de la calidad del aceite de oliva. El método de cálculo parte de la Norma UNE-EN 660:2010.

En definitiva, es un índice asociado al cambio que sufre el fruto y la hidrólisis de glicéridos durante el proceso de fabricación y conservación. Este parámetro advierte de cambios hidrolíticos en los aceites, una de las causas es la actividad microbiológica, algunas variantes como retrasos en la cosecha de la aceituna, el aprovisionamiento sin cuidado del fruto antes de la molienda, etc.

c) Contenido en ácidos grasos

Las composiciones de ácidos grasos de los aceites de oliva vírgenes tienen participación importante en la salud del cuerpo, combate la enfermedad de las arterias coronarias y, conjuntamente con los polifenólicos, son causantes de la rapidez de oxidación de los aceites. Se cuantifican mediante cromatografía de gases, lo que requiere su previa conversión a ésteres metílicos. Es importante que exista una alta proporción de oleico/linoleico y que el contenido de ácido palmítico sea mínimo.

d) Índice de peróxidos (IP)

El índice de peróxido es un parámetro básico utilizado para la caracterización de la calidad del aceite de oliva (Cayuela, 2017).

Permite establecer el número de hidroperóxidos en el aceite, los cuales se forman en su conservación o exposición. El IP estima el grado de oxidación con el cual se parte. El hecho está en que puede detectar la oxidación anterior a la percepción organoléptica como el olor, o sabor, es importante como un indicador de calidad.

En el aceite, los hidroperóxidos se transforman rápidamente en compuestos carboxílicos (aldehídos, cetonas, etc.), que son causantes de la degradación, según diferentes condiciones de mantenimiento de los aceites, en lo que respecta a la luz, el calor, la relación superficie/volumen de los recipientes, etc. (Barranco, Fernández y Rallo, 2008).

e) **Acidez libre**

Es una de las propiedades químicas que definen mejor la calidad de un aceite, ya que presenta la degradación hidrolítica a la cual ha estado expuesto. Esta característica da idea de la forma en que se cultivó, recogió, almacenó, transportó la materia prima y cómo se fabricó el aceite (Viñas Ospino, 2020).

La acidez se puede verificar según dos maneras:

- Grado de acidez: Representa el porcentaje de los ácidos libres contenidos en el aceite. Generalmente, en los aceites vegetales, se puede considerar en gran medida que los ácidos libres fuesen ácido oleico ($C_{18}H_{34}O_2$), que es mayoritario por su composición.
- Índice de acidez: Este índice indica cuantos miligramos de hidróxido de potasio se requieren para neutralizar los ácidos libres contenidos en un g de materia grasa.

Tabla 2*Características de calidad de los aceites de oliva*

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva	Aceite de orujo de oliva
Acidez (% A. Oleico)	máx. 0,8	máx. 2,0	máx. 1,0	máx. 1,0
Índice de Peróxido (meq O ₂ /kg)	máx. 20	máx. 20	máx. 15	máx. 15
K ₂₃₂ (Coef. Extinción)	máx. 2,5	máx. 2,6
K ₂₇₀ (Coef. Extinción)	máx. 0,22	máx. 0,25	máx. 1,15	máx. 1,70
Delta K (Coef. Extinción)	máx. 0,01	máx. 0,01	máx. 0,15	máx. 0,18
Mediana del defecto (panel de cata)	Md=0	máx. 3,5
Mediana del frutado (panel de cata)	Mf > 0	Mf > 0
Ésteres etílicos (mg/kg)	máx. 35

Nota: Comisión de las Comunidades Europeas (2015)

2.2.2. El jabón

El jabón es un término común para una serie de compuestos relacionados que se utilizan para lavar la ropa o bañarse. Los jabones son sales de sodio o potasio de ácidos grasos superiores, como el ácido esteárico (C₁₇H₃₅COOH), y el ácido oleico (C₁₇H₃₅COOH) tiene la fórmula general R-COONa y R-COONa. El jabón se produce por saponificación o reacción de hidrólisis básica de una grasa o aceite. Actualmente, se usa carbonato de sodio o hidróxido de sodio para neutralizar el ácido graso y convertirlo en sal (Bhatane y Harangule, 2020).

Por otro lado, Serrano (2018) indica que el jabón es un agente limpiador elaborado a partir de grasas y/o aceites. Desde el punto de vista químico, es una sal de sodio o de potasio de un ácido graso que se produce por hidrólisis básica de los ésteres presentes en materias grasas. El jabón es soluble en agua y, debido a sus propiedades limpiadoras, se usa a menudo para productos de cuidado personal y para lavar ciertos artículos o telas.

Bembibre (2000), citado por Quillahuamán, Soncco y Vigil (2018), menciona que el jabón es un producto que se obtiene de las reacciones de sales alcalinas como la sosa, la potasa y los ácidos grasos que pueden ser palmíticos, esteáricos y oleicos.

Según Yurkanis (2008), los jabones son sales de sodio o potasio de ácidos grasos, se obtienen cuando se hidrolizan grasas o aceites en condiciones básicas. La hidrólisis de un éster en una solución básica se llama saponificación, de sapo, “jabón” en latín.

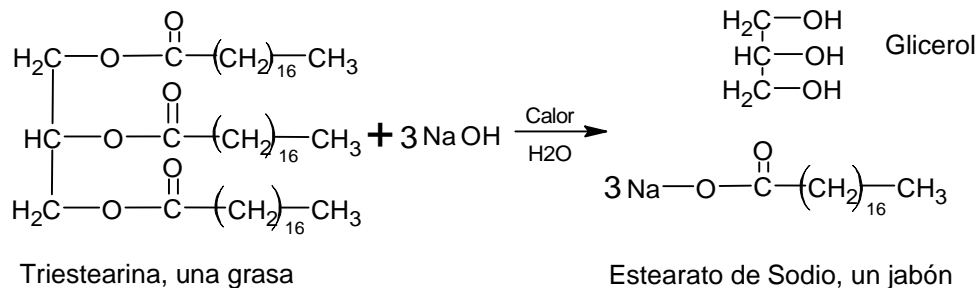
Algunos jabones más corrientes son:

- Estearato de sodio $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$
- Oleato de sodio $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$
- Linoleato de sodio $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$

De acuerdo a Wade (2016), actualmente, el jabón se elabora calentando grasa animal o aceite vegetal con solución de hidróxido sódico. La siguiente reacción muestra la síntesis de jabón en base a la triestearina un componente de la grasa de res.

Figura 2

Reacción de síntesis del jabón a partir de grasa animal



Nota: Wade (2016)

2.2.2.1. Tipos de jabón

En líneas generales, hay dos tipos de jabones que hoy en día se comercializan. Se encuentran los jabones industriales y los jabones artesanales, los cuales gozan de diversas propiedades cada uno. La diferencia entre cada tipo reside en su proceso de elaboración y en los insumos utilizados.

Caisaguano (2010) los describe de la siguiente manera:

- a) **Jabones industriales:** Generalmente, se trata de jabones que se fabrican a gran escala utilizando máquinas automatizadas y semiautomatizadas que trabajan principalmente con insumos químicos y muy poca materia prima natural. Estos poseen baja espuma, por ello requieren adición de otros productos para mejorar su calidad, muchos de los cuales son sintéticos y algunos como la glicerina, aceite de coco, etc. Los últimos mencionados cumplen el propósito de dar protección a la piel y reducir la cantidad de jabón por contacto con la piel, algunas características que vale la pena mencionar son los valores altos de pH.

Dentro de este tipo de jabones, de acuerdo a lo citado por Leyva y Torres (2016), se puede señalar una subclasificación, según se detalla a continuación:

- Jabón común: Generalmente, hecho con grasa animal y sodio o potasio. Está indicado para varios tipos de pieles y, en algunos casos, se puede usar para el lavado del pelo.
- Jabón suave: Contiene agua termal en su composición y están recomendadas para pieles sensibles.
- Jabón líquido: Se presenta como loción limpiadora. El poder efectivo varía, ya que no todos presentan igual efectividad y rendimiento.
- Jabón dermatológico: Tiene detergentes sintéticos muy blandos con vegetales añadidos para cerrar los poros, calmar la irritación y retrasan el brote del acné o de puntos oscuros.
- Jabón de glicerina: Es neutral, no suele hidratar la piel; al contrario, tiende a resecarla y se recomienda para pieles grasas. La glicerina tiene un efecto más duradero que los jabones convencionales.

Figura 3

Jabones industriales



Nota: (Guardian, 2020)

b) Jabones Artesanales: Son los elaborados artesanalmente, con materia prima natural, exento de colorante y químicos que causan irritación a la piel. El jabón se puede considerar natural cuando el 80 % de su composición no contiene sustancias tóxicas que sean perjudiciales para el consumidor. El jabón natural lo convierte en un producto que se puede utilizar en todo tipo de pieles y también está recomendado a usuarios que tienen piel propensa a dermatitis, alergias, que no toleran en medida los jabones de uso convencional.

Asimismo, de acuerdo a Lara (2007) las características presentes en este tipo de jabones son:

- Los jabones hechos a mano son de elevada calidad y amigables con la piel que los jabones convencionales, porque, a diferencia de los jabones industriales, contienen naturalmente glicerina que aporta hidratación.
- La forma tradicional de su fabricación incrementa la adición de sustancias suavizantes, hidratantes.
- Se trata de productos naturales que, correctamente seleccionados y dosificados, mejoran las propiedades del jabón.
- Son más suaves, no contienen productos químicos adicionales y no causan irritación u otros problemas cutáneos.
- El agregado insumos naturales confiere a cada jabón de manos características específicas para el cuidado e higiene de pieles y reduce el uso extra de productos cosméticos.
- Ideales para pieles con problemas como dermatitis atópica, psoriasis, alergias, etc. y para una completa hidratación y nutrición de las pieles normales, secas o grasas.
- No provocan reacciones alérgicas.
- El uso ayuda a mejorar algunos problemas de la piel.

A continuación, se muestra un cuadro de diferencias entre el jabón industrial y el jabón artesanal:

Tabla 3

Diferencias entre jabón industrial y jabón artesanal

Jabón Industrial	Jabón artesanal
Jabones económicos por sus técnicas de producción industrial.	Precios más altos porque están hechos a mano y en su mayor parte con productos orgánicos.
El proceso de producción toma 72 horas, le dan un aspecto atractivo para que llame la atención	Se necesitan al menos 4 semanas para que se efectúe el proceso de curado y sea apto para el uso en la piel.
Entre sus ingredientes, se pueden encontrar algunos como parabenos, SLS, propilenglicol, petroquímicos, humectantes sintéticos, todos ellos nocivos para la salud y grandes desencadenantes de las alergias.	Entre sus ingredientes se pueden encontrar aceites naturales, hierbas medicinales, aromáticas y aceites esenciales.
El propósito de las marcas industriales que extraen glicerina, tan beneficiosa para la piel, no es más que venderla por separado. Para compensar esta pérdida, se utilizan otros agentes externos que pueden afectar de manera negativa a la salud de la piel.	Los jabones naturales están hechos para retener toda la glicerina, lo cual es muy beneficioso para pieles sensibles y secas. Se utiliza en tratamientos contra el eczema porque reduce el picor en la piel, entre otras cosas, ayuda en el tratamiento de enfermedades de la piel.

Nota: www.lasentipensante.com (2019)

Félix, Araújo, Pires y Sousa (2017), en su estudio “*Soap production: A green prospective*”, mencionan los ingredientes y formulaciones para la producción de jabones en función de aceite de cocina, aceite de oliva, aceite de palma, aceite de coco, cremas frescas, cera de abejas, soja lecitina, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4*Ingredientes y cantidades utilizadas en las diferentes formulaciones*

Formula ción	Aceite de cocina, g	Aceite de oliva, g	Aceite de Palma, g	Aceite de Coco, g	Crema Fresca, g	Cera de abejas, g	Agua dest., g	NaOH ,g
1	30	-	-	-	-	-	11,4	4,05
2	15	15	-	-	-	-	11,4	4,06
3	18	7,5	4,5	-	-	-	11,4	4,08
4	18	7,5	-	4,5	-	-	11,4	4,27
5	15	7,5	-	7,5	-	-	11,4	4,41
6	18	7,5	-	-	-	4,5	11,4	3,56
7	15	7,5	4,5	-	-	3,0	11,4	3,69
8	18	7,5	-	-	4,5	-	11,4	3,56
9	15	7,5	4,5	-	3	-	11,4	3,96
10	15	6	4,5	4,5	-	-	11,4	4,30
11	15	7,5	-	6,0	-	1,5	11,4	4,24
12	15	-	7,5	7,5	-	0,9	11,4	4,26
10.1	15	6,0	4,5	4,5	-	1,8	11,4	4,30
10.2	15	6,0	4,5	4,5	-	-	11,4	4,30
10.3	15	6,0	4,5	4,5	-	-	11,4	4,30
10.4	15	6,0	4,5	4,5	-	0,9	11,4	4,30

Nota. Félix, Araújo, Pires y Sousa (2017)

Figura 4

Jabones artesanales



Nota: Vargas (2020)

2.2.2.2. Métodos de obtención del Jabón Artesanal

Según Aula Natural (2016), existen 02 procesos básicamente para fabricar jabones naturales artesanales: proceso en frío y proceso en caliente. Se describen cada uno de ellos a continuación:

- a) **Proceso en frío:** Se trata de una técnica de fabricación de jabón, se basa casi exclusivamente en el calor que se genera durante la reacción de los ácidos grasos y los álcalis para sintetizar el jabón. No se proporciona calor después de mezclar los ingredientes. Entre sus ventajas, se mencionan:
 - Se efectúa sin aprovisionamiento de calor externo, no hay desnaturalización del aceite y conserva las propiedades en cierta proporción.

- Las sustancias no se evaporan y se produce glicerina, uno de los buenos agentes humectantes para la piel. Este procedimiento presenta algunas desventajas, que a continuación se menciona.
 - Después de hacer el jabón, se debe esperar cuatro semanas para que se complete el proceso de saponificación y para que baje el pH.
 - Los aditivos (aceites esenciales, hierbas, colorantes, aromas, etc.) pierden parcialmente sus características en consecuencia al elevado valor de pH que tiene el jabón.
- b) **Proceso en caliente:** Es otro proceso de elaboración de jabón, en la cual las grasas, los aceites y una solución sódica se mezclan entre 50 °C a 80 °C durante varias horas. El jabón se mantiene de forma fluida y es altamente viscoso (gelificante). El jabón no requiere un tiempo para el curado, ya que debido a las condiciones de temperatura se puede completar la saponificación. Este proceso se utiliza principalmente para la producción de jabones líquidos y de jabón de glicerina. Las bondades de este procedimiento son: el jabón puede usarse en frío. No es necesario esperar 4 semanas. Por otro lado, los aditivos no pierden sus características, la desventaja es que el proceso es de velocidad lenta y tedioso.

2.2.2.3. Acción limpiadora del jabón

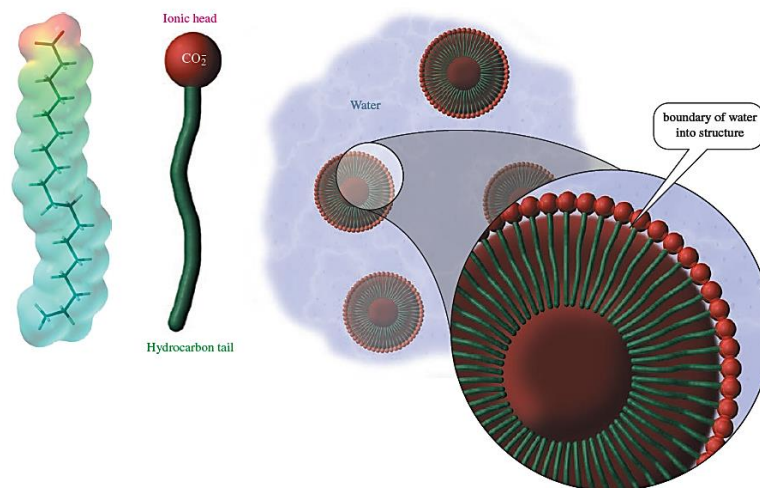
La combinación de agua y jabón produce una solución turbia de micelas que son un conjunto de aproximadamente 100 a 200 moléculas de jabón. Su actividad se explica por las “cabezas” polares que tienen iones carboxilato en la superficie del aglomerado conjuntamente con las “colas” hidrófobas que son las cadenas de hidrocarburos que están reunidas dentro. Los grupos hidrófobos dentro de la micela están protegidos e interactúan con otros grupos hidrofóbicos.

Los jabones son agentes de limpieza útiles en razón de las diferentes afinidades entre los extremos de una molécula de jabón. La suciedad grasosa no se elimina con facilidad en agua limpia por que la grasa es hidrófoba y no es soluble en agua. La cadena

larga de una molécula de jabón se disuelve en la grasa, con la cabeza hidrófila en el área de la gota de grasa (Wade, 2016).

Figura 5

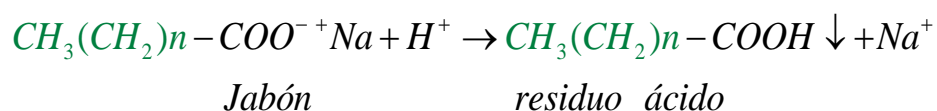
Micela formada en la molécula del jabón



Nota: Wade (2016).

De acuerdo a Wade (2016), cuando el área de la gota de grasa está cubierta por muchas moléculas de jabón, se forma una micela a su alrededor, con una pequeña gota de grasa en su centro. Esta es fácil de suspender en agua porque está cubierta por grupos carboxilato hidrófilos del jabón, la mezcla obtenida tiene dos fases insolubles, con una fase dispersa por la otra en pequeñas gotas, la cual se denomina **emulsión**.

El **agua dura** es aquella que tiene iones de calcio, magnesio o hierro. En agua ácida, las moléculas de jabón se protonan a los ácidos grasos libres. Sin el grupo carboxilato ionizado, el ácido graso flota hacia la parte superior como un precipitado graso conocido como “residuo ácido de jabón”.



ocurre cuando un ácido se mezcla con una lejía. Cualquier aceite elegido para hacer jabón hecho a mano necesita de una cierta cantidad de soda o NaOH para desencadenar la reacción de saponificación y convertir las grasas en jabón. Este es un paso bastante importante, ya que el excedente de soda en el jabón puede irritar la piel y un defecto puede hacer que el jabón sea demasiado suave y pastoso. Es común mezclar el 60 % para aceites o grasas blandos con el 40 % de los aceites, mantequilla o grasas duras. En el caso del aceite de oliva, se recomienda un índice de saponificación de 0,134.

