UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SODA CAUSTICA EN LA CALIDAD DEL JABÓN DE TOCADOR A BASE DE MANTECA DE MACAMBO *(THEOBROMA BICOLOR) Y ACEITE ESENCIAL DE MANZANILLA (CHAMAEMELUM NOBILE)*

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

YADIRA YSABEL JAYO MORAN

PUCALLPA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y **escuchar** la sustentación de la tesis, presentado por **Yadira Ysabel Jayo Moran, denominada**: **"Efecto de las concentraciones de soda caustica en la calidad del jabón de tocador a base de manteca de macambo *(Theobroma bicolor)* y aceite esencial de manzanilla *(Chamaemelum nobile)"*** para cumplir con el requisito **de TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: APROBADO POR MAYORIA con el calificativo (*) DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL,** de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 04 de NOVIEMBRE de 2024.

M. Sc. Milton Miguel Pirro Lozano
Presidente

Dra. Glendy Sánchez Sunción
Primer Miembro

Tit. José Antonio Pacheco Chuco
Segundo Miembro

M.Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial.

M. Sc. Milton Miguel Pirro Lozano ..... PRESIDENTE

Dra. Glendy Sánchez Sunción ..... PRIMER MIEMBRO

Tít. José Antonio Pacheco Chuco ..... SEGUNDO MIEMBRO

M. Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz ..... ASESOR

Bach. Yadira Ysabel Jayo Moran ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° **V/0598-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SODA CAUSTICA EN LA CALIDAD DEL JABÓN DE TOCADOR A BASE DE MANTECA DE MACAMBO (THEOBROMA BICOLOR) Y ACEITE ESENCIAL DE MANZANILLA (CHAMAEMELUM NOBILE)**"

Autor(es)	:	**JAYO MORAN YADIRA YSABEL**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. QUIÑONES RUIZ CRISTINA ELENA**

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 24/10/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Yadira Ysabel Jayo Moran

Autor de la tesis titulada : Efecto de las Concentraciones de Soda Caustica en la Calidad del jabón de tocador a base de Manteca de Macambo (Theobroma Bicolor) y aceite esencial de Manzanilla (Chamaemelum Nobile)

Sustentada el año 2024

Asesor(a): M. Sc. Quiñones Ruiz, Cristina Elena

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 17 / 03 / 2025

Email: yadirayayo10@gmail.com Firma:

Teléfono: 922113216 DNI: 71043354

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios quien siempre ha estado ahí para mí, incluso en mis momentos más endebles, brindándome la fuerza para seguir adelante, por su guía y apoyo. De igual manera agradezco a la Virgen María por ser intercesora en mis oraciones y guiarme hacia el final de mi investigación.

A mis padres Ysabel Moran Quintanilla y Richard Jayo Gonzales por su amor incondicional, apoyo y por mostrarme la importancia de no rendirme.

A mis hermanos Rooney, Yvet, Richard y Jeremy por su apoyo íntegro y sus recomendaciones a lo largo de mi vida cotidiana, mi agradecimiento a ellos por todo lo que han hecho por mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía, mi fortaleza en cada paso de mi vida, por darme salud e inspirarme con sabiduría para así poder lograr la culminación de mi trabajo de investigación

A la Universidad Nacional de Ucayali por alojarme en mis años de estudio y permitir formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias que por medio de los docentes me impartieron conocimiento en todo mi proceso de desarrollo profesional y así poder culminar satisfactoriamente la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

A mi asesora Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz, por su valioso tiempo, consejos y conocimiento brindado a lo largo de la ejecución de mi trabajo de investigación.

A mis padres Ysabel Moran Quintanilla y Richard Jayo Gonzales por sus ilustradas recomendaciones que me encaminan a lograr mis objetivos, por su apoyo categórico en todo momento que hizo posible cumplir esta meta.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN 7

ABSTRACT 8

LISTA DE TABLA 9

LISTA DE FIGURAS 10

INTRODUCCIÓN 12

CAPÍTULO I 13

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.1. Descripción y fundamentación del problema 13

1.2. Formulación del problema 13

1.3. Objetivos 14

1.4. Objetivo general 14

1.5. Objetivos específicos 14

1.6. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 14

1.7. Justificación e importancia 14

CAPITULO II 16

MARCO TEÓRICO 16

2.1. Antecedentes de la Investigación 16

2.2. Generalidades del Macambo 21

2.3. Composición nutricional de la pulpa y semilla del Macambo 24

2.4. Porcentaje del rendimiento del aceite de los dos morfotipos de Macambo "*Theobroma Bicolor (Humb. & Bompl*)" 24

2.4.1. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 1 24

2.4.2. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 2 25

2.5. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de *Theobroma Bicolor* (Morfotipo 1). 25

Las propiedades son las siguientes 25

2.5.1. Resultado del índice de acidez del aceite 25

2.5.2. Resultado del índice de saponificación del aceite 26

2.6. Jabón 26

2.7. Manzanilla 35

CAPITULO III 38

METODOLOGÍA 38

3.1. Tipo de investigación 38

3.2. Ubicación 38

3.3. Materia prima 38

3.4. Materiales y equipo 39

3.4.4. Equipos e instrumentos 39

3.5. Variables estudiadas 40

3.6. Población y muestras 40

3.7. Diseño experimental 40

3.8. Dimensiones del área experimental 41

3.9. Esquema experimental 41

3.10. Metodología Experimental 42

3.11. Métodos de Análisis 45

CAPITULO IV 47

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 47

CAPITULO V..... 55

CONCLUSIONES..... 55

CAPÍTULO VI..... 56

RECOMENDACIONES..... 56

Referencias bibliográficas..... 57

ANEXOS..... 61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre Km 6.200. El objetivo principal de la investigación fue determinar el rendimiento del jabón y evaluar los parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador elaborado con manteca de macambo (*Theobroma bicolor*) y aceite esencial de manzanilla (*Chamaemelum nobile*), utilizando diferentes concentraciones de soda cáustica: C1 (8%), C2 (10%), C3 (12%) y C4 (14%). Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones, resultando en un total de 12 unidades experimentales. Para el análisis de los datos, se aplicó la prueba de Tukey al 0.05 de significación. En términos de rendimiento, el tratamiento T_1 (jabón de macambo con 8% de soda cáustica) mostró mayor rendimiento, alcanzando 52.82 g. Este rendimiento disminuyó en los tratamientos con concentraciones más altas de soda cáustica: T_2 (10%) con 50.08 g, T_3 (12%) con 49.78 g y T_4 (14%) con 48.87 g. En cuanto a la alcalinidad libre, el T4 presentó el valor más bajo, con 0.048%, y un pH de 11.72%. En la evaluación de la formación de espuma, el T_1 tuvo el mayor nivel, alcanzando 27.86 cm, lo cual resulta favorable para la experiencia del usuario, mientras que el T_4 mostró el menor nivel de espuma, con 27.20 cm. Estos resultados indican que las diferentes concentraciones de soda cáustica tienen un impacto significativo en las propiedades del jabón de tocador.

Palabras claves: Jabón, manteca, manzanilla, soda caustica

ABSTRACT

The present research was conducted at the facilities of the National University of Ucayali, located on the Federico Basadre Highway Km 6.200. The main objective of the research was to determine the yield of the soap and evaluate the physicochemical parameters of the toilet soap made with macambo butter (*Theobroma bicolor*) and chamomile essential oil (*Chamaemelum nobile*), using different concentrations of caustic soda: C1 (8%), C2 (10%), C3 (12%), and C4 (14%). A completely randomized design (CRD) was employed with 4 treatments and 3 replications, resulting in a total of 12 experimental units. For data analysis, Tukey's test was applied at a significance level of 0.05. In terms of yield, treatment T1 (macambo soap with 8% caustic soda) showed the highest yield, reaching 52.82 g. This yield decreased in the treatments with higher concentrations of caustic soda: T2 (10%) with 50.08 g, T3 (12%) with 49.78 g, and T4 (14%) with 48.87 g. Regarding free alkalinity, T4 presented the lowest value, with 0.048%, and a pH of 11.72%. In the evaluation of foam formation, T1 had the highest level, reaching 27.86 cm, which is favorable for user experience, while T4 showed the lowest foam level, with 27.20 cm. These results indicate that different concentrations of caustic soda have a significant impact on the properties of toilet soap.

Key words: Soap, butter, chamomile, caustic soda.

INDICE DE TABLAS

En el texto

Tabla 1. Composición nutricional de pulpa y semilla de macambo ……. 21

Tabla 2. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 1……. 21

Tabla 3. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 2……. 22

Tabla 4. Resultado de índice de acidez del aceite……. 22

Tabla 5. Resultado de índice de saponificación del aceite……... 22

Tabla 6. Tratamientos experimentales……. 35

Tabla 7. Evaluación del rendimiento del jabón a base de manteca de macambo aceite esencial de manzanilla ……. 42

Tabla 8: Evaluación del nivel de pH en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla……..... 44

Tabla 9: Evaluación del nivel de espuma en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla…… 45

Tabla 10: Evaluación del nivel de humedad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla……... 47

Tabla 11: Evaluación del nivel de alcalinidad libre en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla…….. 49

Tabla 12A. ANVA en DCA para la calidad del jabón……. 56

Tabla 13A. ANVA en DCA para la calidad del jabón en porcentaje…… 56

Tabla 14A. ANVA en DCA para pH……. 56

Tabla 15A. ANVA en DCA para espuma……. 56

Tabla 16A. ANVA en DCA para humedad…… 57

Tabla 17A. ANVA en DCA para alcalinidad libre……. 57

INDICE DE FIGURAS

En el texto

Figura 1. Esquema experimental estadístico: …….. 35

Figura 2. Diagrama de bloques obtención de la semilla de macambo……. 36

Figura 3. Diagrama de bloques obtención de manteca de macambo…… 38

Figura 4. Diagrama de bloques para la elaboración de jabón de tocador…… 39

Figura 5. Fluctuación del rendimiento en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla…… 43

Figura 6. Fluctuación del nivel de pH en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla…… 44

Figura 7. Fluctuación del nivel de espuma en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla…… 46

Figura 8: Fluctuación del nivel de humedad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla……. 48

Figura 9: Fluctuación del nivel de alcalinidad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla……. 49

En Anexos

Figura 10A Semillas de macambo……... 59

Figura 11A Extracción de manteca de macambo……. 59

Figura 12A Peso de la manteca…….. 60

Figura 13A Peso de la soda caustica……. 60

Figura 14A Derretir la manteca de macambo……... 61

Figura 15A Saponificación del jabón de manteca…… 61

Figura 16A Moldear los jabones…….. 62

Figura 17A Jabones envuelto con papel manteca…… 62

Figura 18A Peso del jabón con 8% de soda caustica…….. 63

Figura 19A Peso del jabón con 10% de soda caustica…… 63

Figura 20A Trituración del jabón……. 64

Figura 21A Análisis del nivel de espuma…… 64

Figura 22A Análisis del nivel de pH…….. 65

Figura 23A Fenolftaleína…… 65

Figura 24A Titulación……. 66

Figura 25A Análisis de alcalinidad libre……. 66

Figura 26A Secado de las muestras……. 67

Figura 27A. Análisis de humedad…… 67

INTRODUCCIÓN

El proceso de elaboración del jabón ha evolucionado significativamente, utilizando ingredientes naturales y técnicas diseñadas para maximizar sus beneficios para la piel Sanae (2019). En este contexto, el uso del aceite de macambo y del aceite de manzanilla destaca por sus potenciales beneficios para la piel y la fragancia**.** El aceite de macambo, obtenido de las semillas del árbol *Theobroma bicolor*, es conocido por sus propiedades emolientes e hidratantes y es ideal para productos cosméticos destinados a nutrir y suavizar la piel Saavedra (2003). En cambio, el aceite esencial de manzanilla *(Chamaemelum nobile)* tiene propiedades antiinflamatorias y calmantes, aportando una fragancia delicada y curativa Morillas, Miranda & Ganoza (2022). La calidad del jabón de tocador depende no sólo de la elección de las materias primas sino también de la precisión del proceso de formulación y saponificación. La soda cáustica (hidróxido de sodio) juega un papel clave en este proceso, reaccionando con los lípidos que se encuentran en los aceites y grasas para formar jabón y glicerol. Sin embargo, la concentración de sosa cáustica puede afectar significativamente las propiedades finales del jabón, como la consistencia, la capacidad de limpieza, el pH y el efecto sobre la piel del usuario.

Este estudio busca evaluar cómo las distintas concentraciones de soda cáustica afectan las propiedades fisicoquímicas (pH, nivel de espuma, humedad y alcalinidad libre) del jabón, con el fin de determinar la formulación óptima para obtener un producto de alta calidad, amigable con la piel y con propiedades terapéuticas derivadas de los ingredientes naturales utilizados.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

La producción de jabones de tocador a partir de ingredientes naturales ha incrementado su popularidad, impulsada por la demanda de productos sostenibles. En este sentido, la manteca de macambo (*Theobroma bicolor*) y el aceite esencial de manzanilla (*Chamaemelum nobile*) emergen como alternativas que ofrecen beneficios para la piel y un enfoque ecológico. Sin embargo, la concentración de soda cáustica es un factor crítico en su elaboración, ya que es esencial para la saponificación.

Investigaciones previas han señalado que una concentración inadecuada de soda cáustica puede deteriorar la calidad del jabón y sus propiedades sensoriales Cariño (2019). Se ha evidenciado que las variaciones en esta concentración afectan no solo la textura y durabilidad del producto, sino también su capacidad de generar espuma y su pH, factores cruciales para la aceptación del consumidor.

Por lo tanto, es fundamental explorar cómo diferentes concentraciones de soda cáustica influyen en la calidad del jabón elaborado con manteca de macambo y aceite de manzanilla. Este estudio pretende establecer una relación clara entre la concentración de soda cáustica y las propiedades físicas y químicas del producto final, brindando información relevante para la industria cosmética y fomentando la creación de jabones de alta calidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo influye el uso de concentraciones de soda cáustica de 8%, 10%, 12% y 14% en la calidad del jabón de tocador a base de manteca de macambo (*Theobroma bicolor*) y aceite esencial de manzanilla (*Chamaemelum nobile*)?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el rendimiento óptimo del jabón de tocador elaborado a partir de manteca de macambo en función de las condiciones de producción?"
- ¿Cuáles son los principales parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del jabón de tocador elaborado con manteca de macambo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de las concentraciones de soda caustica en la calidad del jabón de tocador con manteca de Macambo (*Theobroma Bicolor*) y Aceite Esencial de Manzanilla (*Chamaemelum Nobile*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Rendimiento del jabón de tocador a base de manteca de macambo
- Evaluar los principales parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador a base de manteca de macambo

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

- La utilización de concentraciones de soda caustica de 8, 10, 12 y 14% afectaran la calidad del jabón de tocador elaborado a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

1.5. Justificación e importancia

La manteca de macambo se destaca por sus propiedades hidratantes y generativas para la piel, gracias a su contenido de ácidos grasos esenciales, como el ácido oleico y el ácido linoleico (Velázquez, 2020). Estos componentes ayudan a mantener la piel suave y nutrida, mientras que su riqueza en antioxidantes, como la vitamina E, protege contra agentes externos.

Por su parte, el aceite esencial de manzanilla es conocido por sus efectos calmantes y antiinflamatorios, lo que lo convierte en una opción ideal para pieles sensibles o irritadas, al reducir la inflamación y el enrojecimiento (Mari, 2014). La combinación de estos ingredientes en un jabón de tocador ofrece un producto que no solo limpia, sino que también protege y cuida la piel.

Además, la elaboración de jabones artesanales con ingredientes naturales y aromas relajantes se ha convertido en una tendencia creciente Iworf (2021). Cada vez más consumidores buscan opciones sostenibles y saludables en su vida diaria, y el jabón de tocador elaborado con manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla se alinea perfectamente con esta demanda. En resumen, este jabón representa una opción atractiva por sus beneficios para la piel, su origen natural y su adecuación a las preferencias actuales por productos sostenibles.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En su investigación de Minaya (2023), titulada “Calidad físico química y rendimiento del jabón de tocador a partir de aceites residuales provenientes de chiflerías”, tuvo como objetivo determinar la calidad físico química y rendimiento del jabón de tocador elaborados a partir de aceites residuales provenientes de cinco chiflerías de diferentes cantones de la provincia de Manabí: Chone, Tosagua, Calceta, Bahía y Junín. Utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y concluyo que todos los aceites residuales son adecuados para la elaboración de jabón de tocador, ya que las variables evaluadas cumplieron con los rangos establecidos por las normas NTE INEN 841:2016.

Rogeles (2021), en su investigación titulada “Propuesta de mejora para reducir la variabilidad de ácidos grasos libres en un proceso productivo de jabón de tocador”, tuvo como objetivo proponer acciones para disminuir esta variabilidad. Utilizó metodología DMAIC de Seis Sigma. Concluyó que los factores que influyen en el porcentaje de ácidos grasos libres en el proceso son el porcentaje de álcalis libre y el flujo másico de ácido cítrico. Sin embargo, tras un análisis estadístico, determino que el flujo de adición de ácido cítrico tiene el mayor impacto y debe ser controlado en el sistema.

González (2018), en su trabajo titulado “Hipoclorito de Sodio (NaClO) en la alcalinidad de Jabón de tocador artesanal a base de aceite residual post-fritura”, tuvo como objetivo determinar los porcentajes de hipoclorito de sodio (NaClO) necesarios para alcanzar la alcalinidad ideal en un jabón artesanal, utilizando aceite de post-fritura como materia prima y siguiendo los requisitos de la norma técnica ecuatoriana (INEN 0841) para jabones líquidos. Utilizo un diseño experimental DCA o modelo lineal en arreglo de un solo factor. Concluyó que ningún tratamiento cumplió con los requisitos de cloruro y alcalinidad libre y total establecidos por la norma vigente, y que el T2 presento un pH de 6.3.

Puetate (2012), en su investigación titulada “Elaboración de jabones de tocador solidos totales como sulfuroso, humectante y exfoliante a partir de gel de yausabara (*Pavonia sepium*)”, se propuso introducir al mercado un producto basado en gel de yausabara. Utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y un arreglo factorial A x B, donde A representa el porcentaje de gel de yausabara y B el porcentaje de azufre. Los resultados obtenidos revelaron que el jabón sulfuroso,

específicamente el tratamiento T5 (19% gel y 2% azufre), alcanzó un pH de 7.39. En el caso del jabón humectante, el tratamiento T9 (20% gel y 2% glicerina) presentó un pH de 7.71, mientras que, para el jabón exfoliante, T5 (18% gel y 6% avena) logró un pH de 7.70. En cuanto al nivel de espuma, el tratamiento T5 (19% gel y 2% azufre) del jabón sulfuroso mostró el nivel más alto con 44.22, seguido por T2 (16% gel y 2% azufre) con 42.88 y T4 (19% gel y 1% azufre) con 42.87. En el jabón humectante, los tratamientos más destacados fueron T1 (16% gel y 0.5% glicerina) con un nivel de espuma de 62.42, seguido de T2 (16% gel y 1% glicerina) con 62.04, y T3 (16% gel y 2% glicerina) con 61.43. Finalmente, en el jabón exfoliante, el tratamiento T1 (15% gel y 3% avena) alcanzó un nivel de espuma de 61.82.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Meza (2021), en su trabajo de investigación titulado “Elaboración de jabón en barra, con la reutilización y aprovechamiento de aceite usado de cocina, Tarapoto, 2021”, su principal objetivo fue elaborar jabón en barra, con la reutilización y aprovechamiento de aceite usado de cocina. El diseño que utilizo fue un tipo aplicativo y experimental. Concluyo que el rendimiento del jabón fue de 5,297 kg de jabón de 4 L de aceite, más 1 kg de soda cáustica, más 2 L de agua. El costo de producción de 1 kg de jabón en barra, con aceite usado de cocina, es S/.6,5.00; empero, el precio de venta estaría estimado en S/.8.5/kg.

Rayo (2020), en su investigación titulada “Elaboración de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en el pueblo tradicional de Carmen Alto del distrito de Cayma, Arequipa 2020”, tuvo como objetivo producir jabón industrial a partir de aceite reciclado para reducir la contaminación ambiental. Concluyó que la elaboración fue efectiva, utilizando aceite reciclado previamente purificado. Evaluó los parámetros de saponificación con un exceso del 5% de KOH, obteniendo un pH aceptable de 8. Además, formuló un jabón líquido que demostró una capacidad de detergencia del 25%, eliminando la materia grasa en un 79.6%. Estos resultados evidencian que la producción de jabón a partir de aceite reciclado en Carmen Alto es técnicamente viable.

En el trabajo realizado por Velásquez (2020), titulado “Determinación de las propiedades fisicoquímicas y composición de ácidos grasos de los aceites en las semillas de dos morfotipos de macambo (*Theobroma bicolor)* (Humb. & Bompl)”, el objetivo principal fue determinar las propiedades fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos de los aceites de las semillas de dos morfotipos de macambo “*Theobroma bicolor* (Humb. & Bompl)”. El tipo de estudio fue descriptivo con diseño analítico. Concluyo que el rendimiento, las características fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de los dos morfotipos del “*Theobroma bicolor*

(Humb. & Bompl)" presentan características propias en cada morfotipo.

En el trabajo realizado por Coaquira (2019) titulado "Evaluación de la temperatura y el tiempo de homogenizado en la obtención de jabón tipo tocador con adición de Chiri Chiri *(Grindelia boliviana rusby*)", el objetivo principal fue evaluar la temperatura y tiempo en el homogeneizado; para lograr una buena saponificación de las grasas. Concluyo que a una temperatura de 70°C y un tiempo de 45 min. la M3 influyo óptimamente en el "Índice de saponificación" (IS); teniendo que para saponificar 644g de aceite de oliva se utilizó 87.07g NaOH, del mismo modo para saponificar 1702g de sebo se utilizó 239.13g NaOH, para el caso del pH que fue de 10.33 durante el homogeneizado; este resulto a 70°C y tiempo de 60min.

2.1.3. Antecedentes Locales

En la investigación realizada por Pérez (2024), titulada "Elaboración de jabón exfoliante a base de aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*) ecotipo shambo con diferentes cantidades de su cascarilla y concentraciones de hidróxido de sodio", su principal objetivo fue elaborar un jabón exfoliante a base de aguaje (*Mauritia flexuosa*) con diferentes cantidades de su cascarilla y concentración de hidróxido de sodio. El diseño fue experimental y aplicada, evaluó a través de indicadores como el análisis sensorial y el análisis fisicoquímico. Concluyó que en el análisis sensorial el mejor tratamiento fue el T1 (9 g de NaOH/ 50mL y 0.5% de cascarilla) que obtuvo una mejor aceptación por los panelistas y en análisis fisicoquímicos fue el T1 con un nivel de espuma de 15 cm, pH de 9.7, materia total insoluble en alcohol de 0.039%, humedad de 11% y alcalinidad libre en NaOH de 0.03%. Los cuales cumplen con los parámetros de acuerdo con la norma técnica peruana (NTP) 319.073.

En la investigación realizada por Vela (2022), titulada "Evaluación de la calidad de un jabón de tocador elaborado a partir de aceite de Umarí *(Paraqueiba sericea)* ecotipo negro y sosa caustica", su principal objetivo de su trabajo fue evaluar la calidad del jabón de sosa cáustica en diferentes concentraciones: S1 (10%), S2 (12%), S3 (14%) y aceite de pulpa de Umarí (Paraqueiba sericea) variedad ecotipo: U1 (55%), U2 (60%), U3 (65%). El diseño fue completamente al azar (DCA) con una permutación factorial 3x3 replicada 3 veces con un 95% de confianza para un total de 27 repeticiones. Entre sus resultados concluyó que el quinto tratamiento fue el mejor con mejores propiedades sensoriales y fisicoquímicas (humedad 11.80%, materia insoluble en alcohol 13.77 mg/g, alcalinidad libre 0.0335%, acidez titulable 8.3% (ácido oleico), pH 9.72, nivel de espuma 13,6 cm). Estos análisis ayudaron a determinar la proporción óptima para la producción de jabón a base de aceite de umari negro orgánico (12% de soda cáustica (NaOH) y 60% de aceite de umari).