Por ejemplo, para saponificar 100 g de aceite de oliva, la fórmula sería la siguiente:

$$\text{Masa total de NaOH} = 100 \text{ g} \times 0,134 = 13,4 \text{ g de NaOH}$$

Para el caso de fabricar un jabón con grasas y aceites distintos, se realiza el cálculo de manera independiente con el índice de saponificación del tipo de aceite o grasa, obtenido los valores se deben sumar, por ejemplo si se requiere saponificar 100 g de aceite de oliva con 300 g de aceite de coco, se deben multiplicar de forma correspondiente a su índice de saponificación.

$$100 \times 0,134 = 13,4 \text{ g de NaOH}$$

$$300 \times 0,178 = 53,4 \text{ g de NaOH}$$

Se suman las cantidades de soda o NaOH de ambos aceites y el total requerido sería de 66,8 g. Se debe realizar los cálculos con precisión y utilizar adecuadamente las unidades de masa en gramos y no en volumen, ya que no son lo mismo.

b) Hidróxido de Sodio (NaOH)

También llamado soda o hidróxido de sodio debido a su fórmula, es uno de los tipos de álcalis más utilizados para la fabricación de jabones. Según Hernández (2002), este componente puede producir jabones tanto duros como blandos, que pueden ser usados a un máximo de 60 % de agua sin perder fuerza, y no hay alteración al contacto

con el aire. En la reacción para la elaboración de jabones, se consume un promedio del 20 % de soda añadido. Por otra parte, existe un mínimo porcentaje (0,02-0,1 %) que permanece y la otra se va durante el proceso de enjuague.

Este álcali es esencial para que se efectuó la saponificación, se debe tener en cuenta que este material es bastante caustico y peligroso, para su manipulación se consideran algunas medidas de seguridad, como el uso de guantes, áreas ventiladas y ambiente para el uso adecuado del insumo.

c) Temperatura de reacción

De acuerdo a Hendrickson (1970), mantener una temperatura constante durante la fabricación del jabón es importante, porque si se excede el punto en que se descompone el ácido graso, la reacción puede ser irreversible y el producto final es afectado. Por otro lado, en caso de mezcla con agua-etanol, este podría evaporarse de tal manera que la reacción no se efectuaría para aclarar la apariencia del jabón sintetizado.

d) Alcalinidad de jabones

La sal de jabón se forma mediante la reacción de saponificación entre ácidos y base NaOH, en ocasiones, las proporciones de ácidos o bases no pueden conservarse iguales. Por tanto, el reactivo que está presente en una cantidad en exceso pasa al producto como una cantidad sin reaccionar que permanece después de terminar como reactivo limitante. En algunos productos, el NaOH se presenta sin reaccionar debido a la proporción desigual de ácido y base. La alcalinidad libre en el jabón está presente en forma de Na_2O y NaOH

Efecto de la alcalinidad libre en el jabón:

- Estas bases tienen un sabor amargo y una sensación de jabón.
- Estas bases libres causan irritación en el cuerpo humano.
- Estas bases libres hacen que disminuya la comercialización del jabón.

Según Bureau de los estándares indios (BIS), los jabones de buena calidad deben tener menos del 5% de contenido de álcali; mientras que, según ISO 685: 1975. especificación, los jabones deben tener solo menos del 2 % de álcali contenido (K. J. Betsy, Reshma y Jaya, 2013).

e) pH de jabones

Para el jabón hecho a mano (artesanal), el pH siempre es alcalino, con un rango de pH seguro entre 10 y 8 para usar en la piel, los valores que superen el pH de 11 es demasiado duro para la piel y provocara irritaciones, valores por debajo de pH 8 no tiene mucho poder de limpieza (Academia de Investigación y desarrollo de Fabricación de jabón, 2018).

A continuación, se muestra una tabla de valores de pH y su efectividad:

Tabla 5

Efectividad del pH en jabones

Valor de pH	Efectividad
pH 12	No se recomienda su uso en la piel, puede provocar descamación de la piel.
pH 11	No es recomendable para uso en piel, elevado poder limpiador y bastante jabonoso.
pH 10	Seguro de usar en la piel, alto poder limpiador y jabonoso, pero ligeramente fuerte para la piel seca.
pH 9	Seguro de usar en la piel, poder limpiador menor ligeramente que pH 10, efecto hidratante para la piel.
pH 8	Seguro de usar en la piel, poder limpiador mucho menor que pH 10.
pH 7	Sin poder limpiador, sin espumas ni burbujas, no es recomendable como jabón.

Nota: www.artizsoap.com/soap-ph-indications (2018)

El jabón artesanal es bueno para la limpieza, indicado para el lavado facial, corporal y capilar, cuando el poder limpiador es alto, el efecto hidratante será bajo y viceversa. Por lo general, se sugiere optar un jabón artesanal a pH 9 y usar una crema hidratante después de la limpieza (Academia de Investigación y Desarrollo de Fabricación de jabón, 2018).

f) Porcentaje de humedad y componentes volátiles de los jabones

Según Ahmed et al. (2019), el contenido de humedad es un parámetro utilizado en evaluar la vida útil de un producto. Una alta humedad en el contenido del jabón conduciría a la reacción del exceso de agua con la grasa no saponificada para dar ácidos grasos libres y glicerol en un proceso llamado hidrólisis de jabón en almacenamiento. La existencia de líquido, especialmente agua, atribuye la humedad generalmente en trazas.

Por otro lado, según Samuelsson et al. (2006), el alto contenido de humedad en el jabón provocaría la reacción del exceso de agua con la grasa no saponificada para dar ácidos grasos libres y glicerol en un proceso llamado hidrólisis del jabón en almacenamiento.

g) Contenido de materia grasa total

Según Betsy et al. (2013), la materia grasa total se define como la cantidad total de materia grasa, principalmente ácidos grasos, que se pueden separar de una muestra después dividiendo con ácido mineral, generalmente fue una de las características cruciales que describen la calidad y naturaleza de jabón. Esta es la razón por la que siempre se especifica en los jabones comerciales.

Por otro lado, Popescu et al. (2011) indica que la materia grasa total traducida del inglés Total Fatty Matter (TFM) mide la cantidad de materia grasa que contienen los jabones de diferentes marcas. Se ha comprobado que el jabón que tiene altos valores de TFM determina la calidad de los jabones y da más letra, tiene una mayor duración y una acción de limpieza más eficiente, además la organización estándar internacional ISO estableció los criterios que la buena calidad de los jabones debe tener TFM, por encima

del 76%. Como tales jabones de baño se clasifican en tres grados, según Arasaretnam y Venujah (2019), los jabones de grado 1 deben tener un mínimo de 76% TFM, los jabones de grado 2 deben tener un mínimo de 70% de TFM y los jabones de grado 3 deben tener un mínimo de 60% de TFM.

Tabla 6

Contenido de materia grasa total TFM en marcas de jabones

Código	Marca de jabón	% Total de Materia Grasa TFM
S1	Dettol	76,92
S2	Ashmi Chiure neem ayurveda	60,43
S3	Dove	91,40
S4	Lux Belleza	76,08
S5	Lifebuoy nature	60,70
S6	Herbal Himalaya	96,60
S7	Godrej n°1	91,0
S8	Patanjali	70,30
S9	Liril Lime & tea tree	70,4
S10	Okhati	42,3

Nota: Sharma (2020)

h) Contenido de cloruro

El contenido de cloruro de los jabones comerciales es la cantidad de sodio cloruro o cloruro de potasio, expresado como porcentaje en masa. La determinación del porcentaje de cloruro en el jabón es un parámetro importante según Hautfenne (1982).

Esto se debe a que el exceso de cloruro hace que los jabones se agrieten. Una de las causas del alto contenido de cloruro en los jabones se podría utilizar agua clorada para disolver los gránulos de NaOH para la preparación de jabón (Taiwo et al., 2008).

i) Cualidades del jabón

Según The Centre for Affordable Water and Sanitation Technology de sus siglas CAWST, traducida al español El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (2014), se menciona siete cualidades, las cuales resultan por la síntesis de jabón según recetas, se pueden ajustar los ingredientes para controlar las cualidades finales del jabón.

- **Dureza:** Explica lo duro que es el jabón. Las diferentes grasas dan como resultado jabones con diferentes valores de dureza.
- **Limpieza:** Indica cómo el jabón se adhiere a las grasas y, por lo tanto, que tan efectivo es su poder limpiador. Por otro lado, un jabón con un valor de limpieza muy elevado puede retener tanto los aceites sucios superficiales como los aceites profundos que protegen la piel. Esto tiene un efecto de secado sobre la piel.
- **Condición:** Describe la sustancia suavizante del jabón. Para que la piel se perciba más flexible, son usados los emolientes o humectantes, que permiten mantener la humedad de la piel.
- **Burbujeante:** Explica la cantidad de espuma que crea la mezcla de agua y jabón, los valores elevados producen espumas suaves y espumosas, en contraste con valores inferiores, los cuales indican espumas altamente cremosas con poca formación de burbujas.

- **Cre moso:** Es casi el opuesto al valor burbujeante. Cuanto mayor sea el valor de cremosidad, más cremosa será agua jabonosa. Cuanto menor sea el valor, más espumoso será la formación.
- **Iodo:** El índice de Yodo permite saber la dureza de la pastilla de jabón. La relación es inversamente proporcional entre el valor de Yodo y la dureza del jabón.
- **INS:** Explica los atributos físicos del jabón, es una mezcla del valor de Iodo y de Saponificación, en cuanto sea elevado este valor se incrementa proporcionalmente la dureza del mismo.

Tabla 7

Valores recomendados para las cualidades del jabón

Cualidad	Rango de valores
Dureza	29 – 54
Limpieza	12 – 22
Condición	44 – 69
Burbujeante	14 – 69
Cre moso	16 – 48
Iodo	> 70 jabón blando ; < 70 jabón duro
INS (Iodo y SAP)	136–170 Valor Ideal : 160

Nota: CAWST Centro de Tecnologías Asequibles de agua y Saneamiento (2014)

2.2.2.5. Normas técnicas y estándares sobre jabones

La normatividad vigente en cuanto a las regulaciones de calidad y estandarización del jabón varía según el país y con relación a las técnicas, calidad, métodos de

determinación, seguridad y legalidad. Para el ámbito nacional, la entidad que establece las normas de calidad es el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) según la codificación de la Norma Técnica Peruana NTP y título revisada y actualizada.

A continuación, se muestra una tabla de algunas normas técnicas peruanas para la calidad del jabón:

Tabla 8

Normas Técnicas Peruanas para la calidad del jabón

Código	Título	Resumen
NTP 319.073:1978 (revisada el 2017)	JABONES Y DETERGENTES. Jabón de tocador. Requisitos	Define los requisitos que debe cumplir el jabón de tocador. Esta Norma Técnica no incluye a los jabones médicos.
NTP 319.099:1974 (revisada el 2017)	JABONES. Determinación del álcali cáustico libre	Explica el método de determinación del álcali cáustico libre, excluida la alcalinidad por carbonatos. Este método no se aplica a aquellos jabones como silicatados o médicos.
NTP 319.102:1974 (revisada el 2017)	JABONES. Determinación de materia insaponificable	Establece el método de determinación de la materia insaponificable en el jabón y en productos derivados.
NTP 319.100:1974 (revisada el 2017)	JABONES. Determinación de la humedad y materias volátiles. Método de la estufa	Establece el método para determinar la humedad y materias volátiles en los jabones, por el método de la estufa.

Nota: INACAL (2017)

Según la **ISO (International Organization for Standardization)**, que es la federación mundial de organismos nacionales de estandarización, la preparación de normas internacionales se realiza por los comités técnicos de la ISO. Existen métodos y técnicas para determinación de parámetros de calidad del jabón, entre ellos, se pueden citar los siguientes:

- **ISO 685:2020 Analysis of soaps — Determination of total alkali content and total fatty matter content**

Este documento especifica un método para la determinación simultánea del contenido total de álcali y el contenido total de materia grasa de los jabones (incluidos los jabones líquidos), excluidos los productos compuestos.

- **ISO 4323 Soaps - Determination of chloride content - Potentiometric method**

Este documento especifica un método potenciométrico para la determinación del contenido de cloruros de los jabones, que contengan o no otros agentes tensioactivos, y también de productos compuestos.

- **ISO 1067:1974 Analysis of soaps - Determination of unsaponifiable, unsaponified and unsaponified**

Especifica un método de materia insaponificada. La determinación se realiza de la siguiente forma: extracción de materia soluble en n-hexano y valoración de los ácidos grasos libres eliminados con solución de hidróxido de potasio. La saponificación de productos solubles en n-hexano así neutralizados y extracción de la materia insaponificable por n-hexano.

2.2.2.6. Proceso de fabricación del Jabón

Flores (2017) menciona que, para la fabricación del jabón, existen 04 etapas básicas. Cada una de ellas, se desarrolla a continuación:

2.2.2.6.1. Tratamiento de aceites y grasas

La mayoría de los aceites y grasas de buena calidad no necesitan decolorarse. Solo el aceite de palma y, en menor medida, el sebo, debe decolorarse cuando se fabrican jabón de tocador a partir de materias primas secundarias. La decoloración o blanqueo de aceites y grasas se realiza de la siguiente manera:

- Triturando en caliente el aceite con una tierra similar a la bentonita, luego filtrando y elevando la temperatura para eliminar la humedad.
- Por oxidación, llevada a cabo calentando el aceite y pasando una corriente de aire caliente a alta temperatura entre 90 a 110 °C.

2.2.2.6.2. Proceso de saponificación

En esta etapa, se encuentran diversos tipos de saponificación, los cuales se explican a continuación.

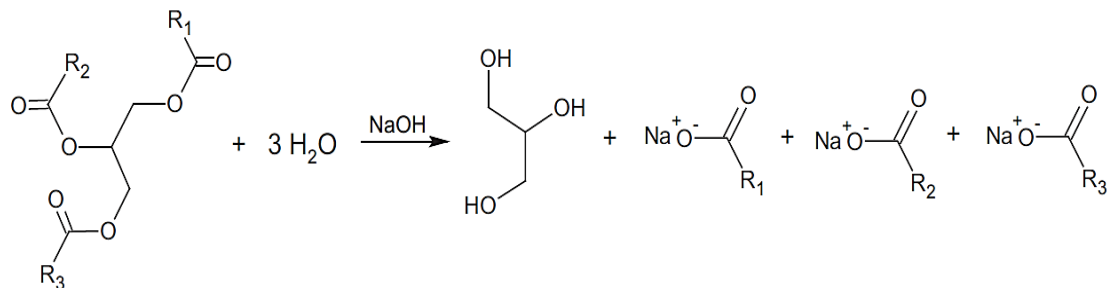
- a) Proceso en frío: Es un proceso discontinuo por lotes, el más elemental. El más elemental consiste en agregar gradualmente la cantidad de solución de soda (aprox.32 % en peso) a las grasas en un tanque de saponificación que sea suficiente para asegurar una saponificación completa. La mezcla se mantiene agitando vigorosamente durante aproximadamente dos horas y generalmente se añaden, perfumes, colorantes y fragancias en este estado. El proceso no implica la eliminación de impurezas o la separación del glicerol formado.
- b) Proceso por semi-ebullición: Se diferencia del proceso de frío en que se calienta. Un sistema de tuberías mantiene la mezcla a saponificar entre 70 a 90 °C para acelerar y

completar la reacción de saponificación. Al final de este proceso, se añaden colorantes, perfumes y aditivos para evitar la posible evaporación de estos.

- c) Proceso de ebullición completa: Se distingue del proceso de semicocción a través de las diversas operaciones que siguen al proceso de saponificación, como la extracción con glicerina, la extracción con lejía, recuperación de la salmuera, etc. La temperatura a la que se mantiene la mezcla bajo agitación vigorosa es superior a 80°C, lo que permite el uso de una gama más amplia de grasas.
- d) Proceso continuo: Una variedad de procesos permiten la producción de jabón suaves continuos, con la recuperación de glicerina. Esos procesos suelen ser automatizados y utilizan evaporización, maceración y otras técnicas en el reactor apropiado. Algunos conceptos de procesos continuos, como el lavado a contracorriente o la separación centrífuga, se pueden utilizar en procesos por lotes para acelerar los ciclos de producción (Flores, 2017).

Figura 6

Reacción química de la Saponificación



Nota: Félix (2017)

2.2.2.6.3. *Enfriamiento y secado*

Una vez terminada la saponificación, el jabón obtenido, crudo y suave, debe ser convertido en jabón comercial. Esto tiene lugar en la fase enfriamiento y secado, en la que al producto final se le da la consistencia y dureza requeridas. El jabón crudo produce un jabón doméstico barato e inferior para uso doméstico (comúnmente llamado "jabón verde"), esto es porque no es necesario someterlo a ningún proceso de secado, aunque pueda tener una humedad del 35 %, gracias a que tiene la consistencia adecuada para que

se mantenga en la forma deseada después de la extrusión. Sin embargo, la pasta de jabón suave sí requiere ser secada antes de su elaboración, aunque su contenido de humedad sea menor al del jabón crudo (30 % de humedad); porque un jabón de tocador o de limpieza se seca hasta que contiene solo 14 % o incluso 12 % de agua (de 86 a 88 % de ácidos grasos).

El enfriamiento y el secado forzado acortan radicalmente los ciclos de producción. Sin embargo, son un paso caro que sigue siendo opcional. Su relevancia depende de la disponibilidad y los costes del agua y de la energía de refrigeración y del posible impacto de estos costes en el precio de venta, teniendo en cuenta el tipo de jabón que se comercializa y el mercado al que se destina el producto. Los jabones de tocador deben secarse varias veces, según el método elegido, para cumplir con los requisitos de calidad. En industria moderna del jabón, el jabón de limpieza generalmente el mismo ciclo que la limpieza final del jabón de tocador, pero el tiempo de secado se acorta (Flores, 2017).

2.2.2.6.4. Acabado

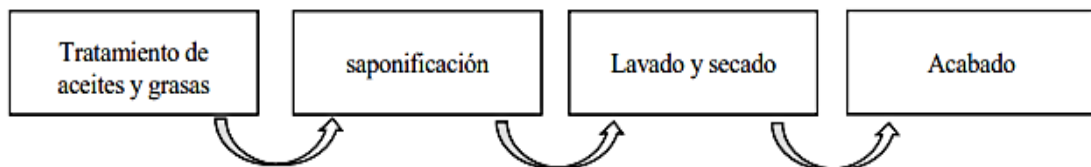
Después del secado, el jabón obtenido después del modo de enfriamiento y secado en forma de bloques, astillas, escamas u oropel se alimenta a la línea de meta, lo que le da al jabón comercial su apariencia final. Se hace una distinción entre:

- *El jabón de limpieza*, se somete a un baño de perfume concentrado. Las virutas de los rodillos o de la máquina extrusora pasan por un baño de aditivos antes de ser envasadas.
- *El jabón de tocador*, el cual necesita un acabado más minucioso. El jabón en forma de chips se introduce en el mezclador-mezclador y se combina con los aditivos, colorantes, fragancias, rellenos y antioxidantes. Después del amasado, el jabón se introduce en una tolva que alimenta una extrusora, donde se somete a un proceso de extrusión. La extrusora puede ser simple, dúplex y triplex (simple, doble o triple paso) para aumentar y perfeccionar la homogenización del jabón. La máquina extrusora también puede operar al vacío para eliminar la presencia de aire y terminar el proceso

de secado. El jabón extruido se corta, a menudo se le da forma, se estampa y se envasa (Flores, 2017).