Según la investigación realizada por Chávez (2020), titulado "Determinación de la relación óptima de aceite de Sacha Inchi *(Plukenetia volubilis L.)* y sosa caustica (NaOH), en la elaboración de jabón de tocador". El objetivo principal fue determinar la relación óptima de aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.), y sosa caustica (NaOH) en el proceso de saponificación para la elaboración de jabón de tocador. El diseño fue completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 9 unidades. Entre sus resultados obtuvo un rendimiento de 64.24% en el T3 con relación al balance de materia, en T2 obtuvo un rendimiento de 64.79% y en el T1 observo que este no llego a formar un jabón con características físicas uniformes. Mientras en relación del análisis fisicoquímico, determino que el T3 obtuvo valores superiores y altamente significativos en relación a los demás tratamientos con un pH de 9.77, con 10.67% de humedad, con 0.032% de alcalinidad libre, con 0.13% de insoluble y un nivel de espuma con una altura de 12 centímetros, en el T2 obtuvo un pH de 9.49, con 7.40% de humedad, con 0.024% de alcalinidad libre de 0.024%, con 0.035% de materia insoluble y un nivel de espuma de 11.87 centímetros, el T1 no llego a la evaluación final.

En la investigación realizada por Aliaga (2020) titulada "Efectos de dos procesos de saponificación (Frio – Caliente) en la calidad del jabón de tocador elaborado a partir de manteca de cacao *(Theobroma cacao. L)* a diferentes concentraciones de aceite esencial de hierba Luisa *(Lippia citriodora L.)",* el objetivo principal fue de evaluar el efecto de dos procesos de saponificación en la elaboración de jabón de tocador con adición de aceite esencial de hierba luisa. El diseño fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 con 3 repeticiones, teniendo un total de 18 unidades experimentales. Concluyo que a temperatura de 40ºC se obtiene un buen pH con adición de 2% y 4% de aceite hierba luisa con una media de 9.93. Con respecto al nivel de espuma fue de 40ºC con adición de 4% de aceite de hierba luisa con una media de 1.122. Con mejor resultado en la humedad fue de 40% con 11.1 y el valor más bajo fue de 10.47 de 80ºC. La acidez fue de 0.092 con las diferentes dosis de aceites que se agregó (0.5%; 2% y 4%).

2.2. Generalidades del Macambo

El árbol *Theobroma bicolor*, que se encuentra en la naturaleza, puede crecer hasta 25 a 30 metros de altura y tener un diámetro de 20-30 centímetros. Cuando crece, puede ser de tamaño más pequeño, con una copa desigual y retorcida que tiene algunas ramas que cuelgan y tocan el suelo. La corteza exterior del árbol es gris y agrietada, lo que le da un aspecto rugoso y desgastado (Sangama, 2017).

Las hojas de esta planta son simples y tienen un patrón de venas único. También tienen una parte especial llamada estípulas que tienen de 5 a 7 venas visibles en la parte inferior. El tronco del árbol tiene estas hojas frías que tienen forma de óvalo y miden

entre 15 cm de largo y entre 6 y 10 cm de ancho. También se encuentran en las ramas, que son de forma oblonga a ovalada (Sangama, 2017).

La fruta es como una esfera grande y redonda que puede pesar entre 300 y 4000 gramos Puede tener forma redonda u ovalada La corteza puede tener un patrón de líneas o ser completamente lisa, y cuando crece por completo, adquiere un hermoso tono amarillo. Las semillas están envueltas en una pulpa blanda, blanca o amarillenta, que tiene un olor fuerte y un sabor realmente bueno La culpa es de un hermoso color amarillo y huele a una mezcla de papaya y guayaba (Sangama, 2017).

2.2.1. Taxonomía del macambo

División Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase: Magnoliopsida (Dicotiledonea)
Subclase: Dillirtiidae
Orden: Malvales
Familia: Sterculiaceae
Género: Theobroma
Especie: Bicolor
Nombres Científico: *Theobroma bicolor*
Nombre Vulgares: Macambo (Perú); Cacu do Perú (Brasil); Bacau (Colombia); Pastiche (Ingles).

Fuente: (Bardales, 2015)

2.2.2. Ecología

El *Theobroma bicolor* es una planta que crece en muchos países, desde México hasta Brasil y Perú Se cree que proviene originalmente de Centroamérica En Perú se han reportado este fenómeno en Loreto, Ucayali y Junín (Sangama, 2017).

Las condiciones ideales para su crecimiento son un rango de temperatura moderado de 25 a 35 grados centígrados, una precipitación media anual de 900 a 3000 milímetros y altitudes variables desde el nivel del mar hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar Los árboles de macambo prosperan en suelos que no son propensos a inundaciones, en ultisoles y oxisoles ácidos y deficientes en nutrientes Estos suelos tienen una mezcla de texturas, que van desde arenosas hasta arcillosas, y tienen buen drenaje No les gusta estar en zonas con demasiada agua (Sangama, 2017).

2.2.3. Producción y Cosecha

La fructificación ocurre después de cinco años de la plantación. No hay datos sobre los rendimientos, pero se refieren a producciones de 20 frutos en árboles de 8 años. Entre agosto y abril, se produce la fructificación (Galindo, 1999)**.**

El fruto maduro se desprende fisiológicamente de las ramas y cae al suelo; el pericarpio duro no se ve afectado por la caída. La cosecha se realiza manualmente directamente del suelo; también se puede obtener del mismo árbol utilizando varas con ganchos (Galindo, 1999)**.**

2.2.4. Clasificación morfológica

De acuerdo con Sangama (2017), en la región de Loreto se identifican cuatro morfotipos distintos de *Theobroma bicolor*.

- **Cascara rugosa duro:** Para rugoso duro grande el promedio de número de frutos por planta es de 7 a 9, con peso de 2.025 kg, rendimiento de pulpa de 699.73 g, peso de semillas 287.10 g.

- **Cascara rugosa blanda:** Para rugoso blando grande el promedio de número de frutos por planta es de 7- 8 con peso de 1.961 kg, rendimiento de pulpa de 600.40 g, peso de semillas 297.95 g.

- **Cascara lisa y blanda:** Para liso mediano suave el promedio de número de frutos por planta es de 11 a 12 con peso de 1.619 kg, rendimiento de pulpa de 507.21 g, peso de semillas 264.56 g.

- **Pequeño cascara rugoso duro:** Para rugoso duro pequeño el promedio de número de frutos por planta es de 7 a 8 con peso de 0.530 kg, rendimiento de pulpa de 146.80 g, peso de semillas 86.92 g.

2.2.5. Usos

Coral (2007) Plasmo sobre los varios usos que se le da el macambo que va desde el consumo directo del fruto, como también en sus diversas transformaciones. Debido a la versatilidad de esta palmera, se puede llegar a obtener diferentes usos:

- Semillas fritas y saladas
- Vinos a base de la pulpa de macambo
- Turrón de macambo con chancaca
- Semillas de macambo en salmuera

2.3. Composición nutricional de la pulpa y semilla del Macambo

El macambo tiene un alto contenido de proteínas y carbohidratos, según estudios, la pulpa y la semilla tienen 177 kcal de energía y son ricas en vitaminas hidrosolubles como retinol, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C, así como minerales como hierro, calcio y fósforo. No obstante, la composición de aminoácidos del fruto de macambo no ha sido objeto de estudios. La tabla a continuación muestra la composición nutricional de la semilla y la pulpa de macambo. (Velásquez, 2020)

Tabla 1. Composición nutricional de pulpa y semilla de macambo (Velásquez, 2020)

Nutrientes %	Semilla de macambo	Pulpa de macambo
Humedad	5.57	87.90
Proteínas	24.42	1.66
Carbohidratos	15.10	7.44
Grasas	25.48	0.48
Cenizas	4.14	1.08
Fibras	30.86	1.44

Fuente: *(Velásquez, 2020)*

2.4. Porcentaje del rendimiento del aceite de los dos morfotipos de Macambo "*Theobroma Bicolor (Humb. & Bompl*)".

2.4.1. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 1

Tabla 2. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 1.

Muestra seca de semilla (g)	Masa de aceite (g)	Rendimiento del aceite (%)	Promedio del rendimiento de aceite (%)	Desviación estándar
5.00	1.3103	26.20	25.31	± 0.78
	1.2432	24.86		
	1.2431	24.86		

Fuente: *(Velásquez, 2020)*

2.4.2. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 2

Tabla 3. Rendimiento porcentual del aceite del morfotipo 2

Muestra seca de semilla (g)	Masa de aceite (g)	Rendimiento del aceite	Promedio del rendimiento de aceite (%)	Desviación estándar
5.000	2.1572	43.14	42.67	± 0.41
	2.1195	42.39		
	2.1240	42.48		

Fuente: *(Velásquez, 2020)*

2.5. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de *Theobroma Bicolor* (Morfotipo 1).

Las propiedades son las siguientes:

2.5.1. Resultado del índice de acidez del aceite:

Tabla 4. Resultado de índice de acidez del aceite

Muestra seca de semilla (g)	Índice de acidez de aceite (mgKOH/g)	Promedio del índice de acidez (mgKOH/g)	Desviación estándar
7.000	0.70	0.69	± 0.02
	0.67		
	0.70		

Fuente: *(Velásquez, 2020).*

2.5.2. Resultado del índice de saponificación del aceite

Tabla 5. Resultado de índice de saponificación del aceite.

Muestra seca de semilla (g)	Índice de saponificación (mgKOH/g)	Promedio del índice de saponificación	Desviación estándar
5.000	170.99	170.99	± 0.01
	170.98		
	170.99		

Fuente: *(Velásquez, 2020).*

2.6. Jabón

2.6.1. Historia del jabón

Se han descubierto documentos sobre el uso de diversos materiales jabonosos y agente de limpieza desde la antigüedad. Los agentes purificadores mencionados en el Antiguo Testamento no eran jabones reales, sino más bien de cenizas de corteza de árbol. En el siglo D.C., Plinio el Viejo, un historiador Romano, detallo el uso de rutilandis capillis, que eran jabones duros y suaves con tintes, y las mujeres lo usaban para lavarse el cabello y teñirlo de colores brillantes. La producción de jabón estuvo muy extendida en Italia y España durante el siglo VIII (life, 2018).

La industria del jabón surgió en Francia en el siglo XIII, los jabones se elaboran con sebo de cabra, con ceniza de haya como álcali. Los franceses experimentaron con varias técnicas antes de desarrollar finalmente un método para elaborar jabón a partir de aceite de oliva en lugar de grasas animales. Sus descubrimientos llegaron a Inglaterra en el año 1500. En esa nación experimento una rápida expansión y el rey Jaime I le concedió privilegios especiales en 1622 life (2018).

El proceso de producción de jabón, que consiste en hervir aceite de oliva con oxido de plomo, da como resultado la creación de un sabor dulce, una sustancia que ahora se conoce como glicerina, resultado de una simplificación errónea realizada por el químico Carl Wihelm Scheele en 1783. El descubrimiento realizado por Scheele permitió al químico francés Michael Eugne Chevreul investigar la base química de las grasas y aceites utilizados en el jabón. Chevreul observo en 1823 que las grasas básicas no se mezclan con álcalis para formar jabón, sino que se descomponen en ácidos grasos y glicerina (life, 2018).

En 1791, el químico francés Nicolás Leblanc desarrollo un método para obtener carbonato de sodio o refresco utilizando sal común, que revoluciono la producción de jabón. Las grasas animales derretidas eran el ingrediente principal para la producción de jabón doméstico en ciertas regiones de los Estados Unidos. Sin embargo, en algunas regiones la mayor parte de los ingresos procedían de la exportación de cenizas y grasas para hacer jabón, que se exportaba alrededor de 1700 (life, 2018)**.**

2.6.2. Saponificación

El proceso de saponificación implica la conversión de un ácido graso o lípido, que contiene residuos de ácidos grasos, en una base o alcalino, lo que da como resultado la producción de la sal del ácido y la base. Las propiedades anfipáticas permiten que estos compuestos interactúen con sustancias polares o no polares. Este

método produce jabones, que son sales que contienen ácidos grasos y metales alcalinos (Kondo, 2022).

El aspecto industrial de la saponificación implica hervir grasa en calderas grandes, agregar gradualmente soda caustica y revolver la mezcla hasta que se vuelve pastosa. La reacción que tiene lugar es la saponificación y los productos son el jabón y la glicerina (Kondo, 2022):

Grasa + sosa caustica ➡ jabón + glicerina (laboratorio, 2022)**.**

- **Saponificación en caliente:** Implica calentar grasas y sosa, es un método preferido en la industria cosmética. Normalmente, esta técnica implica agregar más sosa para garantizar que todas las grasas se conviertan en jabón. La mezcla sufre una rápida saponificación, lo que permite su producción industrial después de ser calentada durante varias horas o días (Kondo, 2022).

El producto final, denominado “pasta de jabón”, se lava con una cantidad importante de agua para eliminar los restos de soda, lo que da como resultado una sustancia no toxica que se puede verter en moldes. Después de enfriar, los productos se cortan y se cortan en tabletas que se pueden utilizar (Kondo, 2022).

El aceite de Marsella, que es un jabón saponificado en caliente, se elabora a partir de aceites vegetales, mientras que el jabón de Alepo, que se elabora a partir de aceite de laurel, es un ejemplo notable. Su durabilidad, asequibilidad y eficacia en la limpieza son las razones de su popularidad. El uso de grasas o aceites puede hacerlos dañinos para la piel y descorteses para el medio ambiente, dependiendo del grado de control (Kondo, 2022).

- **Saponificación en frio:** Se puede realizar mezclando grasas y refrescos sin necesidad de calor. Durante la saponificación en frio, se añade un excedente de aceite a la mezcla para asegurar la reacción completa del refresco, lo que no ocurre en la saponificación en caliente (Kondo, 2022).

El proceso consiste en dejar reposar la mezcla en recipientes de madera especializados durante un periodo de 24 a 48 horas. La mezcla sufre calentamiento natural durante la primera etapa de saponificación, que comienza en esta etapa. El jabón se extrae del molde, se corta en barras y se deja secar por un periodo de 4 a 5 semanas. El proceso de evaporación del agua y saponificación se produce durante esta fase de secado. De esta forma evitamos que no se acumulen residuos de sosa (Kondo, 2022).

El proceso de saponificación en frio es más lento y convencional, ya que necesita un periodo de curación más largo para conseguir una respuesta completa. Nuestros jabones naturales de cosecha propia se elaboran utilizando este método, que es eficaz para una variedad de productos, incluidos cosméticos, productos de limpieza del hogar y detergentes para ropa (Kondo, 2022).

2.6.3. Química del jabón

Un jabón es un producto de alta calidad en su aplicación, pero su diseño requiere lograr un equilibrio entre diversas propiedades como dureza, espumosidad, limpieza, aroma, duración, entre otras propiedades del jabón Margarita Patiño (2022).

Los atributos físicos y químicos del jabón están directamente relacionados con las materias primas utilizadas para elaborarlo. Entre las grasas y aceites utilizados se encuentra el sebo, la manteca de cerdo y el aceite de nueces, junto con algunos aceites marinos y residuos del refinado y endurecimiento de los aceites de semillas Margarita Patiño (2022).

La reacción química que ocurre cuando un álcali, como el hidróxido de sodio o potasio, reacciona con u ácido graso como la manteca de cerdo o el aceite de coco se conoce como saponificación, lo que resulta en la producción de jabón, que se obtiene principalmente de la sal del ácido y la base. Las propiedades anfipáticas permiten que estos compuestos interactúen con sustancias con diferentes propiedades, debido a sus componentes polares y no polares Margarita Patiño (2022)**.**

2.6.4. Principales reactivos para jabón

- **Agua:** Para obtener el mejor resultado, debemos utilizar agua de lluvia, agua destilada o agua a la que se le hayan eliminado todos los minerales (Margarita Patiño, 2022).
- **Soda caustica o lejía:** El hidróxido de sodio, también conocido como NaOH, es una base poderosa que se puede encontrar en muchos productos para el hogar Si lo inhalas, lo comes o lo tocas, puede ser realmente dañino (Margarita Patiño, 2022).

Los niños y las mascotas nunca deberían poder tenerlo en sus manos El cambio de estaciones puede incluso afectar el rendimiento de las ollas de aluminio Al usar lejía, es importante elegir las herramientas y recipientes adecuados para mezclarla, manipularla y almacenarla de forma segura (Margarita Patiño, 2022).

Para comenzar, toma una cuchara de madera o plástico y una olla de plástico o vidrio Para mantenernos seguros, debemos usar protección para los ojos y

guantes de goma cuando manejemos los cristales de lejía o la solución de lejía después de mezclarla con el agua Margarita Patiño (2022).

Mezcle lejía con agua fría para crear una solución que pueda usarse para limpiar Cuanto más frío mejor Recuerde siempre no verter nunca agua en la lejía, ya que puede ser peligroso Si no tienes cuidado, agregar demasiado de este ingrediente podría hacer que todo explote Cuando estés limpiando, asegúrate de agregar lejía al agua Si no la mezclas de inmediato, la lejía se hundirá hasta el fondo y se convertirá en una masa sólida No te preocupes, simplemente golpéalo suavemente con el utensilio para mezclar y se disolverá fácilmente. Cuando se mezclan la lejía y el agua, se produce una reacción química que hace que la mezcla se caliente mucho (unos 80ºc, desprende calor) Margarita Patiño (2022).

Si estás haciendo una gran cantidad de jabón, la lejía puede comenzar a burbujear y hervir el agua, lo que puede ser peligroso Así que, si ves que esto sucede, deja de mezclar hasta que las burbujas se calmen Sólo se necesitan uno o dos minutos para disolver esos cristales de soda cáustica en agua Lo comprobarás tú mismo porque el agua empezará a verse más clara Antes de que puedas mezclar el agua de lejía con la grasa, asegúrate de que esté fresca y agradable, como una bebida refrescante en un caluroso día de verano Margarita Patiño (2022).

NaOH o álcali es el ingrediente mágico que convierte los aceites en jabón, al hacer jabón, se usa mucho cloruro de sodio para ayudar a que el jabón salga de la solución de lejía Margarita Patiño (2022).

Los jabones potásicos, elaborados con hidróxido de potasio, se disuelven fácilmente en agua y se denominan jabones suaves No puedes hacerlos con lejía agregando sal, porque crearías un tipo diferente de jabón. Cuando mezclas jabones duros y blandos, obtienes un jabón que es duro pero que también se disuelve rápidamente y crea mucha espuma, lo cual es realmente genial Margarita Patiño (2022)**.**

- **Grasas y aceites:** Puedes utilizar casi cualquier tipo de grasa o aceite para hacer jabón. Al hacer jabón, puedes utilizar grasas animales como sebo (de res), manteca de cerdo (grasa de cerdo) o aceites de plantas como oliva, maíz y girasol. Las diferentes grasas animales tienen diferentes niveles de dureza. El sebo de res es duro, la manteca de cerdo es medianamente dura y la grasa de pollo es más blanda. Generalmente se acepta que con las grasas más duras se obtienen mejor jabón, por ello, hay que tener en cuenta que algunos de los ácidos grasos más adecuados en los jabones son el láurico, el mirístico, el palmítico y el oleico, que contienen dé a 18 átomos de carbono Margarita Patiño (2022).

Estos ácidos son como los ingredientes principales del sebo y el aceite de coco y constituyen la mayor parte de su composición En la mayoría de los jabones elaborados para lavandería y artículos de tocador, encontrará una combinación de aceite y sebo en una proporción de 3:1 y 4:1 Las fórmulas pueden variar dependiendo de cómo quieras que sea el producto final Margarita Patiño (2022).

Es evidente que las características de los jabones están directamente relacionadas con los ácidos grasos de las materias primas utilizadas, por lo que es conveniente saber qué hará una grasa en particular para una producción de calidad, por lo que es recomendable que se haga una pequeña producción únicamente utilizando la grasa en cuestión y ver qué resultados obtienes Margarita Patiño (2022).

Estos ácidos son como los ingredientes principales del sebo y el aceite de coco y constituyen la mayor parte de su composición En la mayoría de los jabones elaborados para la ropa y el cuidado personal, encontrará una combinación de aceite y sebo en una proporción de 3:1 y 4:1 Las fórmulas pueden variar dependiendo de cómo quieras que sea el producto final Margarita Patiño (2022). Las materias primas utilizadas para la fabricación de jabón no sólo deben ser de buena calidad, sino que también deben estar limpias y libres de impurezas Deben estar frescos, no demasiado salados y libres de trozos sólidos (Margarita Patiño, 2022).

Si tienes grasa rancia y sucia, puedes limpiarla hirviéndola en una olla grande con cuatro veces más agua que grasa. Después de hervir dejar enfriar y cuando se solidifique retirar con cuidado la grasa de la olla sin romperla. Para que sea más fácil sacar el recipiente, puedes calentar el exterior con agua caliente Esto derrite una fina capa de grasa en el interior, haciendo que salga suavemente Para deshacerte de la grasa, asegúrate de raspar toda la suciedad que quede Si el piso aún no está limpio, inténtalo de nuevo y repite el proceso de limpieza (Margarita Patiño, 2022)**.**

- **El sebo y grasa animal:** Algunos animales tienen grasa almacenada en el cuerpo y el tipo de grasa depende de su procedencia. Las grasas habituales que utilizamos son el sebo y la manteca de cerdo, pero ahora también podemos encontrar algunas singulares como la grasa de emú o de avestruz. Cuando se trata de hacer jabón, una de las grasas animales más populares es el sebo, que generalmente se elabora a partir de grasa de vaca. Existe otro tipo de sebo que proviene de las ovejas, pero no es tan popular como el que solemos conseguir La parte del animal que tiene más grasa suele estar alrededor de los riñones, y es la de mejor calidad Se llama sebo de ramas Este tipo de grasa tiene más ácido esteárico, lo que hace que los jabones sean más duros (Margarita Patiño, 2022).

El sebo, al igual que la manteca de cacao, aporta dureza y cremosidad a la espuma, haciéndola suave y agradable Crea un tipo de jabón firme y blanco, y se utiliza en un rango del 20 al 40% en la mayoría de los productos En determinadas zonas, el jabón se elabora con sebo y una generosa cantidad de aceite de coco (Margarita Patiño, 2022).

El Instituto Americano de Empacadores de Carne clasifica el sebo según su color, su título, la cantidad de ácidos grasos libres, la humedad, la materia insoluble y la materia insaponificable que contiene. La cantidad de sebo crudo que se utiliza en la fabricación de jabón afecta la calidad del jabón y su dureza El título es la temperatura a la que se solidifican los ácidos grasos del sebo, medida en grados Celsius Cuando la temperatura de la grasa supera los 40ºC se llama sebo, y cualquier temperatura superior a 40ºC se considera grasa o mantequilla (Margarita Patiño, 2022).

- **La manteca:** La mantequilla no es lo que parece Se puede elaborar con grasa animal, a menudo con carne de cerdo, pero también hay otras opciones Tiene una textura cremosa y un aroma que recuerda un poco al aceite de palma, pero no es tan agradable. Los jabones elaborados con mantequilla son sólidos, blancos y pueden durar mucho tiempo. Son excelentes para eliminar las manchas de la ropa y no irritan la piel. Es como el aceite de palma, pero no tan espumoso. También es más difícil trabajar con él. Se utiliza hasta el 40% del importe total (Margarita Patiño, 2022).

- **Otros productos de origen animal para la elaboración de jabones:** La lanolina, obtenida de la lana de oveja, es una grasa utilizada tradicionalmente para añadir grasa a los jabones. Aporta suavidad y cuidado a la piel y al cabello, y su composición química es similar a la cera. (Margarita Patiño, 2022).