Figura 7

Proceso de fabricación del jabón



Nota: Flores (2017)

2.3. Definición de conceptos básicos

- a) **Aceite de oliva lampante:** Aceite de oliva virgen donde su acidez libre calculado como ácido oleico es superior a 3,3 gramos por 100 gramos (COI,2013).
- b) **Composición de ácidos grasos:** Se cuantifican mediante cromatografía de gases, lo que requiere su previa transformación en ésteres metílicos (Barranco, Fernández y Rallo, 2008).
- c) **Índice de acidez:** Es un indicador vinculado a la alteración que sufre el fruto y a la hidrólisis de los glicéridos durante el proceso de producción y conservación (Barranco, Fernández y Rallo, 2008).
- d) **Índice de peróxidos (IP):** Es un parámetro que especifica el contenido de oxígeno como peróxido, especialmente, hidroperóxidos en una sustancia; por lo tanto, es una medida de la oxidación presente en la muestra de aceite (The International Fragrance Association, 2019).

- e) **Índice de saponificación:** Se cuantifica como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar un gramo de sustancia grasa (Barranco, Fernández y Rallo, 2008).
- f) **Jabón:** Es el compuesto químico que se produce cuando se hace reaccionar los ácidos grasos con un álcali como el hidróxido de sodio (NaOH) (Clickmica, 2020).
- g) **NaOH:** También llamado sosa o hidróxido de sodio debido a su fórmula, es uno de los tipos de álcalis más utilizados para la fabricación de jabones (Hernández, 2002).
- h) **Alcalinidad libre en jabones:** Se define como la alcalinidad libre expresada en hidróxido de sodio, en porcentaje en una muestra de jabón, excluida la alcalinidad correspondiente a los carbonatos, NTP 319.099 Jabones determinación de álcali caustico libre (INACAL, 2017).
- i) **pH en jabones:** Es una escala para especificar la acidez o el nivel alcalino de una solución acuosa. El jabón hecho a mano siempre es alcalino con un rango seguro de pH entre 10 y 8 para usar en la piel (Academia de Investigación y desarrollo de Fabricación de jabón, 2018).
- j) **% Humedad y componentes volátiles:** El contenido de humedad es la cantidad de agua presente en el jabón, se determina calentando muestras de jabón a 105 ± 2 °C por espacio de 2 horas (Legesse , 2020).
- k) **Índice de espuma o nivel de espuma:** Según Requeno y Madrid (2012), muestra el comportamiento del jabón en distintas aguas de lavado, el rango de especificación es de 3 a 8.

- l) **Tiempo de curado:** Es el tiempo que debe dejarse reposar a un jabón de proceso en frío para que esté listo para su uso, esto para asegurar que el proceso de saponificación esté completo, los jabones de castilla o cualquier otro jabón elaborado con grandes cantidades de aceite de oliva se benefician de una curación aún más prolongada (Fisher, 2020).
- m) **Diseño factorial 2^k :** Es un tipo de diseño experimental, el más importante de estos casos especiales es el de k factores, cada uno en sólo dos niveles. Estos niveles pueden ser cuantitativo, o pueden ser cualitativos, los niveles para los factores pueden ser "altos" y "bajos" (Montgomery, 2017).
- n) **Superficie de respuesta:** Es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles para modelar y analizar problemas donde la respuesta de interés está influenciada por varias variables independientes y el objetivo es optimizar la variable de respuesta (Montgomery, 2017).
- o) **Diagrama de Pareto estandarizado:** Según Gutiérrez y de la Vara (2008), es un diagrama de barras horizontal en el cual se presentan los efectos divididos entre su error estándar. En general, para un diseño 2^k con n réplicas, sea CM_{error} el cuadrado medio del error que se obtiene a partir de la tabla de análisis de varianza.
- p) **ANOVA:** Según Gutiérrez y de la Vara (2008), el *análisis de varianza* (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es dividir la variación total en las partes a las que contribuye cada fuente de variación del experimento.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El término diseño hace referencia a la estrategia para obtener la información que desea con el fin de responder satisfactoriamente al problema (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

La investigación toma en cuenta el diseño experimental, conlleva que se ha realizado diferentes mediciones para la obtención del jabón dada la saponificación, por lo que tiene un corte de diseño longitudinal, es decir, que se han realizado diferentes experimentos.

En la presente investigación, se realizaron inferencias sobre los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del aceite de oliva lampante y el jabón de síntesis obtenido; la investigación tiene un corte experimental, se ha requerido por ello del uso de instalaciones, equipos de laboratorio, instrumentos y reactivos.

La data está basada en los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos del aceite de oliva lampante y también del jabón de síntesis obtenido, los que fueron procesados con un método estadístico específico. Asimismo, se corroboraron mediante pruebas estadísticas.

3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

El tamaño de población consta de alrededor de quince (15) productores y comerciantes del mercado de abastos de la zona “Hospicio Los Palos Cruce”, ubicado en el distrito de la Yarada - Los Palos, incluyendo una bodega (01) de planta materia prima de aceite de oliva del sector

Para la ejecución experimental, se trabajó con una muestra de 1 litro de aceite de oliva lampante proveniente del sector mencionado, se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico, para el estudio se ha seleccionado por conveniencia, ya que las muestras contienen las características buscadas del estudio.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el enfoque cuantitativo, la calidad de una investigación depende del grado en que se aplique el diseño, tal como fue preconcebido (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

El diseño experimental usado fue el diseño factorial 2^k con una réplica, se incluyen cuatro puntos centrales, dos niveles (bajo y alto) por cada factor, los factores que se ha considerado relevantes para el estudio, los cuales son: La velocidad de agitación en revoluciones por minuto (RPM), el grado alcohólico de etanol, % concentración de hidróxido de sodio, el resto de factores que intervienen en la síntesis se ha mantenido constante y aproximadamente regular.

Tabla 9

Codificación para niveles alto y bajo según factor

Factor	Nivel bajo (-)	Nivel alto (+)	Punto central (0)
Velocidad de agitación, RPM	1200	1500	1350
Porcentaje NaOH, % m/v	25	30	27,5
Grado alcohólico °	70	96	83

Nota: Elaboración propia

Tabla 10*Matriz de diseño experimental 2^k*

Código de Orden Estadístico	Velocidad, RPM	Grado alcohol °	% NaOH
PC1	0	0	0
3	-	+	-
2	-	-	+
1	-	-	-
14	+	-	+
16	+	+	+
13	+	-	-
4	-	+	+
15	+	+	-
PC2	0	0	0
PC3	0	0	0
11	-	+	-
10	-	-	+
9	-	-	-
6	+	-	+
8	+	+	+
5	+	-	-
12	-	+	+
7	+	+	-
PC4	0	0	0

Nota: Elaboración propia

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS

Para la representación de los datos obtenidos, se empleó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI, con el cual se obtuvo las tablas ANOVA, diagrama de Pareto, diagramas de efectos principales e interacciones, gráfica de superficie de respuesta y gráfica de contorno; adicionalmente, se utilizó el programa Matlab R2020a para el gráfico en 3D y la herramienta de análisis de datos de Microsoft Excel, se ha reportado los estadígrafos fundamentales como el mínimo, máximo, el promedio, la desviación estándar y se calculó el coeficiente de variación para cada parámetro fisicoquímico.

Luego, se hizo una tabla resumen de los parámetros fisicoquímicos del jabón de síntesis dados los estadígrafos mencionados.

3.5.TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS

La técnica corresponde a la observación experimental, empleando como instrumento la ficha de registro, en la cual se ha tomado nota sobre los resultados de los parámetros fisicoquímicos por cada prueba experimental. Finalmente, se ha hecho un consolidado de todos los valores obtenidos en tablas de registro.

Instrumentos

- Bureta 50 ml
- vasos precipitados 50; 100; 200 ml
- Embudos de filtración
- Termómetro analógico
- Bagueta o varilla de agitación
- Agitador magnético
- Papel filtro N° 40
- Perlas de Silica Gel
- Capsulas de porcelana 100 ml
- Propipetas
- Soporte Universal
- Micropipetas de 1 ml y 5 ml
- Probeta de 50; 100 y 250 mL
- Densímetro para medir grado alcohólico
- Fiolas aforadas de 50; 100; 250 ml
- Pinzas metálicas
- Marcador negro
- Espátula metálica
- Tubos de ensayo
- Gradilla para tubos de ensayo

Reactivos

- Solución de NaOH 25%
- Solución de fenolftaleína al 1 %
- Cloruro de sodio NaCl
- Ácido sulfúrico 96 %
- Agua destilada
- Alcohol etílico 95 %
- Alcohol etílico 70 %
- Solución de ácido sulfúrico 0,1 N y 0,25 N.
- Solución de hidróxido de potasio 1 N y 0,5 N
- Cubos de hielo
- 2-Propanol

Equipos

- Potenciómetro con sensor de temperatura
- Estufa de secado
- Agitador magnético con placa de calentamiento
- Campana extractora de gases
- Balanza analítica

3.5.1. Técnicas de determinación de parámetros fisicoquímicos

A) Acidez libre (% ácido oleico) del aceite de oliva lampante

Se procede a medir aproximadamente 5 g de la muestra de aceite de oliva lampante en la balanza analítica, diluir con alcohol de 96° hasta 50 ml de volumen en un matraz Erlenmeyer, mezclar bien y calentar; seguidamente, se agrega 3 gotas de fenolftaleína; por último, se procede a titular con solución 1 N de KOH, se registra los mililitros gastados para el cálculo de la acidez.

Cálculos

$$\% \text{Acidez}(\text{ac.Oleico} / 100\text{ml}) = \frac{V_{\text{gastado}} \times N_{\text{KOH}} \times PM_{\text{ácidooleico}}}{P} \times 100$$

Donde:

V_{gastado} : Volumen gastado en la bureta en ml

P: peso de la muestra de aceite de oliva lampante en gramos

PM ácido oleico: 282 g/mol

N_{KOH} : Normalidad de la solución de hidróxido de potasio en equiv-g/L

B) Índice de acidez del aceite de oliva lampante

Registrados los valores de volumen gastado de valorante (hidróxido de potasio) en el ensayo de acidez libre anterior, se procede a realizar el cálculo esta vez se utiliza el peso molecular del hidróxido de potasio 1 normal.

Cálculos

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V_{\text{gastado}} \times N_{\text{KOH}} \times PM_{\text{KOH}}}{P}$$

Donde:

V_{gastado} : Volumen gastado en la bureta en ml

P: Peso de la muestra de aceite de oliva lampante en gramos

PM KOH : 40 g/mol

N_{KOH} : Normalidad de la solución de hidróxido de potasio en equivalente-g/L

C) Procedimiento para el Jabón de síntesis

El procedimiento consiste en la neutralización de los ácidos orgánicos provenientes del aceite de oliva lampante con una base de hidróxido de sodio concentrado. A esta técnica, se le conoce como saponificación.

Cada experimento sigue el orden estadístico establecido según la matriz experimental, se realiza 1 punto experimental y su réplica. Para esto, se codifican con marcador los vasos precipitados utilizados y también las placas Petri donde el jabón de síntesis será pesado y almacenado (véase el anexo 3). El diagrama de bloques de obtención del jabón de aceite de oliva lampante, todos los experimentos, se van registrando en un cuaderno de apuntes durante el desarrollo experimental.

Una vez concluido los experimentos, se tabulan los resultados masa de jabón de síntesis en gramos obtenidos para posterior análisis del diseño y las pruebas estadísticas.

D) Ensayo de determinación del álcali cáustico libre

Según el INACAL (2017), la determinación del álcali cáustico libre por la Norma Técnica Peruana NTP 319.099 sigue estos pasos:

- a) Se pesan 10 g de muestra (jabón elaborado). Con la precisión del miligramo, se disuelven en 100 mL de etanol de 95 % que tenga 0,5 mL de la solución de indicador fenolftaleína.
- b) Se agrega 5 mL de la solución de BaCl₂ caliente, se mezcla bien y se titula con solución de H₂SO₄ a 70 °C, hasta desaparición del color rosado.
- c) Para muestras que tengan cantidades mínimas de álcali libre (hasta 0,1 % inclusive), se usa solución 0,1 N en los demás casos solución 0,25 N.

Cálculos

La alcalinidad libre expresada en hidróxido de sodio se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$A_l = \frac{V \times N \times 0,0400 \times 100}{P}$$

Donde:

A_l: Alcalinidad libre expresada en NaOH, en %.

V: Volumen de solución de ácido empleado en la titulación, en ml.

N: Normalidad de la solución ácida H₂SO₄, eq-g/L

P: Peso de la muestra, en g.

E) Determinación de material volátil y humedad (método de la estufa)

Se pesa 5 g de muestra con precisión de 0,01 y se coloca en un horno. La temperatura se controla por 1 hora a 105 °C ± 2 °C; luego, se deposita en un desecador por 30 minutos hasta disminución de temperatura para posteriormente pesarlo en la balanza.

Cálculos

$$\% H_m = \frac{(P - P_s)}{P} \times 100$$

Donde:

%H_m: Porcentaje de humedad

P: Peso de la muestra húmeda

P_s: Peso de la muestra seca

F) Determinación del pH: Método del potenciómetro

Se pesa 1 g de muestra de jabón a un matraz Erlenmeyer. Se adicionan 100 ml de agua destilada a 70°C aproximadamente, se mezcla bien hasta su disolución, luego se procede a enfriar hasta 40 °C y se mide el pH con el potenciómetro previamente calibrado.

G) Nivel de espuma

Se mide 1 g de muestra de jabón en la balanza analítica y se diluye en 50 ml de agua destilada caliente, se procede a mezclar bien hasta disolución completa. Posteriormente, trasvasar la solución preparada en una probeta de vidrio de 250 ml. Se procede a la agitación de manera circular por unos 15 minutos aproximadamente y se toma nota del volumen alcanzado de la espuma.

Cálculos

$$\text{Índice de Espuma (I.E.)} = \frac{V_{final} - V_{inicial}}{V_{inicial}}$$

Donde:

V inicial: Volumen inicial de 50 ml

V final: Volumen final alcanzado por la espuma en la probeta

3.5.2. Encuesta de nivel de conocimientos acerca del aceite de oliva lampante y proceso de saponificación en el distrito de la Yarada – Los Palos

Como trabajo complementario, una vez obtenido el jabón de síntesis según las técnicas descritas, se realizó una encuesta presencial y también virtual para medir el nivel de conocimientos acerca del aceite de oliva lampante y su utilización como materia prima para la fabricación de jabones, a comerciantes y productores del sector del mercado de abastos de la zona “Hospicio Los Palos Cruce”, ubicado en el distrito de la Yarada - Los Palos, incluyendo una bodega (01) de planta materia prima de aceite de oliva del sector con coordinación y autorización del dueño de la planta; para ello, previamente se planificó la movilidad, costos de transporte, tablero, útiles de escritorio, hojas de encuesta impresa, cámara fotográfica y un personal de ayuda según horario en la mañana.

Para la encuesta, primero se ha informado al participante que trata sobre un proyecto de investigación para el aprovechamiento del aceite de oliva lampante y su uso

para fabricar jabones. También, cada participante ha dado consentimiento sobre el uso de datos sobre su edad y nombre.

Con los datos cuantitativos obtenidos por la encuesta, se analizó estadísticamente con gráficos de torta, el porcentaje de rango de edad encuestada, acerca del conocimiento y usos del aceite de oliva lampante, sobre el proceso de fabricación de jabones, y si estaría dispuesto a fabricarlos si se cuenta con los medios adecuados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

4.1.1. Resultados de la masa de jabón de síntesis según diseño experimental 2^k con cuatro puntos centrales

Según la matriz del diseño experimental, se realizó las veinte (20) pruebas experimentales, siguiendo el procedimiento descrito en el anexo 3.

Tabla 11

Resultados del jabón de síntesis en gramos

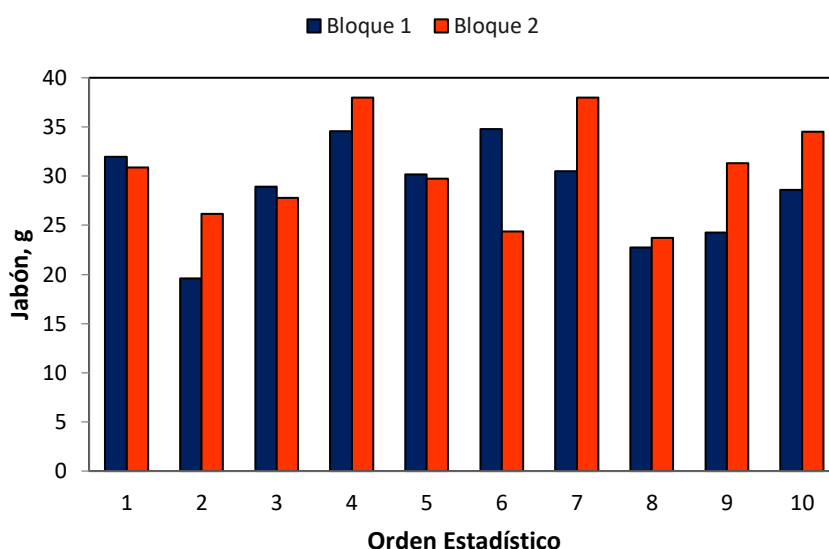
Orden Estadístico	Velocidad, RPM	Grado alcohol	% NaOH	Jabón , g
PC1	1200	70	25	31,978
3	1200	96	25	19,583
2	1200	96	30	28,929
1	1500	70	25	34,562
14	1200	96	30	30,197
16	1500	96	30	34,787
13	1500	70	30	30,514
4	1200	70	30	22,767
15	1200	70	30	24,255
PC2	1500	96	25	28,606
PC3	1500	70	25	30,882
11	1500	96	25	26,178
10	1200	70	25	27,800
9	1500	96	30	37,979
6	1200	96	25	29,756
8	1500	70	30	24,359
5	1350	83	27.5	37,999
12	1350	83	27.5	23,709
7	1350	83	27.5	31,304
PC4	1350	83	27.5	34,505

Nota: Archivos propio

En la tabla 11, se muestra la masa en gramos de jabón de síntesis por cada prueba experimental según el diseño propuesto. Estas masas se registraron en la balanza analítica considerando hasta tres decimales.

Figura 8

Masa de jabón de síntesis según prueba experimental



En la figura 8, se muestra una comparación por bloques. Se ha dividido en dos bloques: el 1 consta desde el punto experimental PC1 hasta el PC2 y el bloque 2 consta desde el punto experimental 11 hasta el PC4 según orden estadístico de la matriz del diseño, siendo el bloque 2 la réplica del bloque 1. Entre los veinte puntos experimentales, el máximo valor fue de 37,99 g y el mínimo valor de 19,58 g.

Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo con los valores de masa de jabón en una hoja de cálculo en Excel para obtener los estadígrafos (véase anexo 11), donde se obtuvo una media de 29,532 g; una desviación estándar de 5,036 y un coeficiente de variación de 17,0517 % que indica que hay poca dispersión de los datos.