La cera de abejas no es una grasa, pero se utiliza a menudo en jabones, sobre todo, garantiza robustez y aptitud. Por lo general, se utilizan hasta un 5% de formulaciones de jabón. Para utilizar cera de abejas en jabón, primero se debe disolver en aceite caliente y remover hasta que se disuelva por completo. (Margarita Patiño, 2022)**.**

2.6.5. Clasificación de los jabones

- **Jabón Duros:** Estos están elaborados a partir de grasas y aceites con alto contenido de ácidos saturados, saponificados con hidróxido de sodio. Se utilizan para lavar ropa y objetos (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones Blandos**: Jabón elaborado a base de aceite de semilla de algodón, aceite de linaza y aceite de pescado, saponificado con hidróxido de potasio.

Entre ellos se encuentra el jabón líquido (Margarita Patiño, 2022).

- **Jabones humectantes:** Se trata de jabones especiales para pieles secas y muy dañadas, que hidratan y acondicionan la piel gracias a los ingredientes que los componen, que contienen principalmente: grasas, aceites vegetales o cremas (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones comunes:** Se trata de jabones espumosos y solidos a base de potasio o sodio y grasas animales grasas. Gracias a sus ingredientes se puede utilizar tanto para la piel como para el cabello (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones dermatológicos:** Estos jabones especiales son estupendos para cuidar la piel. Limpian la piel sin ser demasiado ásperos, porque, tienen ingredientes especiales que pueden cerrar los poros y mantener la piel sana (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones naturales:** Estos jabones están impregnados de deliciosos aromas de frutas y flores, que les ayudaría a relajarse y sentirse tranquilo (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones suaves:** Este jabón es perfecto para personas con piel sensible porque contiene aguas termales y otros ingredientes especiales que son suaves y calmantes (Margarita Patiño, 2022).
- **Jabones terapéuticos:** Estos son los jabones que los médicos recomienda habitualmente para tratar algunas enfermedades de la piel, como la micosis y psoriasis. Estos son ideales para limpiar la cara en profundidad (Margarita Patiño, 2022).

2.7. Manzanilla

La manzanilla o camomila se refiere a varias especies botánicas de la familia de las compuestas *(Compositae o Asteraceae).* La mayoría de las plantas de esta misma familia crecen en forma de hierbas, arbustos o muy ocasionalmente como árboles, y se caracterizan por tener flores agrupadas en cabezuelas sobre un receptáculo compartido. (Ferrer, 2021)

La manzanilla llegó a Perú en el siglo XVII, introducida por los conquistadores españoles, proveniente de regiones de clima templado de Europa, el norte de Asia, Medio Oriente y Asia Menor, donde se originó, y fue añadida a la herbolaria indígena por sus propiedades curativas reconocidas. En estos momentos, su cultivo se concentra mayormente en Europa, en el norte de África, en Asia occidental y en Sudamérica. (Ferrer, 2021)

2.7.1. Clasificación Botánica

La taxonomía y nomenclatura de la manzanilla fue explicada primero

por Hipócrates y Dioscórides, mencionando tres especies, y luego por Linneo en 1753, quien la clasificó en cinco especies del género Matricaria L, pero con errores que causaron controversia por más de dos siglos. (Ferrer, 2021)

En la actualidad, se sabe que la familia de las compuestas *(Compositae o Asteraceae)* está compuesta por numerosas especies de manzanilla, las cuales pertenecen a diversos géneros como Anthemis, Matricaria y Chamaemelum, siendo estos los más cultivados. (Ferrer, 2021)

2.7.2. Propiedades del aceite de manzanilla

Los beneficios cosméticos de la manzanilla se deben a sus componentes activos. (Moreno, 2023).

- **Flavonoides:** Antiinflamatoria, vasodilatadora, protección solar y radicales libres.

- **Aceites esenciales**: Luchan contra la inflamación, eliminan gérmenes, previenen úlceras y protegen la piel roja por la exposición al sol. Además, el aceite de girasol presente en el producto aumenta sus propiedades antiinflamatorias debido al ácido linoleico que contiene.

- **Antibacteriana:** La manzanilla también es altamente efectiva contra Salmonella typhi, Staphylococcus aureus, Mycobacterium tuberculosis y Staphylococcus epidermis gracias a sus propiedades antibacterianas. La capacidad antibacteriana de la manzanilla la convierte en un ingrediente beneficioso para elaborar productos cosméticos con propiedades purificantes y para el tratamiento de infecciones cutáneas causadas por bacterias, como el acné.

2.7.3. Usos del aceite de manzanilla

Hay una gran variedad de maneras en las que podemos utilizar el aceite de manzanilla:

Artículos para pieles delicadas e irritadas

Cremas antiacné

Tónicos para la congestión nasal

Productos cosméticos capilares para aclarar el cabello

CAPITULO III
METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental y aplicada porque se manipulan variables, las cuales se evaluaron a través de indicadores como es el análisis fisicoquímico (pH, nivel de espuma, humedad y alcalinidad libre).

3.2. Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Ucayali, situada en el kilómetro 6.2 de la carretera Federico Basadre, en la ciudad de Pucallpa, región Ucayali. Las actividades experimentales se desarrollaron principalmente en el laboratorio de Química de la institución, donde se efectuó la formulación y elaboración del jabón de tocador utilizando como ingrediente base la manteca de macambo (*Theobroma bicolor)*. Asimismo, en dicho laboratorio se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos necesarios para evaluar las propiedades del producto final, tales como el pH, la humedad, la capacidad de formación de espuma, y alcalinidad libre, con el fin de garantizar su calidad y cumplimiento de las normativas vigentes en la industria cosmética.

3.3. Materia prima

Los frutos de macambo (*Theobroma bicolor*) utilizados en esta investigación fueron adquiridos en el mercado minorista ubicado en el kilómetro 6 de la carretera Federico Basadre, en la ciudad de Pucallpa, región Ucayali. Se trabajó con un lote de aproximadamente 5.200 kg de semillas de macambo, las cuales fueron sometidas a un proceso de extracción para obtener la manteca utilizada en la formulación del jabón de tocador. Este proceso de extracción se realizó mediante la técnica de prensado en frio, un método ampliamente utilizado para la obtención de grasas vegetales, que favorece un mayor rendimiento al aplicar calor para facilitar la liberación de los aceites contenido en las semillas.

A partir de este volumen de semillas, se logró obtener un total de 1.200 kg de manteca de macambo, una materia prima rica en ácidos grasos esenciales y propiedades emolientes, lo que la hace especialmente adecuada para la elaboración de productos cosméticos como jabones. El proceso de extracción no solo garantizó la pureza y calidad de la manteca obtenida, sino que también permitió preservar sus características beneficiosas, como la alta concentración de antioxidantes naturales y su capacidad hidratante, factores clave para el desarrollo de un jabón de tocador con propiedades suaves y nutritivas para la piel.

3.4. Materiales y equipo

3.4.1. Insumos

Los insumos que se utilizó fue el aceite esencial de manzanilla.

3.4.2. Reactivos

Los reactivos que se utilizaron fueron Soda caustica, hipoclorito de sodio (NaClO), agua destilada, fenolftaleína 1% ($C_{20}H_{14}O_4$), alcohol y ácido clorhídrico 0.1 N (HCL).

3.4.3. Materiales

Los materiales que se utilizaron fueron vasos precipitados de 500 mL y 20 mL, probetas de 250 mL, capsula de porcelana, tamiz de 3” (75 mm), mandil, cofia, mascarilla, varilla de agitación, barra magnética, matraz de Erlenmeyer, bureta de 50 mL, placa Petri, cucharas, moldes de gebe para el jabón y papel manteca.

3.4.4. Equipos e instrumentos

Los equipos e instrumentos que se utilizaron fueron termómetro digital, balanza analítica, agitador magnético, pH metro portátil, estufa, esquipo de titulación y cronometro.

3.5. Variables estudiadas

3.5.1. Variable independiente

3.5.1.1. Concentración de soda caustica

- **H1 =** 8%
- **H2 =** 10%
- **H3 =** 12%
- **H4 =** 14%

3.5.2. Variable dependiente

3.5.2.1. Rendimiento del jabón

Se evaluaron el peso final del jabón

3.5.2.2. Análisis fisicoquímicos

Se evaluaron las caracteristicas fisicoquímicas (pH, nivel de espuma, humedad y alcalinidad libre)

3.6. Población y muestras

Se utilizaron 22857.14kg de semilla de macambo adquiridas en un mercado minorista ubicado en el km 6, obteniendo un rendimiento del 23%, equivalente a 1kg de manteca de macambo.

3.7. Diseño experimental

Microsoft Excel 2019 fue empleado para establecer una base de datos que registrara los análisis correspondientes a cada tratamiento.

Para la presente investigación se utilizó el software SPS-27 para el análisis de varianza y la prueba de tukey.

Evaluaciones paramétricas de los análisis fisicoquímicos

Diseño completamente al azar:

Modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Donde:

μ= media general

Tᵢ= efecto del i-ésimo tratamiento

Eij= error experimental en la unidad j del tratamiento i

3.8. Dimensiones del área experimental

Los tratamientos desarrollados en el presente trabajo de investigación fueron 12 como se muestra a continuación:

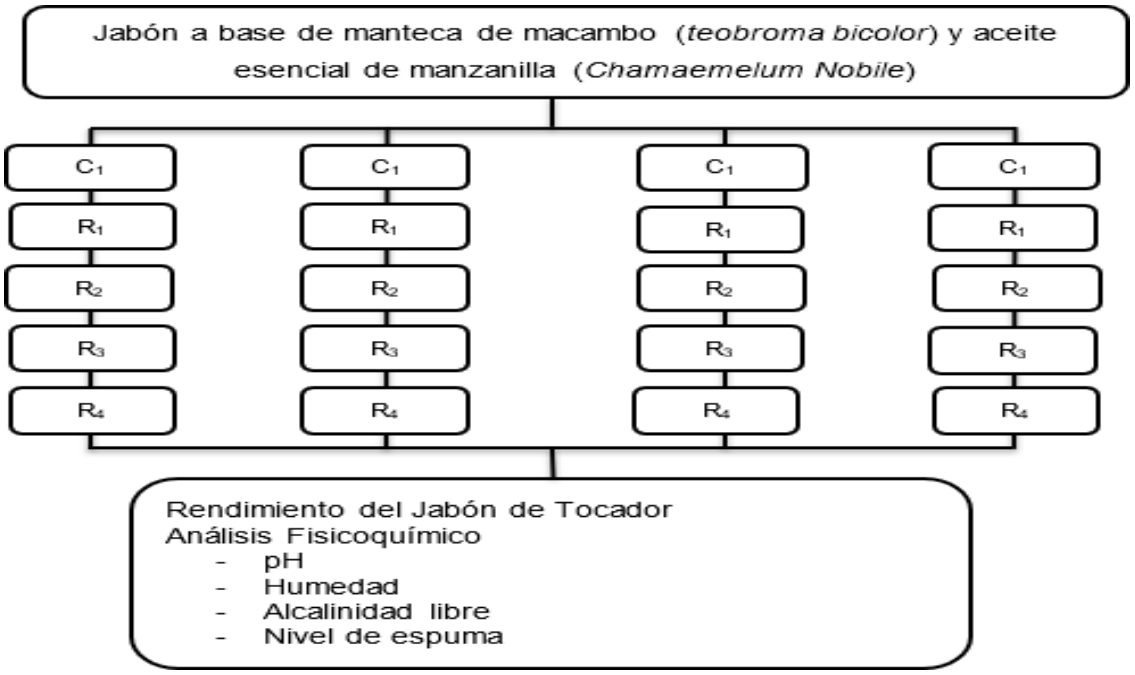
Tabla 6. Tratamientos experimentales

Factor "1"			
C_1 8%	C_2 10%	C_3 12%	C_4 14%
C_1R_1	C_2R_1	C_3R_1	C_4R_1
C_1R_2	C_2R_2	C_3R_2	C_4R_2
C_1R_3	C_2R_3	C_3R_3	C_4R_3