Con los datos de la tabla 11, se introducen los valores en el asistente de diseño de experimentos del programa Statgraphics Centurion XVI, en la pestaña de análisis de

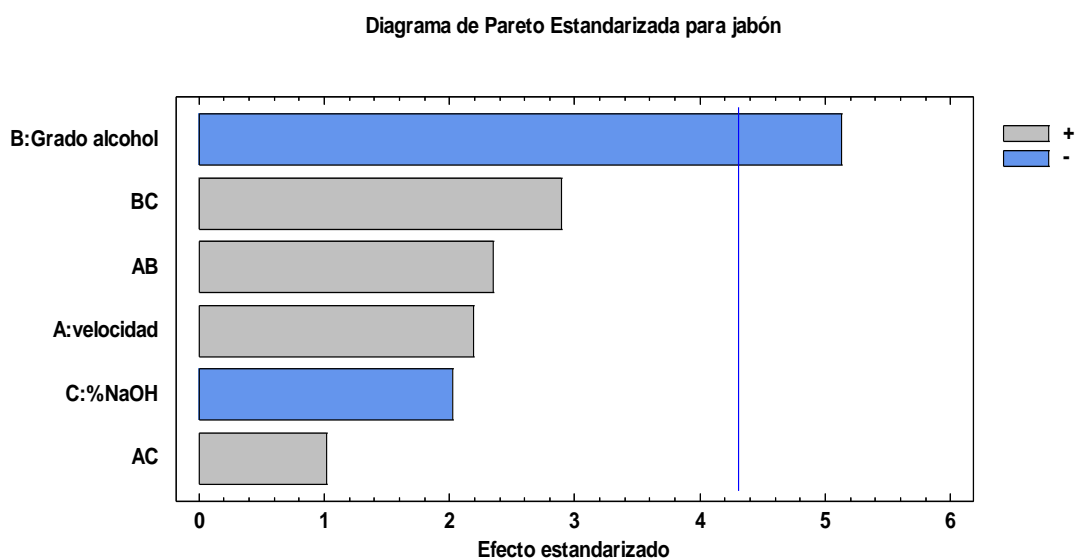
diseño y se procede a realizar el análisis del diseño factorial 2^k con puntos centrales y una replica.

4.1.2. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para jabón

Se obtiene el mejor diagrama de Pareto de efectos estandarizados con el programa Statgraphics Centurion XVI, excluyendo la combinación de los factores ABC, ya que en el análisis preliminar resulta significativamente bajo, el signo (+) indica que aumenta la cantidad de jabón y el signo (-) indica que lo disminuye, entonces se obtiene la siguiente figura:

Figura 9

Diagrama de Pareto estandarizada para jabón



Nota: archivos propios

En la figura 9, se muestran los efectos divididos entre su error estándar, se visualiza que el factor “B” es más significativo, es decir, tiene impacto sobre la variable de respuesta, ya que sobrepasa el valor crítico con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ prefijado para la prueba, por lo que se puede inferir que el grado de alcohol tiene mayor impacto sobre la masa de jabón en gramos, la combinación de los otros factores como BC, AB, A, C y AC no son significativos.

Para verificar si dichos efectos son realmente significativos con respecto al error experimental, se requiere un análisis de varianza.

4.1.3. Análisis de varianza ANOVA

Según el análisis del diseño experimental 2^k con puntos centrales y una réplica, se obtienen los cálculos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12

Análisis de varianza para jabón

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:velocidad	29,3331	1	29,3331	4,79	0,1601
B:Grado alcohol	161,252	1	161,252	26,33	0,0359
C:%NaOH	25,1753	1	25,1753	4,11	0,1798
AB	33,8491	1	33,8491	5,53	0,1431
AC	6,40596	1	6,40596	1,05	0,4140
BC	51,3874	1	51,3874	8,39	0,1014
bloques	16,7317	1	16,7317	2,73	0,2402
Falta de ajuste	145,44	10	14,544	2,37	0,3325
Error puro	12,2483	2	6,12413		
Total (corr.)	481,823	19			

Nota: archivos propios

R-cuadrada = 67,2726 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 48,1815 porciento

Error estándar del est. = 2,4747

Error absoluto medio = 2,17334

Estadístico Durbin-Watson = 2,24745 (P=0,7081)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.21174

Según la tabla 12, existe 1 efecto que tiene un valor-p menor que 0,05, que es significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95.0 %.

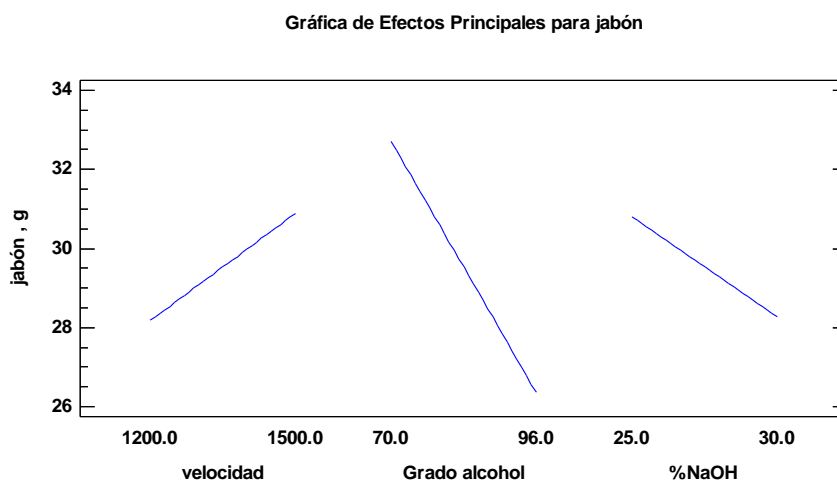
El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo explica 67, 272 % de la variabilidad en jabón. El estadístico R-cuadrada ajustada es 48,181 %. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 2,474. El error medio

absoluto (MAE) de 2,1733 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Dado que el valor-P es mayor que 5,0 %, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0 %.

4.1.4. Efectos principales e interacción de factores en el diseño experimental

Figura 10

Gráfica de efectos principales para jabón

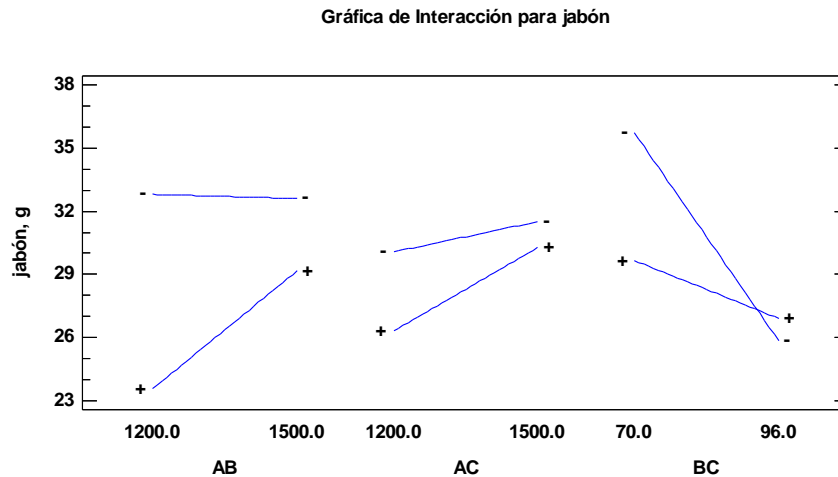


Nota: Archivos propios

En la figura 10, se puede ver la tendencia de efectos principales velocidad de agitación, grado de alcohol y % NaOH versus la masa de jabón de síntesis en gramos. Para maximizar la masa de jabón de síntesis, se puede notar que la velocidad debe estar en el nivel alto, el grado de alcohol en el nivel bajo y el porcentaje de hidróxido de sodio % NaOH a nivel bajo. Para el grado de alcohol, se nota una línea pendiente más extensa, indica que tiene mayor efecto sobre la masa de jabón; sin embargo, es insuficiente concluir estas tendencias de manera individual, de aquí se hace necesario verificar gráficas de interacción donde se muestra el efecto de la combinación de factores.

Figura 11

Gráfica de interacción para jabón



Nota: Archivos propios

En la figura 11, se visualiza el gráfico de interacción según combinación de factores AB, AC y BC, se nota que las pendientes no son paralelas y, en algún punto se intersectan y que hay interacción. De la combinación BC, se nota que, para maximizar la masa de jabón, se debe mantener el grado de alcohol a nivel bajo (-), es decir, a 70°, ya que la masa de jabón de síntesis será siempre mayor sin importar la concentración de hidróxido de sodio en el nivel bajo (-) o alto (+).

4.1.5. Gráfico de superficie de respuesta del diseño experimental

Se realiza el gráfico mediante el programa Matlab R2020a, para mejor visualización del gráfico de superficie de respuesta, según la función matemática:

$$\begin{aligned} \text{jabón} = & 323.496 - 0.0992845 \times \text{velocidad} - 2.76758 \times \text{Grado alcohol} - \\ & 7.35646 \times \% \text{NaOH} + 0.000745897 \times \text{velocidad} \times \text{Grado alcohol} + \\ & 0.00168733 \times \text{velocidad} \times \% \text{NaOH} + 0.0551423 \times \text{Grado alcohol} \times \% \text{NaOH} \end{aligned}$$

Manteniendo constante el factor % NaOH=27,5; el gráfico es el siguiente:

Figura 12

Superficie de Respuesta para jabón con %NaOH=27,5

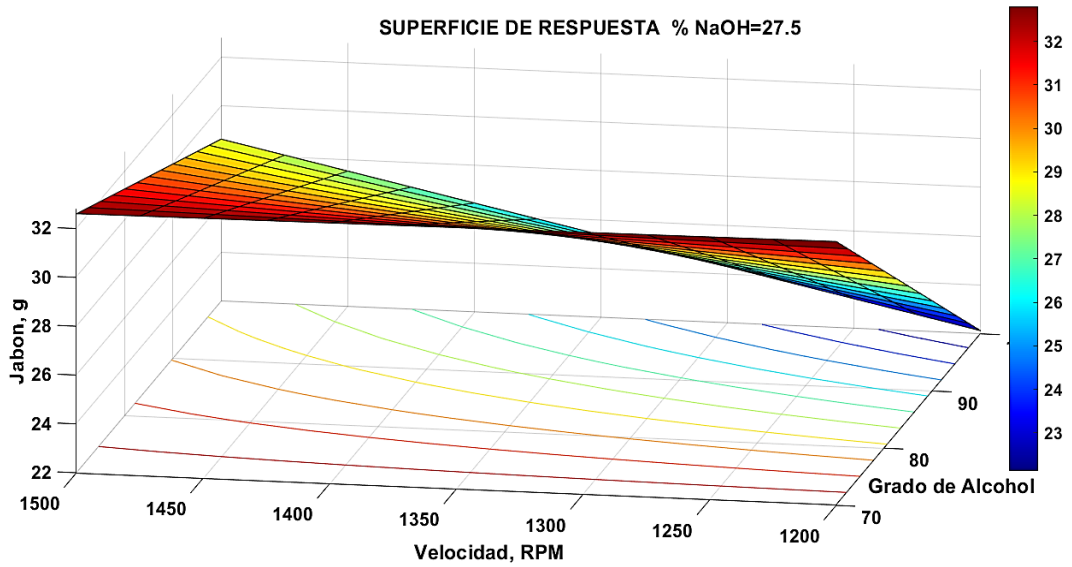
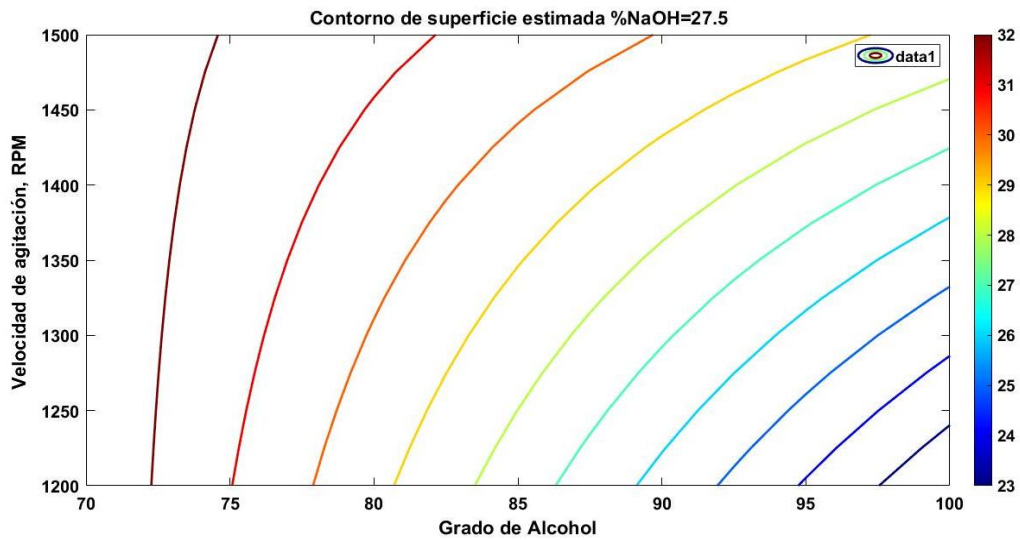


Figura 13

Contorno de superficie para jabón %NaOH=27,5



Nota: Archivos propios

En la figura 12, se puede observar la superficie de respuesta manteniendo constante el porcentaje de NaOH al 27,5 %, en la cual se aprecia cierta curvatura en el

centro. Esto se puede contrastar también con el análisis residual (véase el anexo 9). En la figura 13, se muestra el contorno de superficie que fue proyectado en la superficie de respuesta anterior, se nota al lado la leyenda en colores azul, amarillo y rojo, donde se puede verificar que la región de color azul minimiza la masa de jabón y la región de color rojo maximiza la masa de jabón en gramos según los factores grado de alcohol y velocidad de agitación en RPM. Posteriormente, sobre esta región se realiza una optimización para encontrar la combinación de niveles de los factores que maximizan la masa de jabón en gramos (véase el anexo 10).

4.2. PARÁMETROS FÍSICO–QUÍMICOS DEL ACEITE DE OLIVA LAMPANTE

4.2.1. Acidez libre (% ácido oleico)

Luego de la valoración ácido-base, se registran los volúmenes de titulante para la muestra de aceite, de tal manera por cálculo de acidez libre, se encontró sus respectivos valores, se realizó una comparación del parámetro acidez libre e índice de acidez para las muestras de aceite de oliva lampante, en bodega, en venta de mercado de abastos y otra muestra filtrada. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13

Resultados de ensayo de % acidez libre e índice de acidez

Muestra	N°	masa, g	% Acidez libre	Índice de acidez
Muestra en bodega	1	5,07	2,22	3,15
	2	5,01	2,81	3,99
Muestra en mercado sin filtrar	3	5,14	26,30	37,31
	4	5,06	25,62	36,34
Muestra en mercado filtrado	5	5,06	25,60	36,31
	6	5,07	26,11	37,04

Nota: Elaboración propia

Según la tabla 13, se puede verificar que, en la muestra colectada en bodega de planta de materia prima de aceite, se obtiene valores menores de acidez libre % 2,22 e índice de acidez 3,15; para las muestras de mercado de abastos filtrado o sin filtrar hay valores de acidez semejantes % 25 -26 acidez libre e índice de acidez 36-37, Estos últimos son altos, debido a que tienen mayor tiempo de almacenamiento, indicador de mayor enranciamiento del aceite y deterioro.

4.3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE JABÓN OBTENIDO

4.3.1. *Porcentaje de alcalinidad como %NaOH*

Luego de la valoración ácido-base, registrado el volumen gastado de titulante, se procedió a calcular el % de alcalinidad libre para cada experimento, realizando un consolidado total, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 14

Alcalinidad libre de las muestras de jabón

Orden Estadístico	Muestra de Jabón húmedo, g	Volumen de ácido gastado, ml	Alcalinidad libre % NaOH
PC1	1,002	0,35	0,155
3	1,040	0,30	0,115
2	1,012	0,20	0,079
1	1,078	0,25	0,100
14	1,039	0,15	0,058
16	1,004	0,30	0,121
13	1,043	0,20	0,077
4	1,025	0,30	0,111
15	0,997	0,30	0,116
PC2	0,999	0,20	0,080
PC3	0,992	0,40	0,161
11	1,148	0,30	0,108
10	1,046	0,30	0,115
9	1,130	0,30	0,115
6	1,003	0,20	0,077

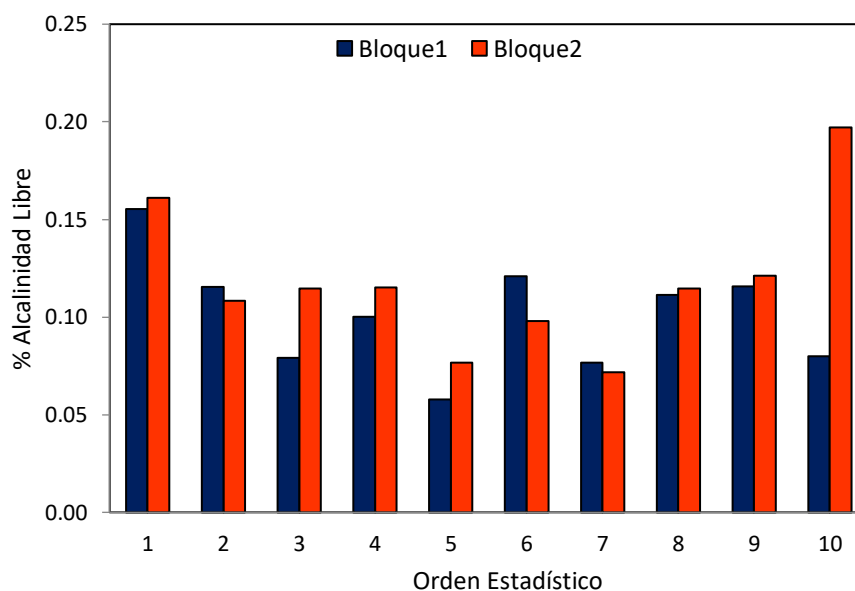
8	1,225	0,30	0,098
5	1,086	0,20	0,072
12	1,046	0,30	0,115
7	0,990	0,30	0,121
PC4	1,014	0,50	0,197

Nota: Elaboración propia

En la tabla 14, se muestra los valores de % de alcalinidad libre de las muestras de jabón de síntesis, estos datos se analizan en una hoja de cálculo en Excel (véase el anexo 11), donde la media es de 0,1095; la desviación estándar es 0,03338, y el coeficiente de variación es de 30,470 % que indica que hay una variación global del 30% del total de datos.

Figura 14

Alcalinidad libre de las muestras de jabón analizadas por bloques



Nota: Elaboración propia

En la figura 14 se puede notar los resultados según bloques, siendo el bloque 2 la réplica del 1. De los datos obtenidos, se verificó que casi todos los experimentos tienen réplica semejante, salvo el punto PC2 y PC4, que están en el orden estadístico n°10, tienen una amplia diferencia. Esto es parte del error experimental, ya que en la titulación se

utilizó más valorante del necesario y, por consiguiente, se obtiene un valor alto de porcentaje de alcalinidad libre.

4.3.2. Porcentaje de humedad y componentes volátiles

Realizado el ensayo de humedad descrito antes, se realizó los cálculos respectivos tabulando los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 15

Porcentaje de humedad del jabón de síntesis

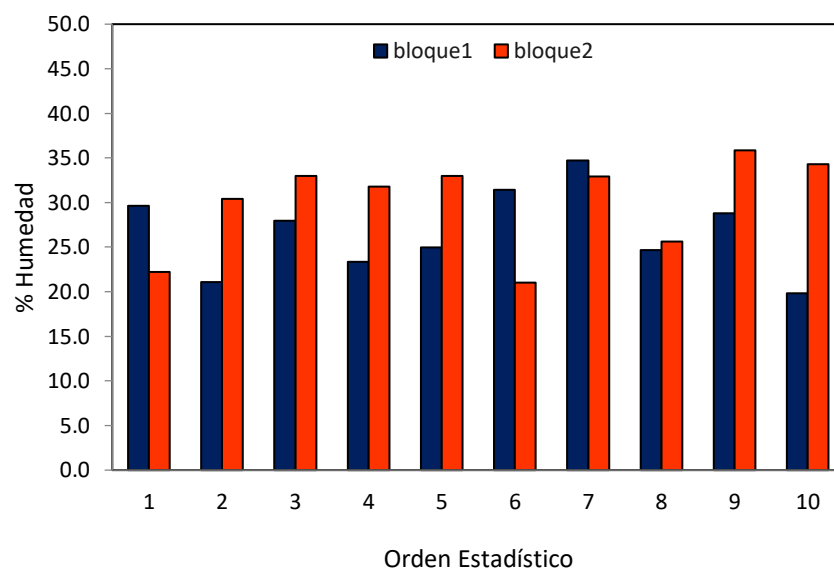
Orden Estadístico	Masa Crisol vacío, g	Masa de muestra húmeda, g	Masa de muestra seca + crisol vacío, g	% Humedad
PC1	48,3851	5,0549	51,941	29,654
3	30,3137	4,9956	34,256	21,081
2	63,8656	4,9898	67,459	27,975
1	60,664	5,0775	64,555	23,364
14	30,3168	5,0013	34,069	24,970
16	60,6601	5,022	64,102	31,456
13	66,8209	5,0063	70,089	34,706
4	51,6512	5,1111	55,501	24,676
15	51,0529	5,0029	54,616	28,773
PC2	48,3868	5,0298	52,419	19,830
PC3	48,3838	5,0391	52,302	22,228
11	48,0777	5,0163	51,5684	30,413
10	52,6318	5,0484	56,0143	32,999
9	60,6629	6,1526	64,8591	31,798
6	51,6522	4,9918	54,9988	32,958
8	60,6619	5,0703	64,6676	20,997
5	30,315	5,0337	33,6928	32,896
12	66,8158	5,0311	70,5577	25,625
7	51,6519	5,0791	54,9107	35,839
PC4	51,0545	4,9945	54,3368	34,282

Nota: Elaboración propia

En la tabla 15, se muestran los valores de porcentaje de humedad para las muestras de jabón de síntesis. Con los datos obtenidos, se realiza un análisis descriptivo en una hoja de cálculo en Excel para obtener los estadígrafos (véase el anexo 11). Se encontró que la media fue de 28,325; la desviación estándar 5,1154 y el coeficiente de variación 18,059%, que indica que hay poca dispersión de los datos.

Figura 15

Porcentaje de humedad de jabón analizadas por bloques



Nota: Elaboración propia

En la figura 15, se presentan los valores de humedad según bloques, el bloque 2 es la réplica del bloque 1, esto siguiendo el orden estadístico, se puede visualizar que entre el punto PC2 y PC4, que están ubicados en el orden estadístico n°10, hay una diferencia mayor con respecto al resto de puntos experimentales.

Cabe mencionar que la variabilidad de porcentaje de humedad entre los puntos del bloque 1 y bloque 2 se debe en medida al adecuado proceso de filtración realizado en la síntesis de jabón. Otros factores a considerar son el uso de la estufa de secado y del desecador en el tiempo previsto según la metodología.

4.3.3. Potencial de hidrógeno pH

Realizado el ensayo de pH de las muestras de jabón de síntesis, se tabulan los valores en la siguiente tabla:

Tabla 16

Valores de pH de las muestras de jabón de síntesis

Orden Estadístico	Masa, g	pH (1 %)
PC1	0,5193	10,400
3	0,5313	10,182
2	0,5073	10,075
1	0,4973	10,442
14	0,5112	10,097
16	0,499	10,266
13	0,5699	10,186
4	0,5168	10,400
15	0,5053	10,260
PC2	0,5205	10,496
PC3	0,5407	10,416
11	0,515	10,120
10	0,499	10,183
9	0,5284	10,646
6	0,5416	10,330
8	0,520	10,390
5	0,5578	10,013
12	0,5168	10,373
7	0,5003	10,183
PC4	0,5484	10,356

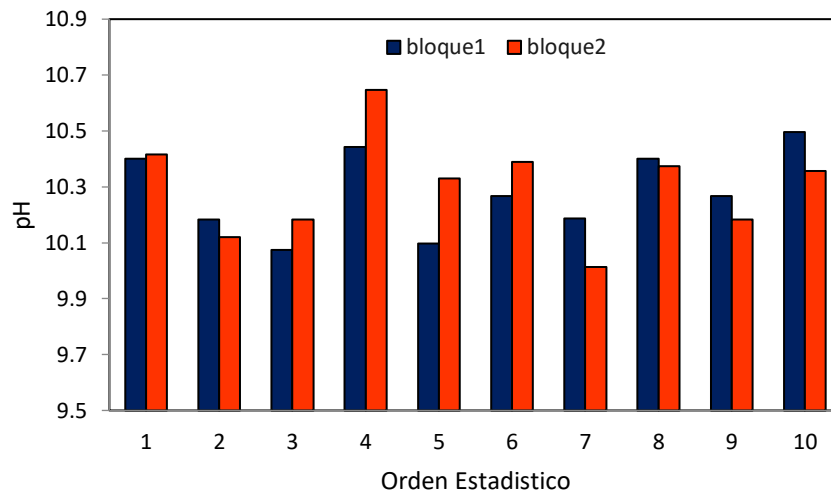
Nota: Elaboración propia

En la tabla 16, se observan los valores obtenidos de pH para una concentración masa-volumen del 1 %. Con estos datos, se realiza el análisis en una hoja de cálculo en Excel para calcular los estadígrafos (véase el anexo11).

Del análisis de datos, se obtuvo una media de 10,291; desviación estándar de 0,161 y un coeficiente de variación de 1,5623 % que indica que hay una mínima dispersión de datos. Esto se verifica por las diferencias entre cada prueba experimental y su réplica dando valores alrededor de 0,01.

Figura 16

Valores de pH de las muestras de jabón analizada por bloques



Nota: Elaboración propia

En la figura 16, se puede visualizar los valores de pH por bloques, siendo el bloque 2 la réplica del 1, se nota claramente que hay una mínima diferencia entre cada prueba experimental y su réplica.

Los valores fueron obtenidos luego de aproximadamente 10 días de la síntesis de jabón. Estos resultados son preliminares, ya que el valor de pH, a medida que transcurre el tiempo, empieza a disminuir progresivamente hasta un valor entre 8 a 9, llegado a dicho punto permanece constante.

4.3.4. Índice de espuma

Una vez culminado el ensayo de índice de espuma para las muestras de jabón de síntesis se registraron los valores obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 17*Valores de índice de espuma de jabones de síntesis*

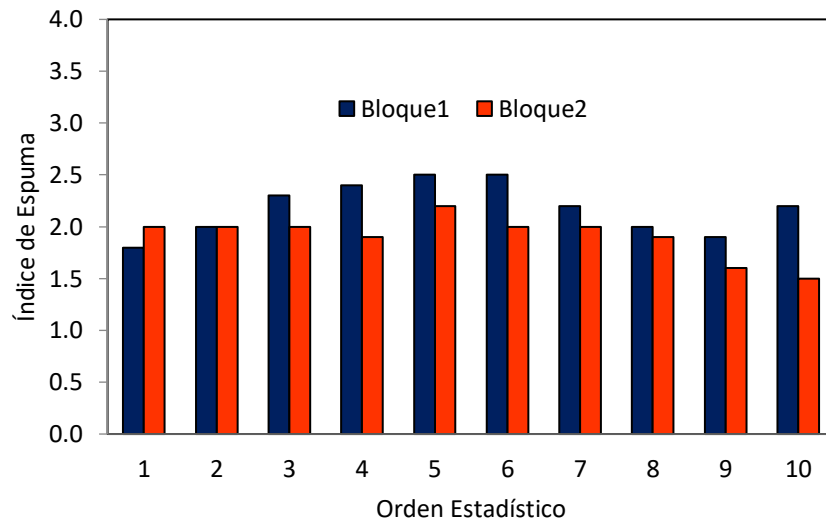
Orden Estadístico	Volumen final	Índice de Espuma
PC1	140	1,8
3	150	2
2	165	2,3
1	170	2,4
14	175	2,5
16	175	2,5
13	160	2,2
4	150	2
15	145	1,9
PC2	160	2,2
PC3	150	2
11	150	2
10	150	2
9	145	1,9
6	160	2,2
8	150	2
5	150	2
12	145	1,9
7	130	1,6
PC4	125	1,5

Nota: Elaboración propia

En la tabla 12, se puede verificar los valores de índice de espuma para las muestras de jabón de síntesis, todos con una concentración masa-volumen del 2 %. Con estos valores, se realiza un análisis en una hoja de cálculo en Excel para cálculos los estadígrafos (véase el anexo 11). Se obtiene una media de 2,045 ; desviación estándar de 0,263 y coeficiente de Variación de 12,837 % que indica poca dispersión de los datos en conjunto.

Figura 17

Valores de Índice de Espuma de jabones analizada por bloques



Nota: Elaboración propia

En la figura 17, se visualiza los valores de índice de espuma por bloques, siendo el bloque 2 la réplica del 1, de aquí se puede resaltar una mayor diferencia entre los puntos PC2 y PC4 que están ubicados en el orden estadístico n°10, respecto al resto de puntos experimentales.

Cabe mencionar que, al dar lectura del volumen final obtenido en la probeta, se redondea con aproximación de ± 5 ml, ya que el volumen de espuma generado no es uniforme en las paredes de la probeta por la misma agitación.

4.3.5. Resumen de propiedades fisicoquímicas del jabón de síntesis

Realizando una consolidación de las propiedades físico-químicas encontradas, el porcentaje de alcalinidad libre, de humedad, pH e índice de espuma se pueden resumir en los estadígrafos principales calculados en la siguiente tabla:

Tabla 18*Resumen de propiedades fisicoquímicas del jabón de síntesis*

Estadígrafo	% Alcalinidad libre	% Humedad	pH	Índice de espuma
Mínimo	0,0577	19,82	10,013	1,50
Máximo	0,1971	35,83	10,647	2,50
Media	0,1095	28,32	10,291	2,05
Desviación estándar	0,0333	5,11	0,161	0,263
Varianza	0,0011	26,16	0,026	0,069
Coefficiente de Variación	30,470	18,05	1,562	12,84

Nota: Elaboración propia

En la tabla 18, se muestran los principales estadígrafos según la propiedad fisicoquímica evaluada. Todos los valores encontrados se realizaron por análisis de datos en una hoja de cálculo en Microsoft Excel para mayor detalle según cada parámetro fisicoquímico (véase el anexo 11).

Comparando los coeficientes de variación, se verifica que hay mayor variación del parámetro % alcalinidad libre, ya que alrededor del 70 % de datos se encuentran homogéneos, en contraste con los otros parámetros con 82 %, 98 % y 87 % de homogeneidad entre sus datos.

Para el parámetro % humedad, se nota un valor de desviación estándar 5,11; esto da entender que los valores de porcentaje de humedad se desvían en promedio 5,11 unidades respecto a la media; En los parámetros de % alcalinidad libre, pH e índice de espuma, su desviación respecto a la media es baja

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten establecer un método exacto para aprovechar el aceite de oliva lampante proveniente de zonas productoras del distrito de la Yarada – Los Palos, para la producción de jabón a escala de laboratorio.

Según los valores de índice de acidez de la tabla 13, se puede verificar hasta un máximo de acidez libre de 26,11 % (g ácido oleico) y un índice de acidez de 37,04 como regla general, a mayor grado o índice de acidez, mayor deterioro del aceite. Se puede inferir que este es un aceite que ha sido almacenado por tiempo prolongado, en lo cual se ha degradado, en contraste con el aceite colectado en bodega que da un valor de 2,22 % de acidez libre y 3,15 de índice de acidez. Por otro lado, el Consejo Oleícola Internacional (2009) establece un límite mayor a 3,3 de acidez libre; en ambos casos, el aceite de oliva lampante es útil como materia prima para la producción de jabón, antes de realizar la transformación a producto es necesario conocer el estado actual de la materia prima a través de una caracterización fisicoquímica.

Respecto a los resultados de la masa de jabón de síntesis de la tabla 11, entre todos los datos experimentales, se obtiene un valor máximo de 37,99 g, para una velocidad de 1500 RPM, con alcohol de 70° y concentración de NaOH del 25 %; sin embargo, no se puede afirmar con solo un punto experimental o dos, los factores adecuados que maximizan la variable de salida, por lo que se hace necesario el análisis del diseño experimental 2^k. Esto, de acuerdo al diagrama de Pareto, gráficos de interacción, gráficos de efectos, gráfico de superficie y contorno en la presente investigación, se confirma que los valores óptimos son velocidad de agitación 1200 RPM; grado de alcohol 70° y concentración de NaOH 25 %, de aquí matemáticamente se obtiene un valor óptimo de 36,4868 g

Sobre los resultados de porcentaje de alcalinidad libre en los jabones de síntesis de la tabla 14, entre los 20 puntos experimentales, el valor mínimo fue de 0,0577 % y el valor máximo de 0,19718 %, con una media de 0,10955 %. El parámetro alcalinidad libre indica la presencia de álcali libre expresada como hidróxido de sodio en la muestra, es un indicador que indica si los ácidos grasos presentes se han saponificado correctamente en cuanto tengan menor alcalinidad. Esto se verifica por un ensayo de titulación ácido-base en laboratorio. De acuerdo a la Norma técnica peruana NTP 319.073 Jabones y Detergentes. Requisitos (2017), se considera, para jabones en pastillas, un máximo de 0,07 % de alcalinidad libre como NaOH. Para esta investigación solo un 20 % de los experimentos se encuentra dentro del límite que establece dicha norma. Por otro lado, según la ISO 685:1975, los valores deben ser inferior al 2 %, por lo que según la norma internacional sí cumple con el parámetro de calidad. Cabe indicar que, de acuerdo al diseño experimental, el factor de % NaOH se ha establecido en 25; 27,5 y 30% NaOH y el valor óptimo fue de 25 %. Para mejorar esto y lograr el límite máximo de la Norma, se puede realizar el diseño experimental a menor concentración; de esta manera, obtener valores de alcalinidad menores.

En cuanto a los resultados de porcentaje de humedad y componentes volátiles en los jabones de síntesis de la tabla 15, los valores oscilan desde 19,82 hasta un máximo de 35,83 %, la media encontrada es de 28,325 %. En comparación con los jabones comerciales, tiene mayor porcentaje de humedad; esto debido principalmente al proceso de filtración durante el proceso. De acuerdo a la Norma técnica peruana NTP 319.073 Jabones y Detergentes. Requisitos (2017), el límite de la humedad y materia volátil a 105 °C es de 16 %. Para esta investigación, todos los valores superan el 16 %, siendo el mínimo valor de 19,82 %. Según De la Cruz (2012), en su investigación de calidad fisicoquímica de los jabones en barra, comercializadas en la ciudad de Trujillo, los valores de humedad por encima del máximo permitido pueden ocasionar un bajo rendimiento en cuanto a la durabilidad. Para poder llegar a la norma establecida, se puede realizar una mejor filtración utilizando una bomba de vacío con embudo de buchner, además asegurando la poca adición de agua de lavado y un papel filtro más grueso.

Acerca de los resultados de pH en los jabones de síntesis de la tabla 16, los valores oscilan desde 10,01 hasta un máximo de 10,647; la media fue de 10,291. El porcentaje masa-volumen para la medición de pH fue al 1%, en contraste se hizo comparación al 2% y al 5 %, encontrándose valores semejantes. Cabe mencionar que estos valores son preliminares, ya que, de acuerdo al tiempo de curación, los valores de pH continuarán disminuyendo hasta un pH mayor que siete. El tiempo medido hasta tal punto se le conoce como tiempo de curado del jabón, esto también depende del tipo de jabón que se obtiene.

De acuerdo al estudio de caracterización de pH de jabones comerciales, De la Cruz (2012) obtiene un valor promedio de 10,0; por contraste, los resultados en la investigación están muy cerca a este valor.

Según Ashrafy et al. (2016). en su *Estudio de las propiedades fisicoquímicas de algunos jabones comerciales disponibles en el mercado de Bangladesh*, los valores de pH más alto hacen que el jabón sea básico y forme espuma fácilmente. De acuerdo a Requeno (2012), en el cuadro de controles fisicoquímicos de jabón de Simarouba glauca DC, el rango específico va de 7,0 a 11,0 indicativo que los jabones se pueden utilizar como artículo de aseo sin lastimar la piel. De los resultados obtenidos, todas las muestras se encuentran en los niveles permitidos.

De los resultados de índice de espuma en los jabones de síntesis, los valores oscilan entre 1,5 hasta un máximo de 2,5; la media fue de 2,045; las pruebas se realizaron a temperatura ambiental 25°C y con agua destilada, ya que, según Bhatane (2020), la capacidad de formación de espuma del jabón es máxima en agua destilada en comparación con la del agua del grifo, los valores en comparación a otros jabones del mercado nacional e internacional son relativamente bajos. Según Brenes (2014), el índice de espumabilidad indica el desempeño de estos jabones en aguas duras, a un mayor porcentaje de espuma mejor el desempeño. Si se compara con una marca comercial como PROTEX, el índice de espuma es de 3,5; esto es superior a la media obtenida en la investigación. Cabe mencionar que, a los jabones comerciales, se le agregan aditivos, conservantes y, entre ellos, espumantes adicionales para mejorar su eficacia.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados de la presente investigación, se ha determinado un método de optimización por superficie de respuesta, para el aprovechamiento del aceite de oliva proveniente distrito de la Yarada - Los Palos, región de Tacna, para la producción de jabones a escala de laboratorio. Se estableció los factores óptimos para la producción de jabón de aceite de oliva lampante en laboratorio, que son velocidad de agitación 1200 RPM, Grado de alcohol 70° y concentración de NaOH del 25%. De estas variables, el más significativo para maximizar la masa de jabón es el factor grado de alcohol.
2. Se caracterizó las propiedades fisicoquímicas el jabón de síntesis. Los valores medios obtenidos fueron de 0,1095 % alcalinidad libre, 19,82 % de humedad, 10,29 de pH, y 2,05 de índice de espuma, encontrándose que el parámetro pH se acerca a los valores promedio de los jabones comerciales. Respecto al porcentaje de alcalinidad, todas las pruebas están por debajo del 2 % que es el límite exigido según la norma ISO 685:1975, y el porcentaje de humedad para todas las pruebas supera el valor de 16 % que dispone la Norma Técnica Peruana 319.073. Jabón de tocador. Requisitos.
3. Según la encuesta realizada presencial y virtual a los pobladores y personal de algunas empresas productoras de aceite de oliva, en total 50, del distrito de la Yarada – Los Palos, el 50 % desconoce los usos del aceite de oliva lampante como materia prima para producir jabones y el 40 % desearía realizar jabones si tuviera los conocimientos y recursos necesario

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que el aceite de oliva lampante no tenga mucho tiempo de almacenamiento para evitar usar un aceite muy degradado; además, que no se encuentre con partículas sólidas, tierra u otros componentes. Se puede realizar una previa filtración con algodón para obtener una muestra más representativa. Así también, el uso de reactivos como hidróxido de sodio NaOH es regulado por la SUNAT, por lo que no se comercializa a público en general; en cambio, sí se puede tramitar la compra como reactivo de laboratorio para universidades públicas y privadas, esto con fines de investigación y proyectos.