Fuente: *Elaboración propia*

3.9. Esquema experimental

Figura 1. Esquema experimental estadístico

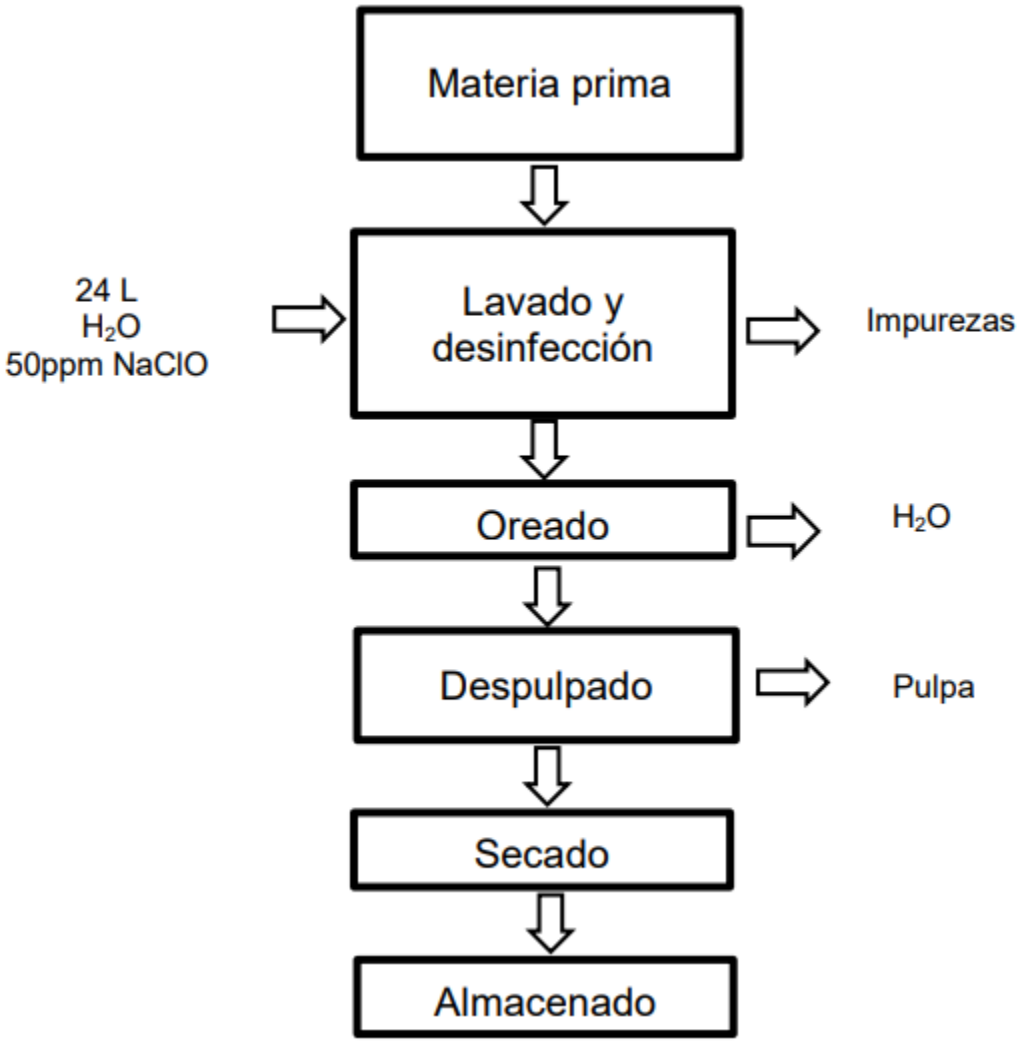


Fuente: *Elaboración Propia*

3.10. Metodología Experimental

3.10.1. Proceso de obtención de semilla de macambo

Figura 2. Diagrama de bloques para la obtención de la semilla de macambo



***Fuente**: Elaboración propia*

3.10.2. Descripción del proceso de obtención de la semilla de macambo

Materia Prima

Se utilizaron 190.48 macambo

Lavado y desinfección

Se lavo con agua corriente para eliminar las impurezas y luego se desinfecto sumergiéndolo en una solución de agua con 50 ppm durante 10 minutos.

Oreado

Dejamos al fruto a la intemperie para que seque a una temperatura ambiente de 32ºC durante aproximadamente 2 horas.

Despulpado

Con un cuchillo tipo machete se realizó un corte transversal para separar la semilla del mucilago. El despulpado se realizó de manera manual.

Secado

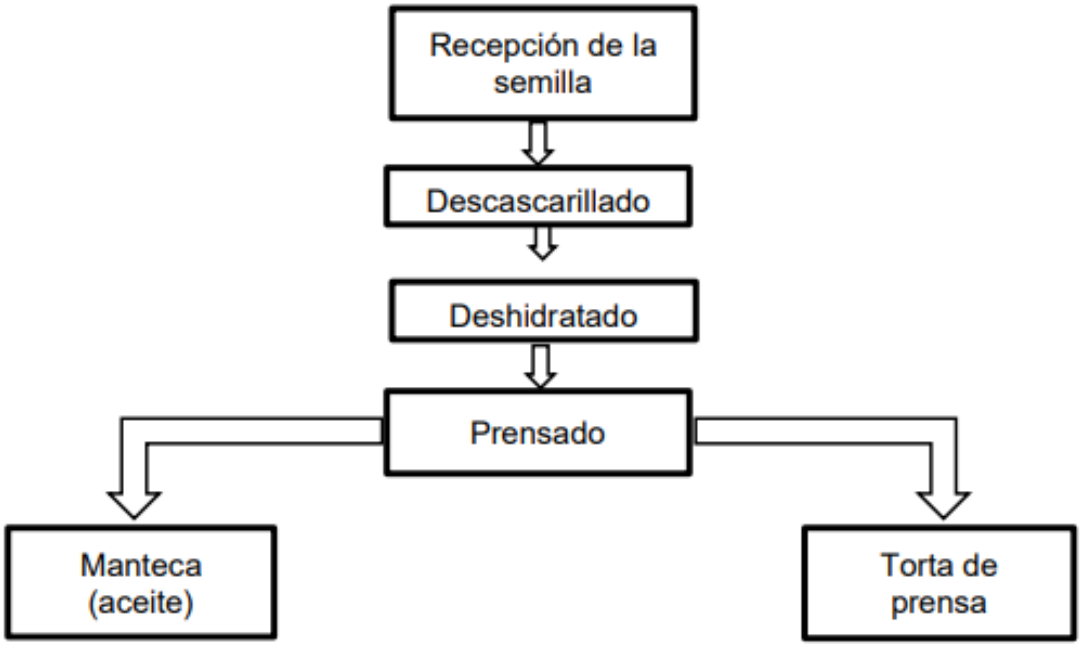
Se llevó al horno de secado a una temperatura de 35ºC con un periodo de cinco días de acuerdo a (Velásquez, 2020), para tener la facilidad de retirar el arilo fibroso.

Almacenado

Guardamos la semilla en las instalaciones del laboratorio de química.

3.10.3. Proceso para la obtención de la manteca de macambo

Figura 3. Diagrama de bloques para la obtención de manteca de macambo



Fuente: *Elaboración propia*

3.10.4. Descripción del proceso de obtención de manteca de macambo

Recepción de la semilla

En las instalaciones del taller aceites y grasas, se pesaron 24761.90gr de semillas.

Descascarillado

Con el cuchillo cortamos el arilo fibroso para adquirir la semilla.

Deshidratado

Las semillas fueron colocadas en las bandejas de la maquina deshidratadora a una temperatura de 60ºC (Guardia, 2018) aproximadamente 6 horas para eliminar el porcentaje de agua.

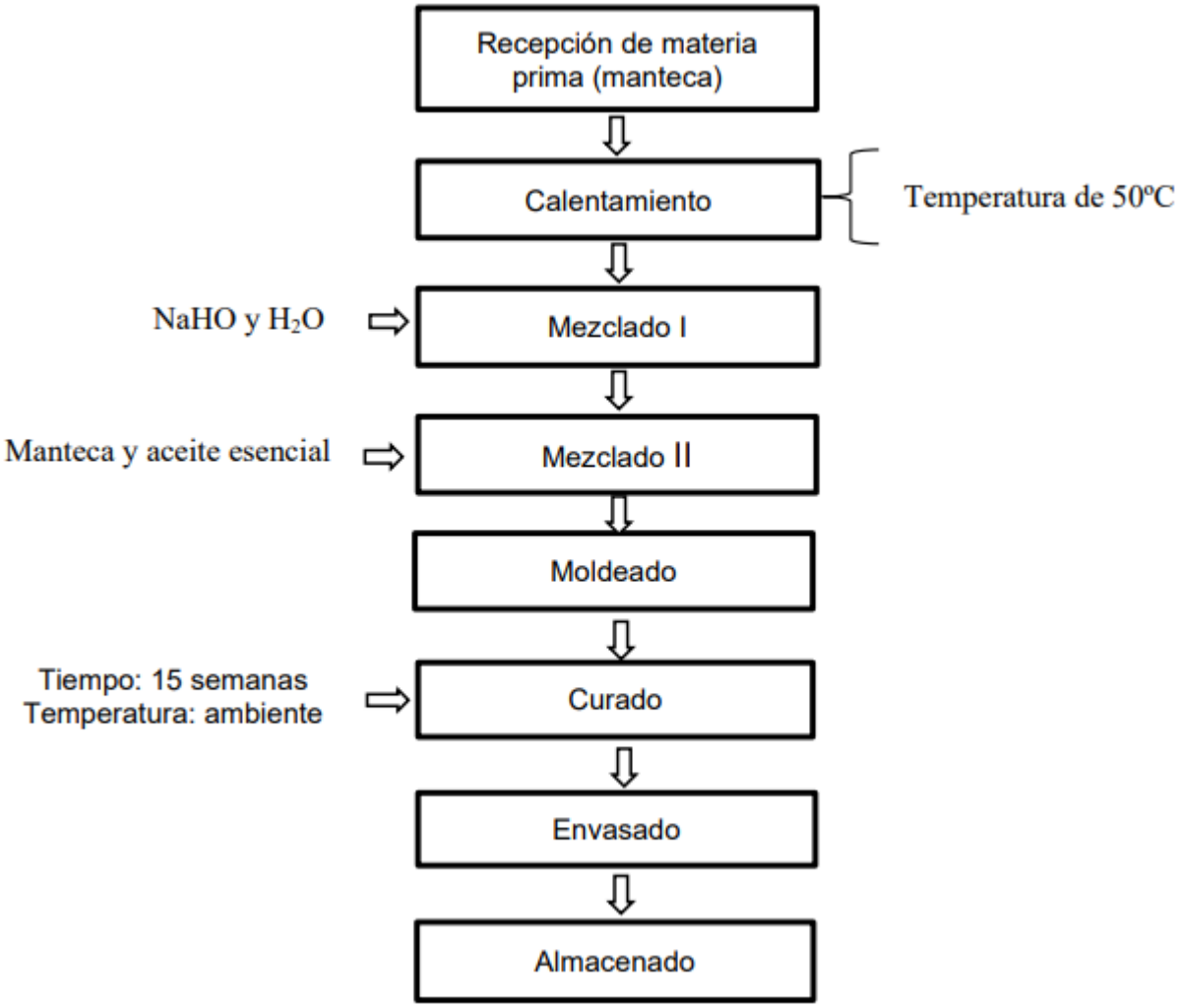
Prensado

Prensamos en la prensa hidráulica para extraer el aceite y se procedió almacenar en un envase de vidrio

3.10.5. Proceso de elaboración del jabón de tocador

El jabón de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla se ejecutó utilizando el siguiente diagrama de bloques (Figura 3).

Figura 4. Diagrama de bloques para la elaboración de jabón de tocador



Fuente: *Elaboración propia*

3.10.6. Descripción del proceso para la elaboración del jabón

Recepción de materia prima (manteca)

Se peso 45gr de manteca en la placa Petri

Calentamiento

Llevamos la placa Petri con la muestra ya pesado al horno de secado a una temperatura de 50ºC hasta obtener la consistencia liquida.

Mezcla I

Con el agitador eléctrico se realizó la primera mezcla entre el H2O y NaOH en un vaso precipitado.