2. Incentivar a las escuelas profesionales de las universidades públicas y privadas, institutos y centros de producción a la investigación y caracterización de jabones en base a aceites vegetales como el aceite de oliva lampante, para mayor ampliación del conocimiento sobre estos cosméticos, conjuntamente promover el uso de estos jabones y beneficios para el cuidado de la higiene personal, la desinfección y la salud de las personas.

3. Fomentar y promover talleres en el distrito de la Yarada – Los Palos junto con el Gobierno Regional de Tacna y la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, para los productores y empresarios en cuanto a la industrialización del aceite de oliva lampante para la producción de cosméticos como los jabones; ya que, como región productora de olivo, es importante la mejora y obtención de productos de valor agregado. Esto se hace posible empezando con la concientización de empresarios, autoridades y productores acerca de la importancia del uso de tecnologías de transformación para mejora de sus productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceite de las valdesas (2019). <https://www.aceitedelasvaldesas.com>. Obtenido de <https://www.aceitedelasvaldesas.com/faq/varios/para-que-sirve-el-aceite-de-oliva/>
- Adams (1965). *La inequidad en el intercambio social*. En L. Berkowitz (Ed.), *Avances en psicología social experimental*. New York: Academic Press.
- agraria.pe. (2019). *Agencia Agraria de Noticias*. Obtenido de agraria.pe: <https://agraria.pe/noticias/excedente-de-aceituna-en-nuestro-pais-alcanza--19144>
- Agroes (2019). <https://www.agroes.es>. Obtenido de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-frutales-y-fruticultura/olivo/cultivo-del-olivo/275-olivo-clima-y-suelo>
- Ahmed, S., Razia, C. y Hussain Sherazi, S. T. (2019). Evaluation of Physico-chemical Properties in Selected. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.*, Vol. 20, No. 2 (2019) 177 – 183.
- Alguacil, S. (s.f.). *OEI*. Obtenido de ¿Cuánto valen los desechos de la aceituna?: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes061.htm#:~:text=As%C3%AD%20que%20adem%C3%A1s%20de%20generar,millones%20de%20toneladas%20de%20residuos>.
- Álvarez, M. (25 de abril de 2017). *Canales sectoriales*. Obtenido de El olivar en el mundo: más de 1.500 millones de olivos que abastecen de aceite a 174 países: <https://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/Articulos/184882-olivar-en-mundo-mas-de-1500-millones-de-olivos-que-abastecen-de-aceite-a-174-paises.html>
- Araseretnam , S. y Venujah, K. (2019). Preparation of soaps by using of different oil and analyze their properties. *Nat Prod Chem Res*, 7(357), 2-4.
- Ashrafy, H., Sazal, K., Sajal, S. y Joyanto, K. (2016). Study on the Physicochemical Properties of Some Commercial Soaps Available in Bangladeshi Market. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)*, PP 9-12.

- Aula Natural (15 de febrero de 2016). *Métodos de elaboración de jabones naturales*. Obtenido de <https://aula-natural.com/metodos-de-elaboracion-de-jabones-naturales/>
- Barranco, D., Fernández, D. y Rallo, L. (2008). *El cultivo del olivo (sexta edición)* Andalucía, España.: Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca.
- Betsy, K. J., Reshma, F. y Jaya, T. (2013). Determination of alkali content and total fatty matter in cleansing agents. *Asian Journal of Science and Applied Technology*, 2:8-12.
- Bhatane, P. B. y Harangule, Y. (2020). Investigation of Foaming Capacity of Different Washing Soap. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN TECHNOLOGY*, Volume 6 Issue 12.
- Caisaguano, M. (2010). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de jabón de tocador artesanal, ubicada en la provincia de Cotopaxi, en la ciudad de Latacunga*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cayuela, J. (2017). Assessing olive oil peroxide value by NIRS,. *NIR news*, Vol. 28(3) 12–16.
- CBH AGRO INNOVA (2020). www.cbh.es/precio-aceite-oliva/lampante. Obtenido de <https://cbh.es/precio-aceite-oliva/lampante/#:~:text=Los%20usos%20del%20aceite%20de,en%20la%20industria%20del%20alimento>.
- Chalco, J. y Serrano, G. (2017). *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*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Cincolivas. (23 de mayo de 2018). <https://www.cincolivas.com/>. Obtenido de <https://www.cincolivas.com/blog/aceite-de-oliva-lampante/>
- Clickmica. (2020). *¿Qué es el jabón?* Obtenido de <https://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/100-preguntas-100-respuestas/que-es-el-jabon/>
- Comisión de las Comunidades Europeas (2015). *Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1833, relativo a las características de los aceites de oliva y*. España: Diario Oficial de la Unión Europea.

- Consejo Oleícola Internacional COI/T.15/NC nº 3/Rev. 4. (2009). *NORMA COMERCIAL APLICABLE A LOS ACEITES DE OLIVA Y LOS ACEITES DE ORUJO DE OLIVA*. Madrid.
- Córdova, E. E., Navarro, V., Pardo, F. G. y Soto, E. A. (2018). *Diseño de un sistema Productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja en el restaurante Salomé II del centro poblado de Jibito, Sullana*. Piura: Repositorio Institucional PIRHUA.
- De la Cruz Salazar, M. y Fernandez Vargas, V. (2012). *Control de Calidad Fisicoquímico de jabones de tocador en barra, comercializados en la ciudad de Trujillo, 2012*. Trujillo.
- Directo del Olivar (2020). <https://www.directodelolivar.com>. Obtenido de <https://www.directodelolivar.com/tipos-de-aceite-de-oliva/#:~:text=El%20aceite%20de%20oliva%20lampante,apto%20para%20el%20consumo%20humano>.
- Erazo, M. (1999). *Producción de jabones y detergentes*. Obtenido de <http://www.procesosvirtuales.com/documentos/archivos/DT-PI01-002.pdf>
- Félix, S., Araújo, J., Pires, A. y Sousa, A. (2017). Soap production: A green prospective. *Waste Management*, 1-6.
- Fisher, D. (2020). *The Spruce Crafts*. Obtenido de <https://www.thesprucecrafts.com/cure-in-cold-process-soaps-516806>
- Flores, M. (2017). *Ingeniería Básica de una Planta de Producción de Jabón Sólido*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- French, J. y Kahn, R. (1962). *A Programmatic Approach to Studying the Industrial Environment and Mental Health*. EEUU: Journal of Social Issues.
- Gfatter, R., Hackel, P. y Braun, F. (1997). Effects of soap and detergents on skin surface pH, s stratum corneum hydration and fat content in infants. *Dermatology*, 195(3), 258-262.
- Gran Velada. (junio de 2017). *Como hacer Jabones naturales*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/blog/como-hacer-jabones-naturales/>
- Guardian, T. (2020). *guardian.ng*. Obtenido de <https://guardian.ng>: <https://guardian.ng/business-services/making-soap-manufacturing-a-reality/>
- Guerrero, C. (2014). *Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados*. España: Universidad de Almería.

- Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2008). *ANálisis y diseño de experimentos (2da edición)*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Hautfenne, A. (1982). Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. *Edition 1st Supplement: Part 5. Pure and Applied Chemistry*, 54:1257-1295.
- Hendrickson, J. (1970). *Preparación de un jabón por saponificación de un aceite vegetal*. Obtenido de <http://tenoch.pquim.unam.mx/academico/qo/soap/jabon.html>
- Hernández, C. (2002). *La fabricación de los jabones*. Obtenido de www.tintonet.com/tintoreros/jabones.html
- Hernández, M. D. (2017). *Determinación del índice de saponificación en aceite de maíz usando una lipasa de procedencia nacional*. Mérida: Universidad de los Andes.
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Higgins. (1999). *Cuando hacer auto-discrepancias tienen relaciones específicas a las emociones*. Revista de Personalidad y Psicología Social.
- Illanes, M. A. (2018). *Plan de negocio de exportación de jabones naturales de Quínu a Italia*. La Paz: Universidad Andina Simón Bolívar.
- INACAL (2017). *NTP 319.099*. Lima: INACAL.
- INACAL (2017). *NTP 319.100.1974 Determinación de la humedad y materias volátiles. Método de la estufa*. Lima.
- INACAL (2017). *NTP319.073.1978 JABONES Y DETERGENTES. Jabón de tocador. Requisitos*. Lima.
- INACAL (2018). *NTP 209.013 ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Aceite de oliva*. Lima: INACAL.
- K. J. Betsy, M. J., Reshma, F. y Jaya, T. (2013). Determination of Alkali Content & Total Fatty Matter in. *Asian Journal of Science and Applied Technology*, Vol. 2 No. 1, 2013, pp.8-12.
- Karasek, R. (1979). *Job demands, Job decision latitude and mental strain: Implications for job redesign*. Dinamarca: Administrative Science Quarterly.
- Kiritsakis, A. (1992). *El aceite de oliva*. Madrid, España: Ed. Madrid Vicente.
- Lara, R. (10 de febrero de 2007). *Jabones naturales artesanales*. Obtenido de <http://www.jabonessakpo.com.mx/>

- lasentipensante.com. (7 de octubre de 2019). *www.lasentipensante.com*. Obtenido de <https://www.lasentipensante.com/jabon-natural-vs-jabon-industrial/>
- Legesse , A. (2020). Preparation of Laundry Soap from Used Cooking Oils: Getting value out of waste. *Scientific Research and Essays*, 15(1), 1-10.
- Leyva, M. y Torres, V. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite de vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Locke. (1976). *La naturaleza y causas de la satisfacción en el trabajo*. En MD Dunnette (Ed.), *Manual de psicología industrial y organizacional*. Chicago: Rand McNally.
- Mamani, E. (2017). *Obtención y caracterización de biodiesel a partir de desechos de aceite de la cocina del comedor universitario de la unjbg, mediante transesterificación alcalina*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.
- Maslach, C. y Jackson, S. (1986). *Maslach Burnout Inventory (segunda edición)*. . California, EEUU: Consulting Psychologist Press.
- McGee, H. (2004). *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen (en inglés) (ed. rev. edición)*. New York: Scribner. p. 896. ISBN 0684800012.
- Medina, S. y Quequezana, F. (2019). *Consumo de los aceites de oliva vírgenes en la provincia de Tacna, 2019*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Molina Herrerías, J. A. (2013). *Obtención de aceites de Oliva Virgenes* . Andalucía: IC Editorial.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. Arizona: Wiley.
- Ocampo, G., Caldas, Ó., Núñez, E. y Rodríguez, J. (2019). *“Ecoleaner” elaboración de jabones con aceite vegetal reciclado*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Ojeda, R. C. (2013). *Obtención de aceites de oliva refinados*. Andalucía: IC Editorial.
- Oleoelvira. (2019). <http://www.oleoelvira.es>. Obtenido de http://www.oleoelvira.es/Oleo_Elvira/Morfologia.html
- Pérez, Y. (2015). *Tipos de Jabones*. Obtenido de <https://www.equipodaphne.es/belleza/tipos-de-jabones/>
- Popescu, V., Soceanu, A., Dobrin, S. y Stancio , G. (2011). Quality control and evaluation of certain properties for soaps made in Romania . *Scientific Study & Research* , 12(3),257.
- Preciado, A. (2017). *Evaluación del aceite reciclado de cocina para su reutilización*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

- Propronews. (17 de noviembre de 2019). *Planta un olivo*. Obtenido de <https://www.propronews.es/planta-un-olivo/>
- Quillahumán, K., Soncco, E. y Vigil, L. (2018). *Empresa productora y comercializadora de jabones artesanales naturales Éclat S.R.L.* Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.
- Requeno Ardon, C. y Madrid Guzman, M. (2012). *FABRICACIÓN DE JABONES MEDICINALES A PARTIR DE LOS EXTRACTOS NATURALES Myroxylon balsamum y Simarouba glauca DC Y SU EVALUACIÓN MICROBIANA CONTRA Staphylococcus aureus*. SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.
- Robbins y Coulter. (2005). *Administración (octava edición)*. México: Prentice Hall.
- Rojas, M. (2014). *Saponificación*. Obtenido de Webnode: <https://grasas-y-aceites-vegetales.webnode.com.co/aplicaciones/saponificacion/>
- Samuelsson, R., Burvall, J. y Jirjis, R. (2006). Comparison of different methods for the determination of moisture content in biomass . *Biomass and Bioenergy*, 30(11) , 929-934.
- Saneamiento, C. d. (agosto de 2014). *CAWST El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento*. Obtenido de www.cawst.org.
- Serrano, J. (14 de julio de 2018). *¿Es posible coger una infección por usar una barra de jabón que hayan utilizado varias otras personas?* Obtenido de <https://web.archive.org/web/20180714200200/https://es.gizmodo.com/es-posible-coger-una-infeccion-por-usar-una-barra-de-j-1827601081>
- Sharma, K. P., Belbase, A. y Neupane, U. (2020). Quality Control and Evaluation of Certain Properties of Soaps Available in Butwal Sub-metropolitan City, Nepal. *Butwal Campus Journal*, 2(1), 6 –12.
- Siegrist, J. (1966). *Adverse health effects of high effort-lowreward conditions*. . Suiza: Journal Occup Health Psycho.
- Soap, A. (2018). *Academia de Investigación y Desarrollo de Fabricación de Jabón*. Obtenido de <https://artizsoap.com/soap-ph-indications/>.
- Staw Bell y Clausen. (1986). *El enfoque disposicional a las actitudes de empleo: Una prueba longitudinal de por vida*. *Administrative Science Quarterly* .
- Taiwo, A., Oluwadare, I., Shobo, A. y Amolegbe, S. (2008). Physical and chemical characteristics of soap. *Science Research and Essay*, 3:515-517.

- Távora, G., Córdova, E., Navarro, V., Pardo, F. y Soto, E. (2018). *Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante Salomé II del Centro Poblado Jibito, Sullana*. Piura: Universidad de Piura.
- The International Fragrance Association. (2019). DETERMINATION OF THE PEROXIDE VALUE. *IFRA | THE INTERNATIONAL FRAGRANCE ASSOCIATION*, 1-8.
- Vargas, A. (28 de Marzo de 2020). *Jabón casero o industrial:Cuál es el mejor*. Obtenido de <https://quees.app/jabon-casero-o-industrial-cual-es-el-mejor/>
- Vargas, A. y Valderrama, D. (2017). *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*. Santiago de Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana Cali .
- Vidal, N. P., Oludoyin Adeseun, A., Thu Huong, P. y Abira Mumtaz, C. M. (2018). The Effects of Cold Saponification on the Unsaponified Fatty acids composition and sensory perception of Commercial natural herbal of Soaps. *Molecules*, 23, 2356.
- Viñas Ospino, A. M. (2020). *Caracterización y clasificación quimiométrica de aceites virgenes comercializados en supermercados de lima metropolitana*. Lima.
- Vivian, O. P., Nathan, O., Osano, A. y Mesopirr, L. (2014). Assessment of the physicochemical properties of selected commercial soaps manufactured and sold in Kenya. *Open J. Appl. Sci.*, 4, 433.
- Wade, L. (2016). *Organic Chemistry Ninth Edition*. California: Pearson.
- Yurkanis Bruice, P. (2008). *Química Orgánica quinta edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

ANEXOS

Anexo 1. Visita y Obtención de la muestra de aceite de oliva lampante en una planta de materia prima de aceites en el distrito de la Yarada- Los Palos

Figura 18

Toma de muestra del aceite de oliva lampante en bodega de la Yarada- Los Palos



Nota: Archivos propios

Anexo 2. Muestras neutralizadas de aceite de oliva lampante en bodega, sin filtrado, y filtrado, para la medición de índice de acidez (% Ácido Oleico)

Figura 19

Muestras de aceite neutralizadas con KOH 1 N

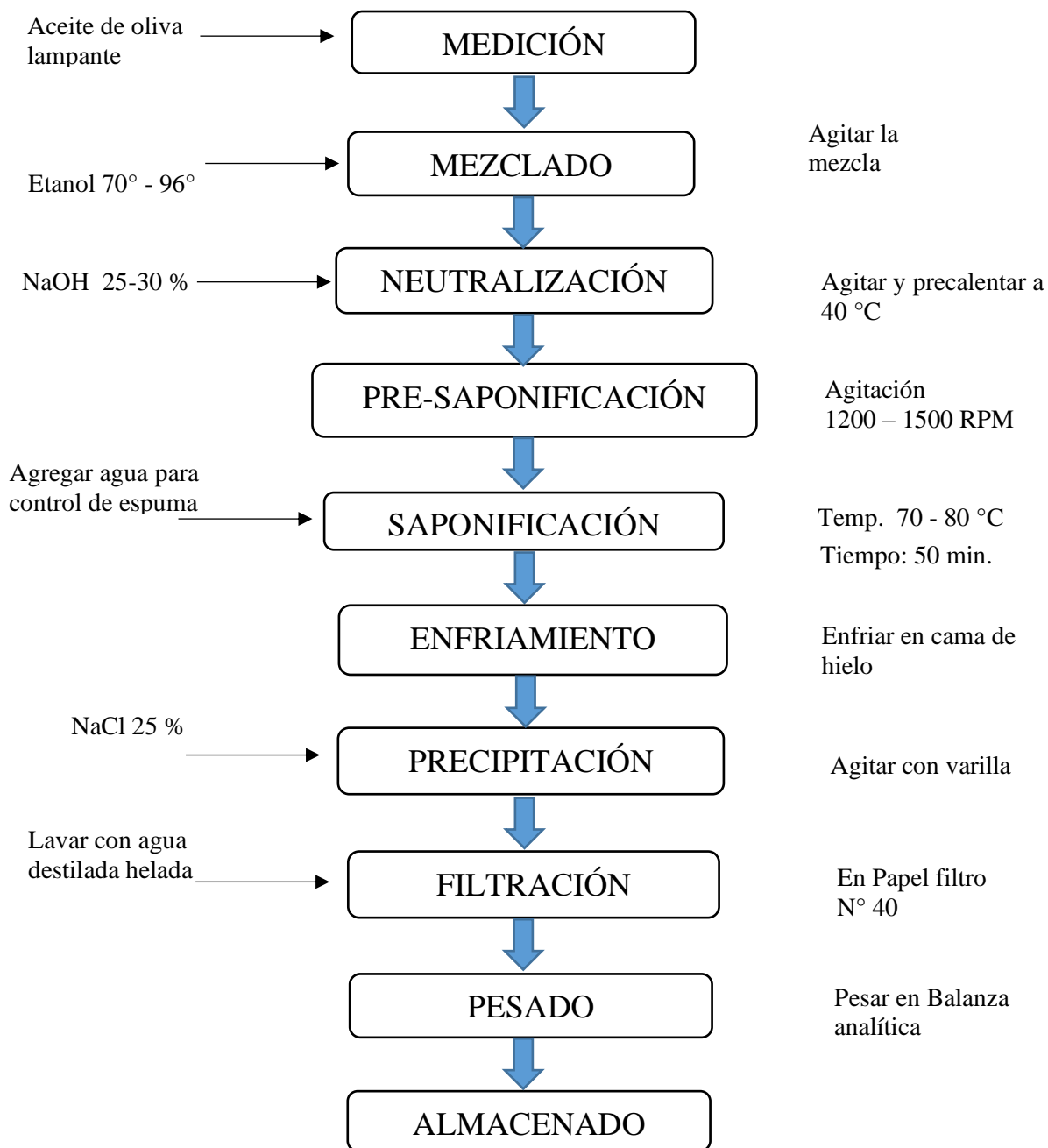


Nota: archivos propios

Anexo 3. Diagrama de Bloques del Proceso de Saponificación del aceite de oliva lampante en laboratorio