Mezcla II

Seguidamente se añadió la manteca ya tamizada a una temperatura de 80ºC a 90ºC, controlando las temperaturas constantemente.

Curado

Los jabones fueron reposados en su mismo molde por 15 semanas para mejorar la calidad y la duración del jabón.

Envasado

Después de pasar las 15 semanas, se procedió a desmoldar los jabones para envolverlo en papel manteca.

Almacenado

Los jabones fueron guardados en caja a una temperatura ambiente en un lugar fresco.

3.11. Métodos de Análisis

3.11.1. Rendimiento del jabón de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

Procedimiento:

- Se pesó una muestra de jabón en una balanza analítica

- Se comparó el peso real con el peso nominal declarado en el envase

- Se verificó que el peso este dentro de los márgenes permitidos por la norma técnica.

3.11.2. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador a base de manteca de macambo

- pH: Se realizó por el método de potenciómetro según la NTP 319.169.1979.(revisada en 2017)

- Nivel de espuma: Se realizó por método de agitación según la norma INEN 0831.1982. (revisada en 2017).

- Humedad: Se realizó por método de estufa según la NTP 319.100.1974. (revisada en 2017).

- Alcalinidad libre: Se realizó por método de titulación según la norma técnica peruana NTP 319.166.1978 (revisada en 2012)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento del jabón de tocador a base de manteca de macambo

En la tabla 12A, el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento del jabón revela diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de determinación del rendimiento (R^2 = 99.99%) sugiere que el 99.99% de la variabilidad total puede ser explicada por los tratamientos aplicados, mientras que el 0.01% se debe a otros factores no controlados. El coeficiente de variación (CV = 1.58%) indica que la dispersión de los datos es baja, lo que implica un buen ajuste y precisión en los resultados.

Por otro lado, en la tabla 13A, el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento del jabón en porcentaje donde muestra diferencias significativas, y el coeficiente de determinación (R^2 = 99.03%) indica que el 99.03% de la variabilidad está explicada por los tratamientos, con un 0.97% debido a factores externos. El coeficiente de variación (CV = 1.76%) sigue siendo bajo, lo que confirma un buen ajuste y precisión en los datos obtenidos.

Tabla 7. Evaluación del rendimiento del jabón a base de manteca de macambo aceite esencial de manzanilla.

Tratamiento	Rendimiento en (g).	(%)	Significancia
T_1 (Jabón de macambo con 8% de soda caustica).	52.82	70.02	a
T_2 (Jabón de macambo con 10% de soda caustica).	50.08	65.69	b
T_3 (Jabón de macambo con 12% de soda caustica).	49.78	64.63	c
T_4 (Jabón de macambo con 14% de soda caustica).	48.87	62.83	d

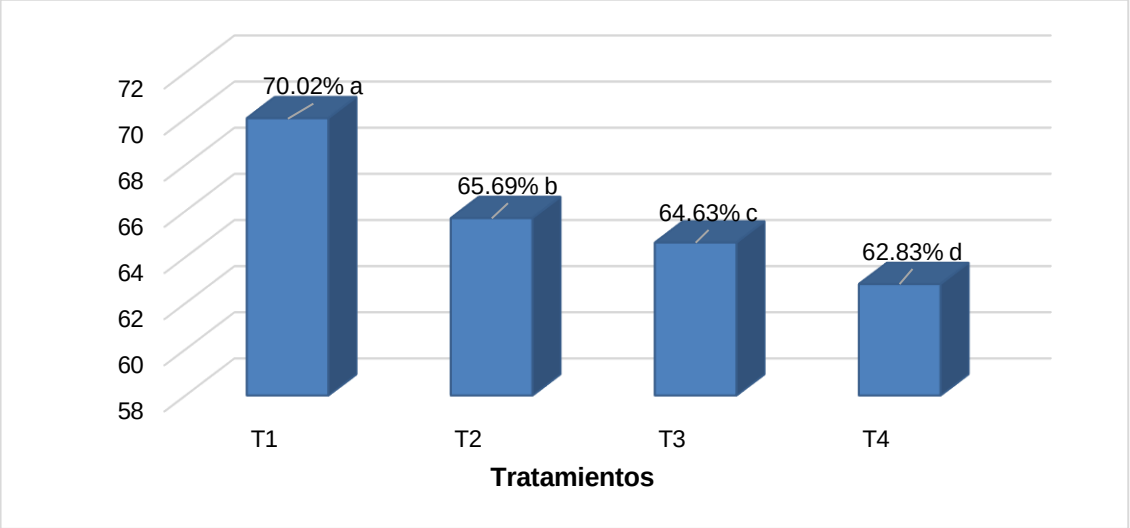
Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 7, se presentan los resultados del rendimiento del jabón en porcentajes de los tratamientos analizados, que varían entre 62.83% y 70.02%. Estos valores son significativamente más altos en comparación con estudios previos. Como Chávez (2020) reportó un rendimiento del 64.79% en su investigación sobre jabón de aceite de sacha inchi. Por otro lado, Minaya (2023), en su estudio sobre la calidad físico-química y rendimiento del jabón de tocador a partir de aceites residuales de chiflerías, registró un rendimiento de 93.91%.

En nuestro trabajo, el tratamiento T1 (jabón de macambo con 8% de soda cáustica) mostró un rendimiento del 52.82%, lo que indica que se encuentra dentro del rango esperado.

Figura 5. *Fluctuación del rendimiento en jabones elaborados a base de manteca de*

macambo y aceite esencial de manzanilla.



Fuente: *Elaboración propia*

4.2. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador a base de manteca de macambo.

Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas como el nivel de espuma, pH, humedad, y alcalinidad libre. Se aplicó un ANOVA para detectar diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de Tukey para realizar comparaciones múltiples cuando estas diferencias fueron significativas.

4.2.1. Nivel de pH en jabones de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

El análisis de varianza del pH en el jabón reveló diferencias significativas entre los tratamientos en la tabla 13A. El coeficiente de variabilidad de 0.1113 indico baja dispersión de datos, lo que permite comparaciones precisas. Además, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.7192$) muestra que el 71.92% de la variación del pH se debe a los tratamientos, mientras que el 28.08% está relacionado con factores no controlados. Esto sugiere que, aunque los tratamientos influyen considerablemente en el pH, otros factores también juegan un papel importante.

Tabla 8. Evaluación del nivel de pH en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

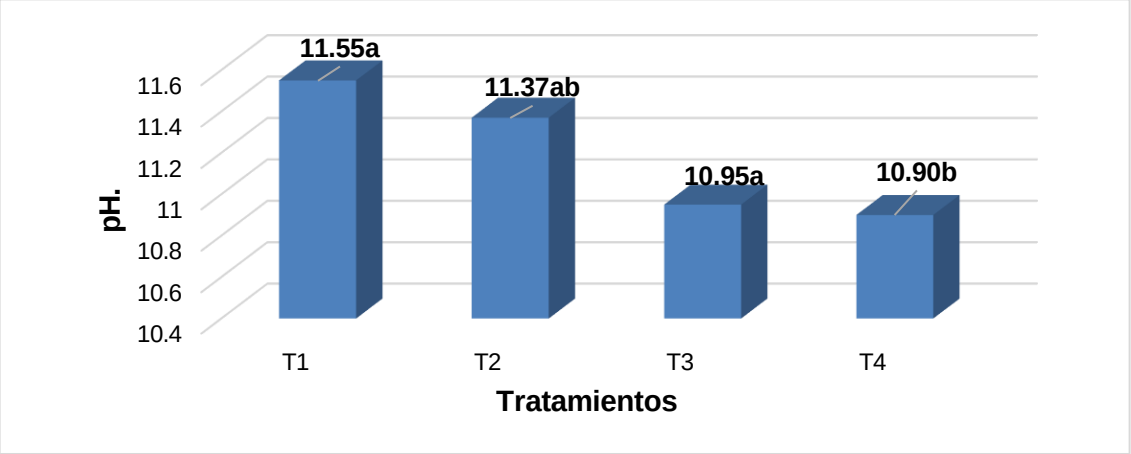
Tratamiento	pH	Significancia
T_1 (Jabón de macambo con 8% de soda caustica).	11.55	a
T_2 (Jabón de macambo con 10% de soda caustica).	11.37	ab
T_3 (Jabón de macambo con 12% de soda caustica).	10.95	a
T_4 (Jabón de macambo con 14% de soda caustica).	10.90	b

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 8, se presentan los resultados del pH de los tratamientos analizados, que varían entre 10.90 y 11.55, valores significativamente más alto en comparación con estudios previos. Como Chávez (2020) en su investigación sobre jabón de aceite de sacha inchi, reporto un pH de 9.77, De manera similar, Huancaya (2022), al evaluar un jabón a base de aceite de umari, obtuvo un pH de 9.72 en el tratamiento preferido por los panelistas. Por último, Pérez (2024), en su estudio sobre jabón exfoliante de aceite de aguaje, registro un pH de 9 en su mejor tratamiento.

En contraste, nuestro trabajo el tratamiento T4 (jabón de macambo con 14% de soda caustica) mostro un pH de 10.90, lo que evidencia una mayor alcalinidad respecto a los valores reportados en los estudios anteriores. Aunque este nivel de pH es más alto, sigue cumpliendo con los límites permitidos por la Norma técnica peruana (NTP) 319.169.1979, que establece un rango de pH entre 8.9 y 10.9.

Figura 6. *Fluctuación del nivel de pH en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla*.



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.2. Nivel de espuma en jabones de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla

Los datos relacionados al análisis de varianza ANVA, tal como se observa en la tabla 14A, se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 17.34%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Así mismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.7511, esto nos indica que el 75.11% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 24.89% se debe a otros factores.

Tabla 9. Evaluación del nivel de espuma en jabón de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

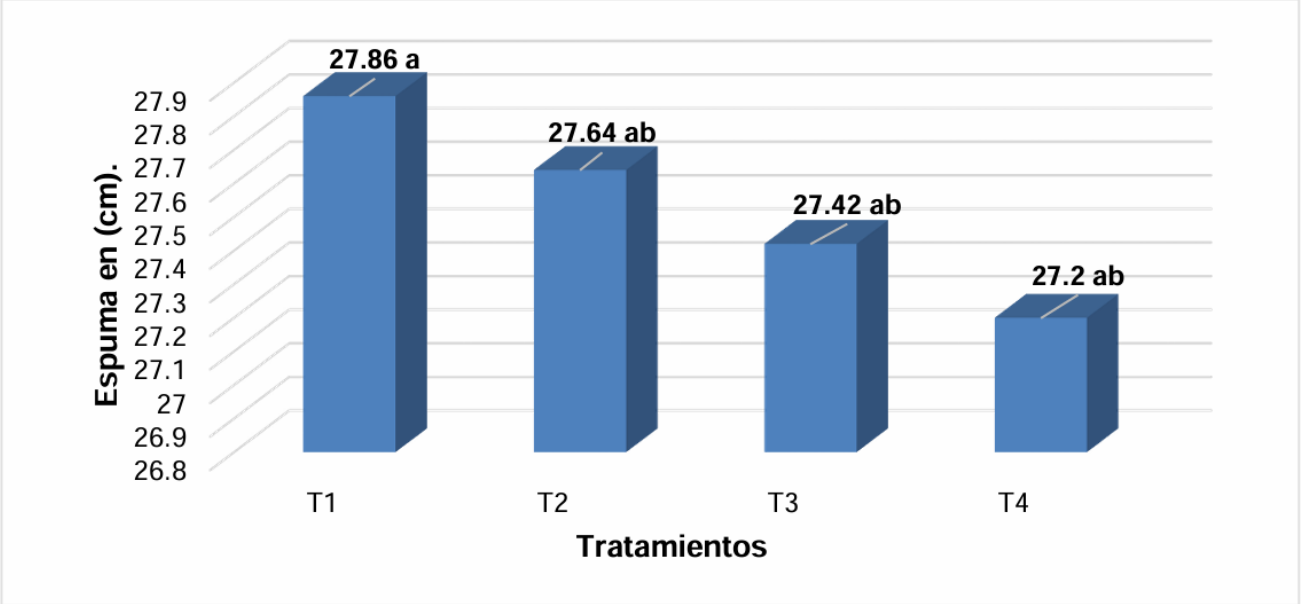
Tratamiento	Espuma en (cm)	Significancia
T1 (Jabón de macambo con 8% de soda caustica).	27.86	a
T2 (Jabón de macambo con 10% de soda caustica).	27.64	ab
T3 (Jabón de macambo con 12% de soda caustica).	27.42	ab
T4 (Jabón de macambo con 14% de soda caustica).	27.20	b

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 9, se presentan los resultados de los niveles de espuma obtenidos en los tratamientos analizados, con valores que varían entre 27.86 cm y 27.20 cm. Estos valores destacan por ser significativamente más altos en comparación con los reportados en estudios previos. Con relación a lo indicado Chávez (2020), en su estudio sobre la elaboración de jabón a partir de aceite de Sacha Inchi, alcanzo un nivel de espuma de 12 cm. De manera similar, Vela (2022), evaluó un jabón de aceite de Umari, alcanzando un nivel de espuma de
13.6 cm, y Pérez (2024), reporto 15 cm en un jabón exfoliante elaborado con aceite de aguaje

Los resultados de nuestro trabajo muestran un nivel de espuma significativamente superior, destacándose el tratamiento T1 (jabón de macambo con 8% de soda caustica), que alcanzó 27.86 cm de espuma. Este valor resalta la efectividad de nuestra formulación en comparación con las investigaciones previas, lo que podría atribuirse tanto a las caracteristicas propias de la manteca de macambo como a la proporción de soda caustica empleada.