Figura 20

Diagrama de bloques del proceso de obtención de jabón de aceite de oliva lampante



Nota: Elaboración propia

Anexo 4. Fotos de soluciones preparadas para la síntesis de jabón

Figura 21

Soluciones de 30 %NaOH y 25 % NaCl preparadas en laboratorio



Nota: Archivos propios

Anexo 5. Operaciones realizadas en la síntesis de jabón en laboratorio

Figura 22

Control de Velocidad RPM y Temperatura en agitador magnético con calentamiento



Nota: Archivos propios

Figura 23

Saponificación del aceite de oliva lampante



Nota: Archivos propios

Figura 24

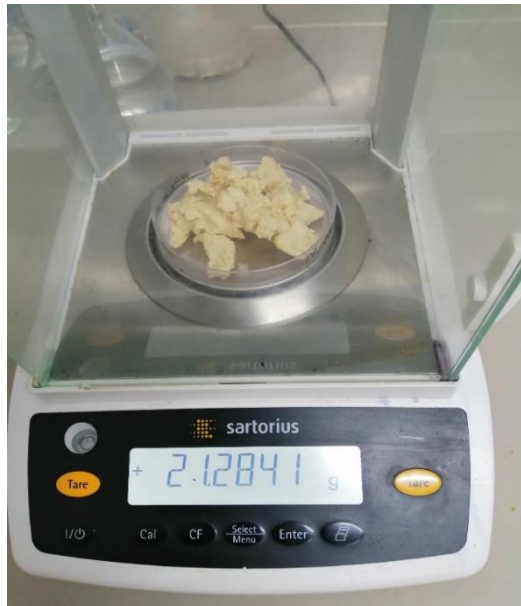
Filtración de gránulos de jabón de aceite de oliva lampante



Nota: Archivos propios

Figura 25

Pesado del jabón de aceite de oliva lampante en forma de gránulos



Nota: Archivos propios

Figura 26

Almacenado de jabón de aceite de oliva lampante en placas Petri

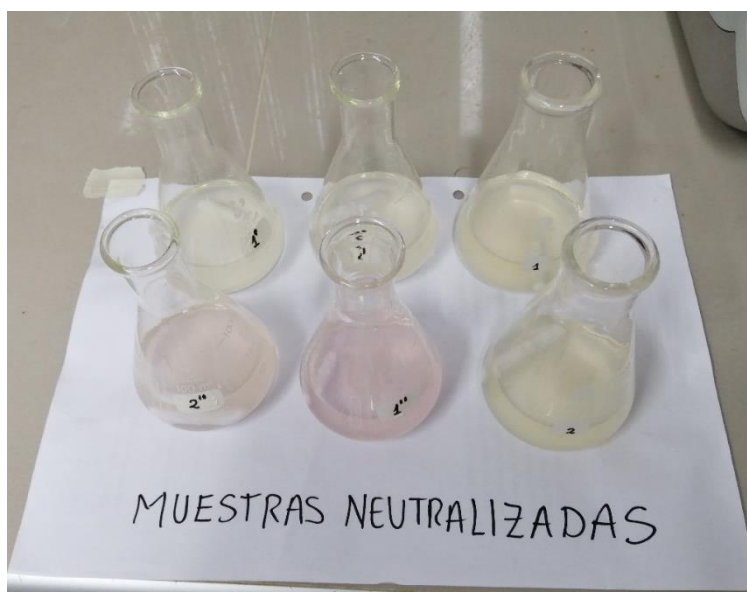


Nota: Archivos propios

Anexo 6. Ensayos fisicoquímicos de los jabones sintetizados

Figura 27

Prueba de Alcalinidad libre de las muestras de jabón de síntesis en laboratorio



Nota: Archivos propios

Figura 28

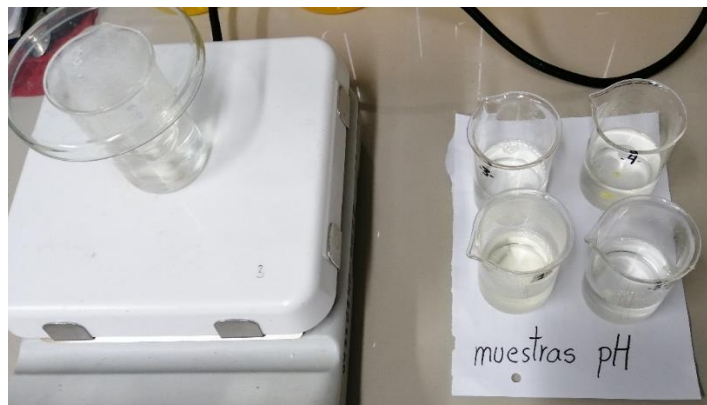
Prueba de humedad de las muestras de jabón de síntesis en laboratorio



Nota: Archivos propios

Figura 29

Prueba de pH del jabón de síntesis en laboratorio



Nota: Archivos propios

Figura 30

Prueba de Índice de Espuma del jabón de síntesis en laboratorio

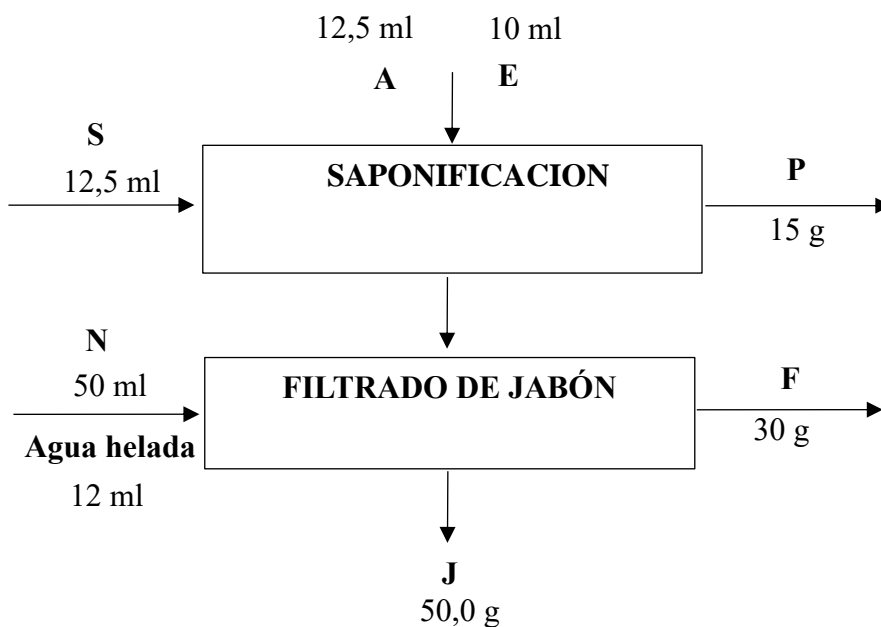


Nota: Archivos propios

Anexo 7. Balance de Materia del Proceso de Saponificación del aceite de oliva lampante según diseño

Figura 31

Balance de materia global del jabón de síntesis Base de cálculo para 50 gramos teóricos



Nota: Elaboración propia

Donde:

A: Aceite de oliva lampante (densidad= 0,916 g/ml)

E: Etanol 96° (densidad=0,805 g/ml)

S: Soda cáustica 25 % m/v

P: masa de pérdidas por evaporación de la mezcla

N: solución NaCl 25 % m/v frío en gramos

F : masa de Filtrado en gramos

J: masa de jabón húmedo en gramos

Para Realizar el cálculo de balance global se convierte las unidades de volumen a masa con la densidad correspondiente y se usa el porcentaje de la solución de soda según el volumen agregado.

Para obtener el % Rendimiento se divide entre la masa experimental obtenida y se multiplica por cien.

Anexo 8. Resultados de Predicción según regresión del análisis del diseño experimental 2 a la k con puntos centrales para jabón de síntesis

Tabla 19

Coefficientes de regresión del modelo experimental para jabón de síntesis

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	323,496
A:velocidad	-0,0992845
B:Grado alcohol	-2,76758
C:%NaOH	-7,35646
AB	0,000745897
AC	0,00168733
BC	0,0551423

Nota: Archivos propios

Tabla 20

Valores de predicciones estimadas para jabón de síntesis

<i>Fila</i>	<i>Observados</i>	<i>Ajustados</i>	<i>Inferior</i> <i>95,0%</i>	<i>Superior</i> <i>95,0%</i>
	<i>Valores</i>	<i>Valores</i>	<i>para Media</i>	<i>para Media</i>
1	31,978	28,6178	25,2507	31,9849
2	19,583	22,7297	15,3912	30,0681
3	28,929	28,2137	20,8752	35,5521
4	34,562	35,5722	28,2337	42,9106
5	30,197	29,2782	21,9397	36,6166
6	34,787	29,4222	22,0837	36,7606
7	30,514	34,1057	26,7672	41,4441
8	22,767	22,5397	15,2012	29,8781
9	24,255	27,0812	19,7427	34,4196
10	28,606	28,6178	25,2507	31,9849
11	30,882	30,4471	27,08	33,8142
12	26,178	24,559	17,2205	31,8974
13	27,8	30,043	22,7045	37,3814
14	37,979	37,4015	30,063	44,7399
15	29,756	31,1075	23,769	38,4459
16	24,359	31,2515	23,913	38,5899
17	37,999	35,935	28,5965	43,2734
18	23,709	24,369	17,0305	31,7074
19	31,304	28,9105	21,572	36,2489
20	34,505	30,4471	27,08	33,8142

Nota: Archivos propios

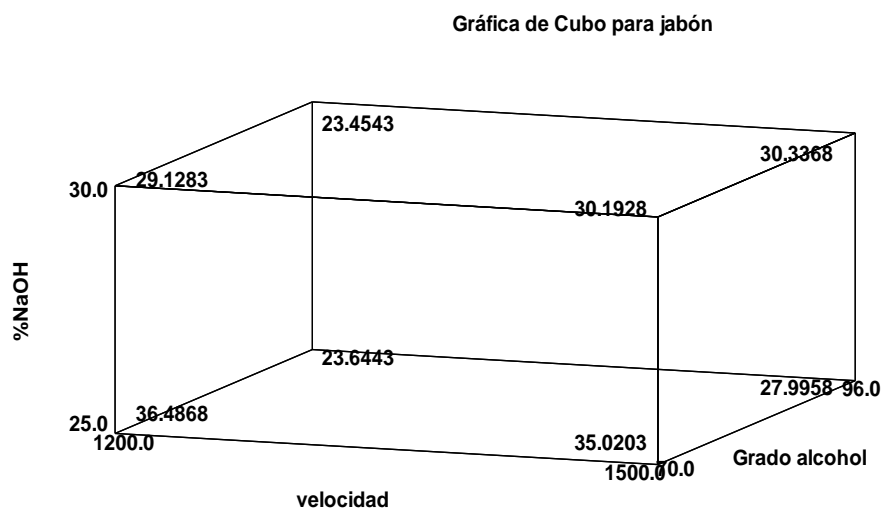
Promedio de 4 puntos centrales = 31,4928

Promedio de las predicciones del modelo al centro = 29,5325

Anexo 9. Gráfica de Cubo y análisis residual para los factores en el diseño experimental 2 a la k con puntos centrales para jabón

Figura 32

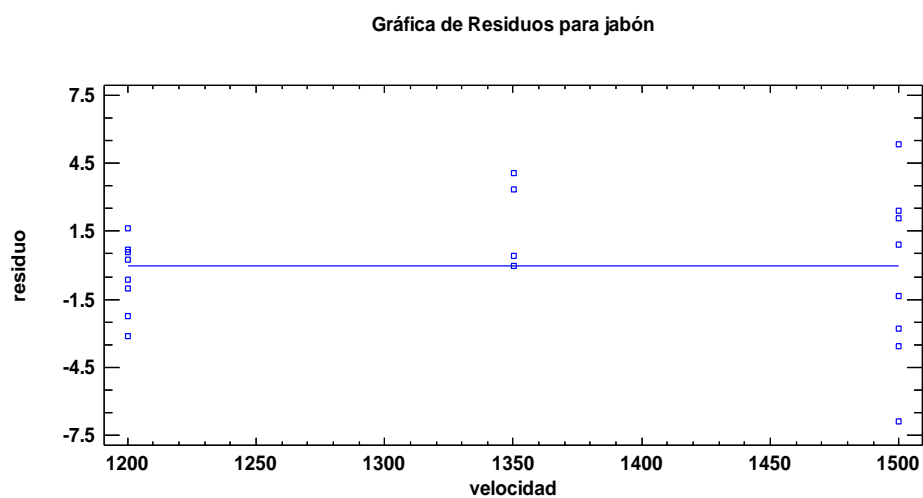
Gráfico de Cubo del análisis experimental 2 a la k para jabón



Nota: Archivos propios

Figura 33

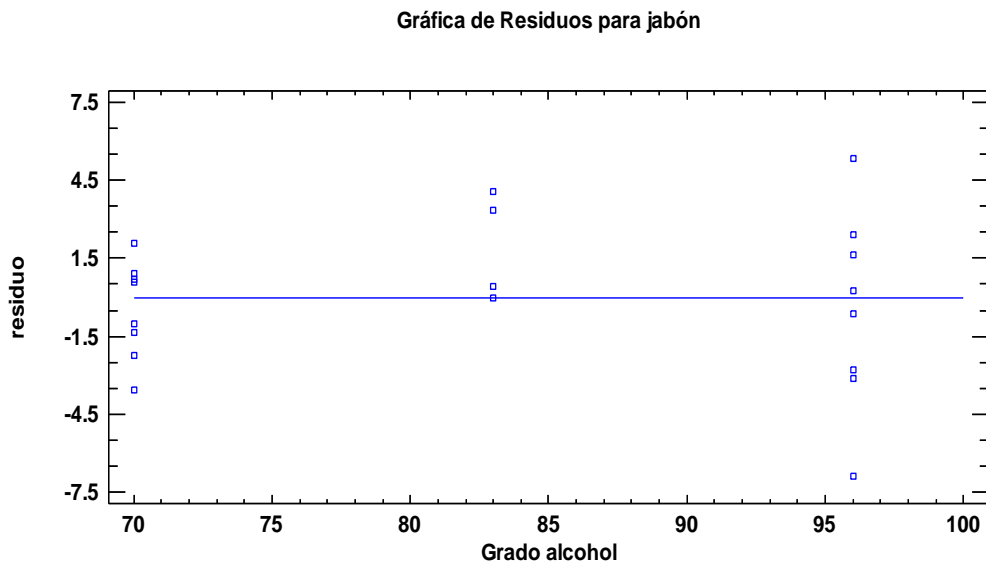
Gráfica de Residuo para el factor de velocidad en RPM



Nota: Archivos propios

Figura 34

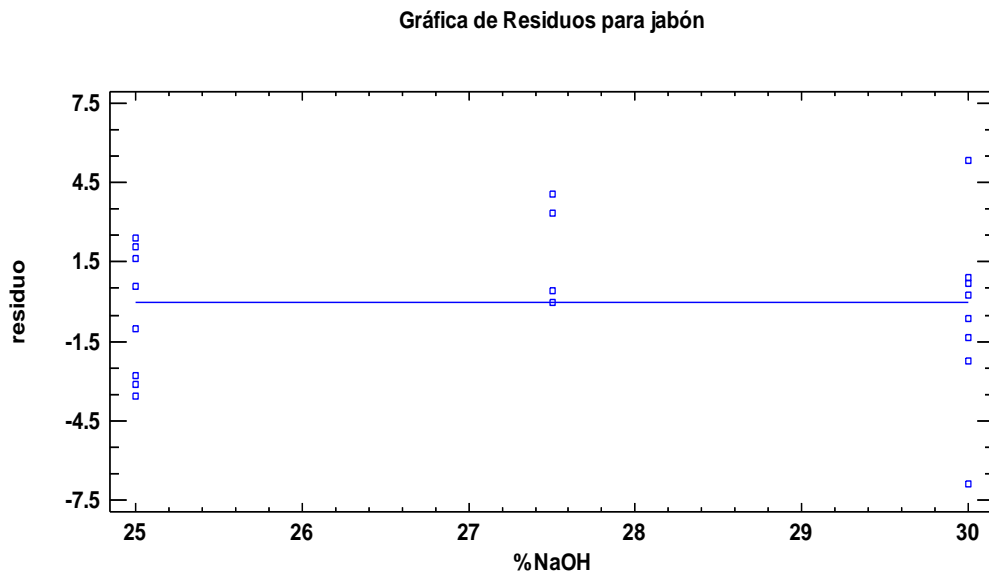
Gráfico de Residuo para el factor de Grado Alcohólico



Nota: Archivos propios

Figura 35

Gráfico de residuo para el factor % NaOH



Nota: Archivos propios

Anexo 11. Estadística descriptiva de los análisis fisicoquímicos de jabón de aceite de oliva lampante obtenido en laboratorio

Tabla 22

Estadísticos de la masa de jabón de síntesis

<i>Estadígrafos</i>	
Media	29,748
Error típico	1,178
Mediana	30,11
Desviación estándar	5,271
Varianza de la muestra	27,792
Curtosis	-0,619
Coficiente de asimetría	-0,030
Rango	18,5
Mínimo	19,56
Máximo	38,06
Suma	594,963
Cuenta	20

Nota: Archivos propios

Tabla 23

Estadísticos de alcalinidad libre del jabón de síntesis

<i>Estadígrafos</i>	
Media	0,109
Error típico	0,007
Mediana	0,112
Desviación estándar	0,033
Varianza de la muestra	0,0011
Curtosis	1,330
Coficiente de asimetría	0,925
Rango	0,139
Mínimo	0,057
Máximo	0,197
Suma	2,191
Cuenta	20

Nota: Archivos propios

Tabla 24*Estadísticos del % humedad del jabón de síntesis*

<i>Estadígrafos</i>	
Media	28,325
Error típico	1,1438
Mediana	29,213
Desviación estándar	5,115
Varianza de la muestra	26,167
Curtosis	-1,330
Coefficiente de asimetría	-0,247
Rango	16,009
Mínimo	19,829
Máximo	35,839
Suma	566,518
Cuenta	20

Nota: Archivos propios**Tabla 25***Estadísticos para el pH del jabón de síntesis*

<i>Estadígrafos</i>	
Media	10,291
Error típico	0,036
Mediana	10,298
Desviación estándar	10,400
Varianza de la muestra	0,161
Curtosis	0,026
Coefficiente de asimetría	-0,308
Rango	0,202
Mínimo	0,633
Máximo	10,013
Suma	10,647
Cuenta	205,828
Media	20

Nota: Archivos propios

Tabla 26*Estadísticos para índice de espuma del jabón de síntesis*

<i>Estadígrafos</i>	
Media	2,045
Error típico	0,059
Mediana	2,000
Desviación estándar	2,000
Varianza de la muestra	0,263
Curtosis	0,069
Coefficiente de asimetría	0,110
Rango	-0,044
Mínimo	1,000
Máximo	1,500
Suma	2,500
Cuenta	40,900
Media	20

Nota: Archivos propios

Anexo 12. Diagrama de Cajas y bigotes de los parámetros fisicoquímicos del Jabón de síntesis

Figura 36

Diagrama de cajas masa de jabón de síntesis

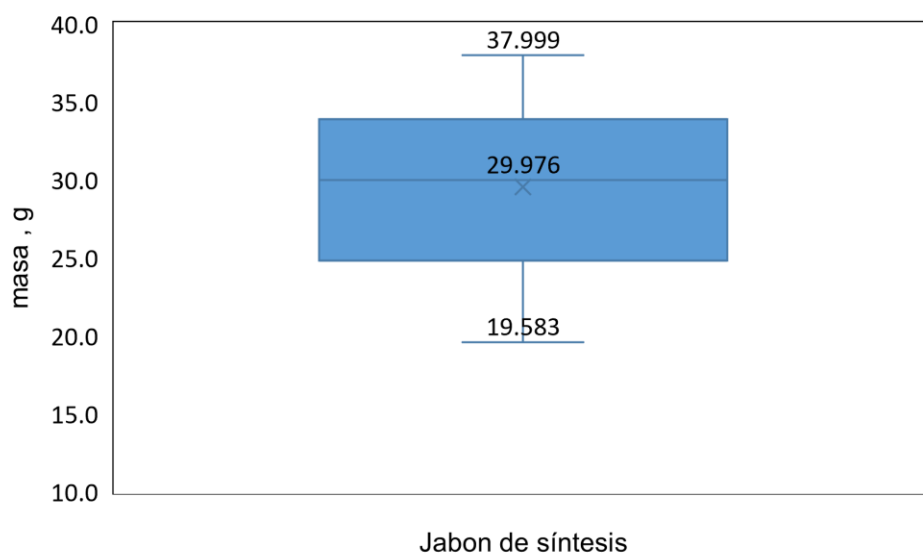
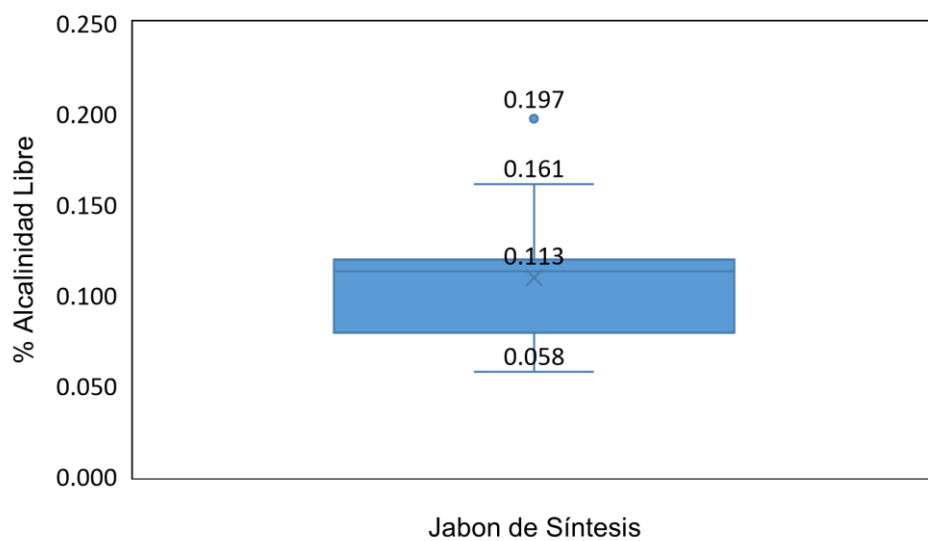


Figura 37

Diagrama de cajas % alcalinidad libre del jabón de síntesis



Nota: Elaboración propia

Figura 38

Diagrama de cajas % Humedad del jabón de síntesis

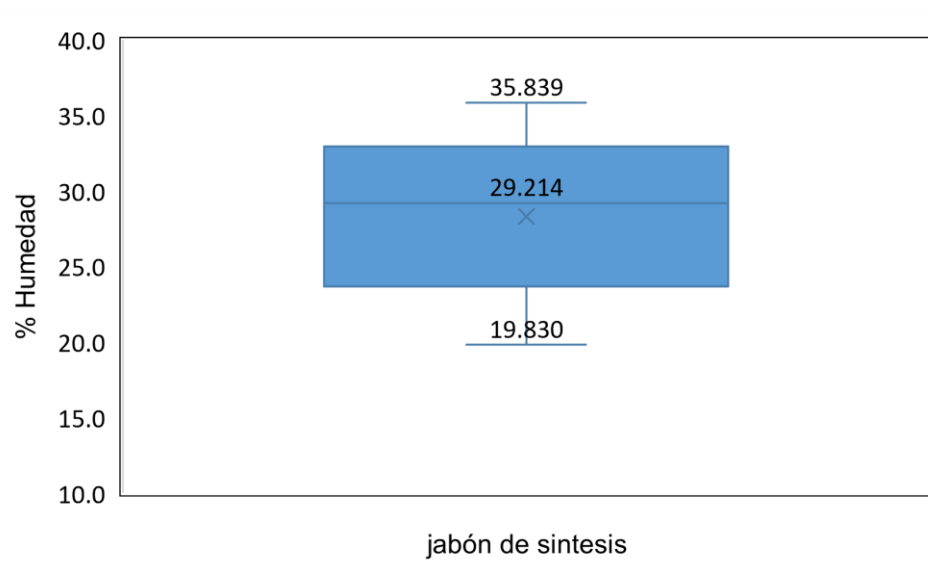
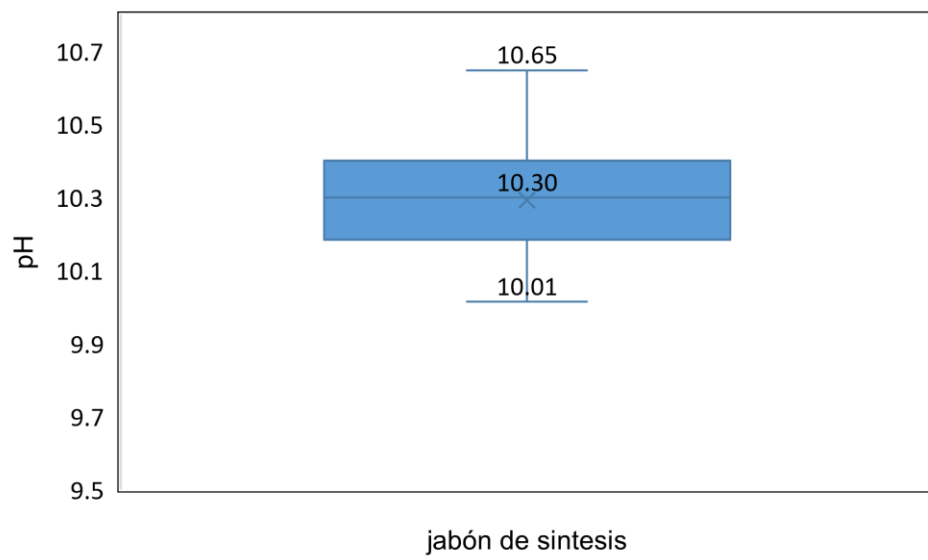


Figura 39

Diagrama de cajas pH del jabón de síntesis



Nota: Elaboración propia

Anexo 13. Informe de ensayo químico de la acidez en % ácido oleico del aceite de oliva lampante

Figura 40

Informe de acidez (g ácido Oleico/100g) para aceite de oliva lampante



QUALITAC CONSULTORES S.A.C
RUC N° 20607515311

INFORME DE ENSAYO
N° 001 - 2021

Cliente : Jhonny Alexander Roque Jilaja
 Dirección : Comité 04 Mz 335 Lt 0 - Asoc. "El Triunfo"
 R.U.C : 10469403284
 E-mail : jhonnyalexander_roque@hotmail.com
 N° de Cotización : ANA - 001 - 2021
 Producto declarado : Aceite lampante
 Lote : -
 Tipo de envase : Pet de 1000 ml
 Fecha de recepción : 23 de julio del 2021
 Fecha de ejecución de ensayo : 26 de julio del 2021

ENSAYO QUÍMICO

N°	Ensayo	Resultado	Valores de referencia
01	Acidez (g. de ácido oleico/ 100 g.)	17.25%	Aceite de oliva virgen extra (máx. 0.8 %) Aceite de oliva virgen (máx. 2 %)

Nota: Archivos propios

Anexo 14. Tabla de Requisitos para Jabón de Tocado según Norma Técnica Peruana NTP 319.073.1978 (Revisada el 2017)

Tabla 27

Requisitos para Jabón de tocador según NTP 319.073.1978(revisada el 2017)

Características	Unid.	Pastilla		Líquido			
				Común		Especial	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Ácidos grasos totales	%	70,0	-	10,0	-	20,0	-
Ácidos resínicos	%	-	3,0	No deberán contener			
Humedad y materia volátil a 105 °C	%	-	16,0	-	-	-	-
Alcalinidad libre, como NaOH	%	-	0,07	-	0,07	-	0,07
Aditivos*	%	-	5,0	-	3,0	-	3,0
Materia grasa no saponificada**	%	-	0,5	-	0,1	-	0,1
Material insoluble en agua ***	%	-	1,2	No deberán contener			
Materia insoluble en alcohol **	%	-	2,5	-	0,5	-	0,5
Glicerina	%	-	-	-	-	-	-
Sacarosa y/o glucosa****	%	-	-	-	-	-	-
Cloruros como ClNa*****	%	-	0,8	-	0,2	-	0,2

* Se calculan por diferencia entre la suma de los porcentajes de las otras características que aparecen en la tabla y 100 %

** No incluye los aceites y ácidos grasos agregados como aditivos suavizantes.

*** No incluye los antibacterianos y aditivos permitidos por la autoridad sanitaria.

**** Exceptuando el azúcar (sacarosa y/o glucosa) agregado.

***** No incluye al cloruro de sodio añadido como aditivo.

Nota: (INACAL, 2017)

Anexo 15. Encuesta de nivel de conocimientos para pobladores del distrito de la Yarada - Los Palos acerca de jabón a partir del aceite de oliva lampante

ENCUESTA N°.....

Fecha:

I. DATOS INDIVIDUALES (llenar)	
1. Nombre:	
2. Sexo:	
3. Edad:	
4. Ocupación:	
5. Distrito :	
II. CONOCIMIENTOS (Marcar)	
1. ¿ Sabe Ud. que es el Aceite de Oliva Lampante ?	a. SI b. NO
2. ¿ Sabe que usos y/o para que pueda servir el Aceite de Oliva Lampante?	a. SI b. NO c. NO MUCHO
3. ¿ Considera al aceite de Oliva Lampante un recurso importante ?	a. SI b. NO c. TAL VEZ
4. ¿Sabía Ud. que a partir del Aceite de Oliva Lampante se puede fabricar jabones ?	a. SI b. NO c. NO MUCHO
5. ¿ Si tuviera los conocimientos y materiales estaría dispuesto en fabricar jabones a partir del aceite de oliva lampante?	a. SI b. NO c. TAL VEZ
6. ¿ Está de acuerdo con la industrialización del Olivo para fabricar jabones ?¿Porque?	a. SI b. NO Porque,
III. PRUEBAS SENSORIALES (Puntuación de 1 al 5)	
A. COLOR	
B. OLOR	
C. TEXTURA	
D. APARIENCIA	
E. APLICACIÓN Y USO	

Nota: Elaboración propia

Anexo 16. Fotos de encuesta y pruebas sensoriales del jabón obtenido en pobladores del distrito de la Yarada - Los Palos

Figura 41

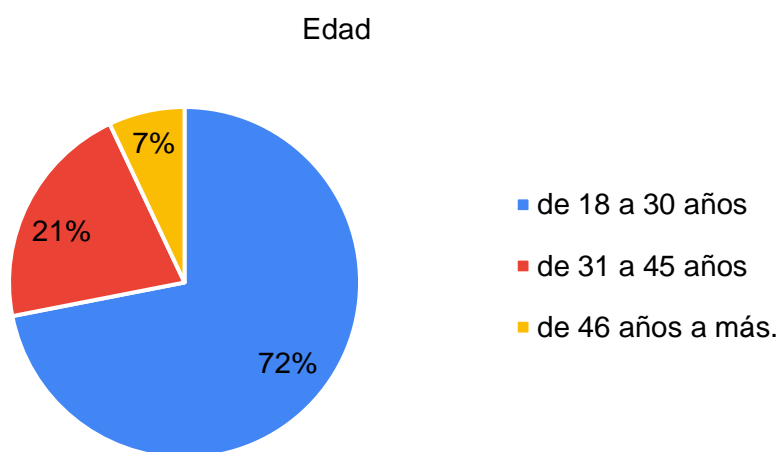
Fotos de encuesta sobre el jabón de aceite de oliva lampante en distrito de la Yarada - Los Palos



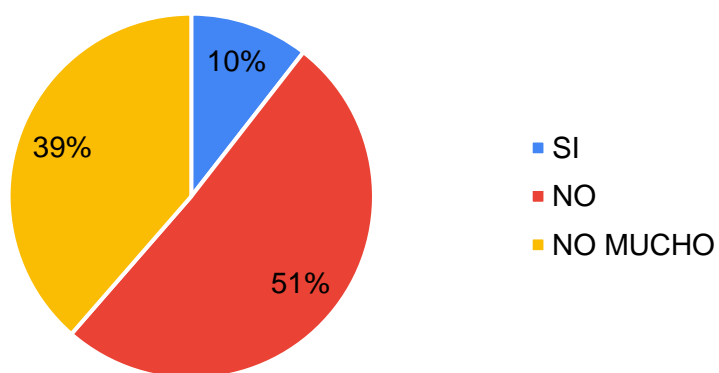
Nota: Archivos propios

Anexo 17. Resultados de la encuesta “Aprovechamiento del aceite de oliva lampante para la producción de jabón en el distrito de la Yarada-Los palos, 2021”

- Total, de Encuestados 57 personas
- Encuestados presencial: 18
- Encuestados virtual : 39
- Link del Formulario de Google para encuesta virtual
<https://forms.gle/qB4kkcakYyKdo9iU6>

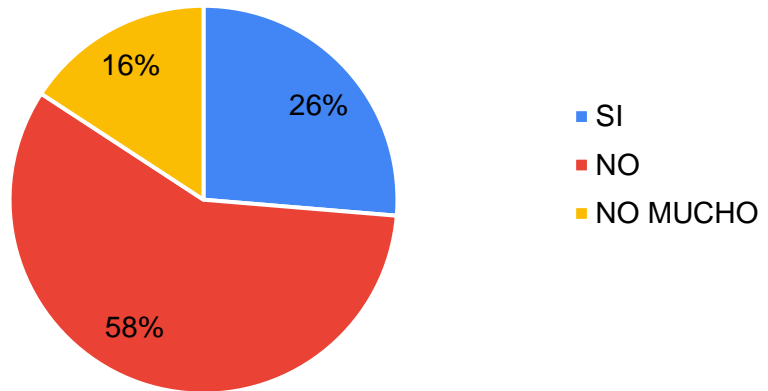


¿ Sabe que usos y/o para que pueda servir el Aceite de Oliva Lampante?

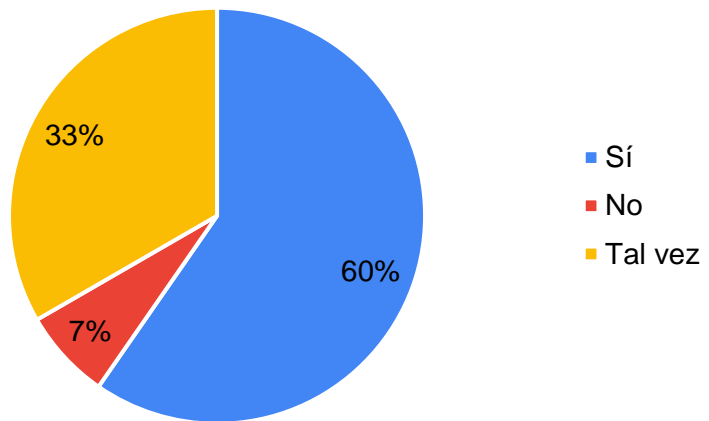


Nota: Archivos propios

¿Sabía Ud. que a partir del Aceite de Oliva Lampante se puede fabricar jabones ?



¿ Si tuviera los conocimientos y materiales estaría dispuesto en fabricar jabones a partir del aceite de oliva lampante?



Nota: Archivos propios

**Anexo 18. Solicitud para facilidades de ingreso al laboratorio de Nanotecnología
ESMEC - UNJBG para la ejecución de la tesis**



Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna
Proyecto de Investigación

"ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA PARA LA PURIFICACIÓN DEL AGUA CON
ARSÉNICO EN LA REGIÓN TACNA"



"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia"

OFICIO N° 019-2021-EANPPAART-JPMS-FGG-FAIN-UNJBG

Tacna, 30 de junio de 2021.

Señor:

Dr. CLAUDIO WILLBERT RAMIREZ ATENCIO
DIRECTOR BIENESTAR UNIVERSITARIO-UNJBG
PRESENTE. –

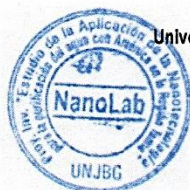
**ASUNTO : SOLICITO FACILIDADES DE INGRESO A LA UNJBG PARA TESISTA Y EL
PERSONAL DE APOYO AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Mediante la presente es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez solicitar las facilidades de ingreso a la Ciudad Universitaria – UNJBG al personal que realiza actividades de investigación en calidad Tesista y personal de apoyo al proyecto de investigación; a fin de continuar con las labores de investigación en cumplimiento a los objetivos y metas del proyecto de investigación, en tal sentido se solicita la autorización de ingreso de lunes a viernes para el siguiente personal.

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	N° DNI	CARGO	UBICACIÓN DE LABORES
1	SAP. Rolando Alfredo Pareja Granda	00434254	Especialista de Laboratorio de la ESMEC	Laboratorio de Control Metalúrgico Ambiental, (ESME-UNJBG)
2	Jhonny Alexander Roque Jilaja	46940328	Tesista de Post grado de la Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.	Laboratorio de nanotecnología (ESMEC-UNJBG)

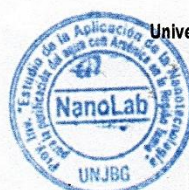
Sin otro particular nos suscribimos de usted manifestando los sentimientos de nuestra especial deferencia personal.

Atentamente,



Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Dr. Ing. Jesús Plácido Medina Salas
Investigador Principal EANPPAART



Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Mgr. Francisco Gamarra Gómez.
Investigador Principal EANPPAART

JPMS/FGG/hbam

Cc.: Archivo