Figura 7. *Fluctuación del nivel de espuma en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla*.



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.3. Nivel de humedad en jabones de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla

Los datos relacionados al análisis de varianza ANVA de humedad, tal como se observa en la tabla 15A, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.1927, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.7878, esto nos indica que el 78.78% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 21.22% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el estudio.

Tabla 10. Evaluación del nivel de humedad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

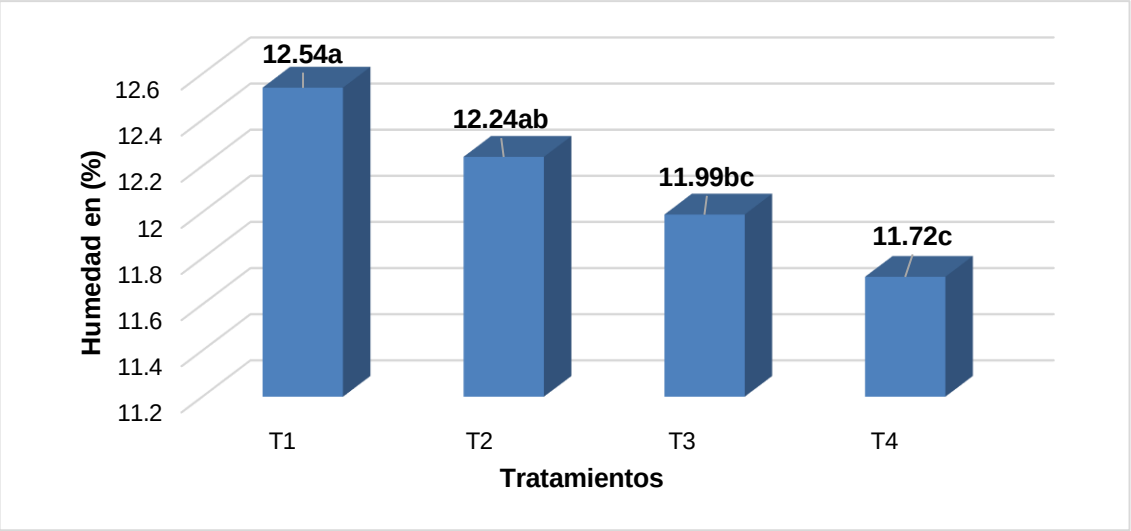
Tratamiento	Humedad en (%)	Significancia
T1 (Jabón de macambo con 8% de soda caustica).	12.54	a
T2 (Jabón de macambo con 10% de soda caustica).	12.24	ab
T3 (Jabón de macambo con 12% de soda caustica).	11.99	bc
T4 (Jabón de macambo con 14% de soda caustica).	11.72	c

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 10, se muestran los niveles de humedad de los tratamientos analizados, con valores que varían entre 12.54% y 11.72. Estos resultados son notablemente más altos en comparación con estudios previos. Por Chávez (2020), en su investigación sobre jabón de aceite de sacha inchi, reportó un nivel de humedad de 10.67%. De manera similar, Vela (2022), obtuvo 11.8% al trabajar con aceite de umari, mientras que Pérez (2024) registro 11% en un jabón exfoliante a base de aceite de aguaje.

Es importante señalar que la Norma Técnica peruana (NTP) 319.084 establece que el porcentaje de humedad en los jabones debe ser inferior al 12%. En este contexto, el tratamiento T4 (jabón de macambo con 14% de soda caustica), con un 11.72% de humedad, cumple con los requisitos de la normativa vigente, demostrando la viabilidad de la formulación utilizada.

Figura 8. *Fluctuación del nivel de humedad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla*.



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.4. Nivel de alcalinidad libre en jabones de tocador a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

En la tabla 16A, el análisis de varianza de alcalinidad libre muestra diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 0.95, indica una mayor concentración de los datos, lo que sugiere que la dispersión es adecuada para realizar comparaciones entre las muestras. Además, el coeficiente de determinación (R^2 = 0.7511), revela que el 75.11% de variabilidad en los datos es explicada por los tratamientos, mientras que el 24.89% restante se atribuye a factores no controlados en el estudio.

En la tabla 11, se presentan los resultados de los niveles alcalinidad libre obtenidos en los tratamientos analizados, los cuales varían entre 0.075% y 0.048%. Estos valores destacan por ser significativamente más altos en comparación con los

reportados en estudios previos. En el estudio de Chávez (2020), sobre jabones de aceite de Sacha Inchi, el tratamiento T3 alcanzó un nivel de alcalinidad libre de 0.032%. De manera similar, Vela (2022), obtuvo 0.033% en jabones de aceite de umari.

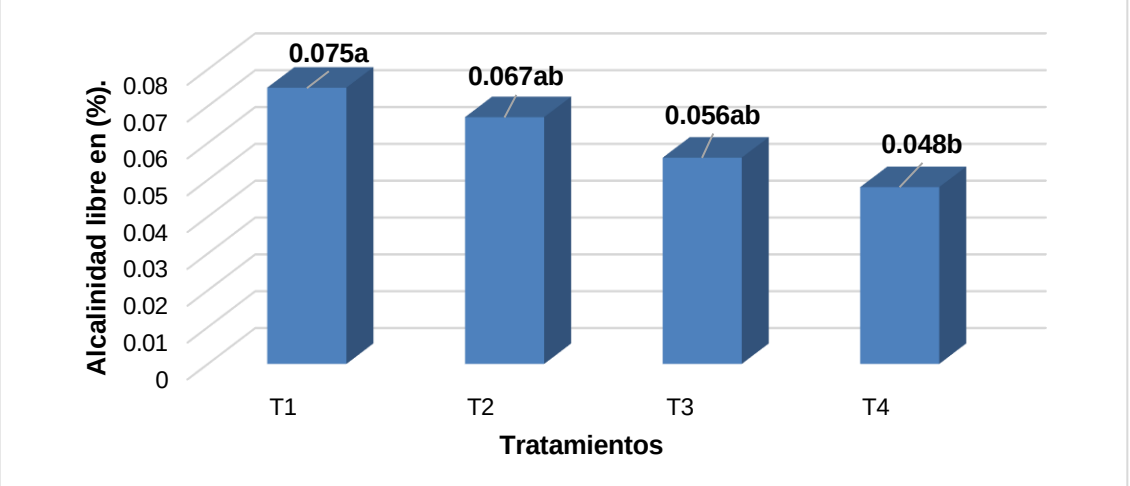
Tabla 11. Evaluación del nivel de alcalinidad libre en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla.

Tratamiento	Alcalinidad libre en (%)	Significancia
T_1 (Jabón de macambo con 8% de soda caustica).	0.075	a
T_2 (Jabón de macambo con 10% de soda caustica).	0.067	ab
T_3 (Jabón de macambo con 12% de soda caustica).	0.056	ab
T_4 (Jabón de macambo con 14% de soda caustica).	0.048	b

Fuente: *Elaboración propia*

Finalmente, el estudio de Pérez (2024), reporto 0.03% en un jabón exfoliante de aceite de aguaje. Estos valores se encuentran dentro de los valores permitidos por la norma técnica peruana (NTP) 319.084, establecen un límite de alcalinidad libre inferior al 0.05% en jabones. En nuestro estudio, el tratamiento T4 (jabón de macambo con 14% de soda caustica) presento un 0.048% de alcalinidad libre, confirmando que se encuentra dentro del rango permitido por la norma.

Figura 9. *Fluctuación del nivel de alcalinidad en jabones elaborados a base de manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla*.



CAPITULO V
CONCLUSIONES

- El estudio sobre el impacto de diferentes concentraciones de soda cáustica (8%, 10%, 12% y 14%) en la calidad del jabón de tocador elaborado con manteca de macambo y aceite esencial de manzanilla revela que la variación en estos niveles alcalinos influye significativamente en las propiedades finales del producto. A medida que aumenta la concentración de soda cáustica, se observan cambios notables en la textura, durabilidad, capacidad de generar espuma y el pH del jabón.

- El estudio sobre el rendimiento del jabón de tocador formulado con manteca de macambo mostró que las variaciones en los tratamientos evaluados influyeron significativamente en los resultados obtenidos. El tratamiento T1 presentó el mayor rendimiento, alcanzando un 70.02% con un peso de 52.82 gramos, lo que lo posiciona como el más eficiente en términos de producción.

- La evaluación de los principales parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador a base de manteca de macambo reveló que el tratamiento T4 (jabón con 14% de soda cáustica) destacó por tener la menor alcalinidad libre, pH y humedad. Por otro lado, el tratamiento T1 (jabón con 8% de soda cáustica) mostró el mayor nivel de formación de espuma.

CAPÍTULO VI
RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una concentración optima de soda caustica de 14% para producir jabón de tocador de alta calidad con manteca de macambo y aceite de manzanilla, ya que presenta la menor alcalinidad libre, pH y humedad.

- Es importante controlar la temperatura y el tiempo de mezcla para evitar la descomposición de los componentes y asegurar la calidad del jabón.

- Se recomienda explorar la posibilidad de utilizar tecnologías innovadoras para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción de jabón

- Se recomienda realizar un monitoreo continuo de los parámetros fisicoquímicos del jabón de tocador en función de las variaciones en la concentración de soda cáustica. Este seguimiento es crucial para garantizar que las propiedades del producto se mantengan dentro de los estándares de calidad y seguridad requeridos para su uso personal. Implementar este enfoque ayudará a asegurar la eficacia y la confianza del consumidor en los productos elaborados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga D. (2020). Efectos de dos procesos de saponificación (frio- caliente) en la calidad del jabón de tocador elaborado a partir de manteca de cacao (Theobroma cacao. l) a diferentes concentraciones de aceite esencial de hierba luisa (Lippia citriodora l.).

Bombón, N., & Albuja, M. (2014). Diseño de una Planta de Saponificación para el Aprovechamiento del Aceite Vegetal de Desecho. Documento de la investigación: 10.33333/RP. V34I1.304.

Campos J. (2019). Los productos de cuidado personal pueden contaminar el ambiente y afectar su salud.

Cariño A. (2019). Saponificación: La Química de los Jabones

Chávez L. (2020). Determinación de la relación óptima de aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis l.) y sosa caústica (NaOH), en la elaboración de jabón de tocador.

Costa, DD, Silva, KS, Oliveira, LV, Sousa, JD y Vieira, JS (2010). EFEITO DA ALCALINIDADE NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM SABÃO ACABADO

Dipaningrum, PK, Ulfa, AM y Khoirunnisa, SM (2022). PENETAPAN KADAR ALKALI BEBAS PADA SABUN CUCI KRIM YANG DIJUAL DI MINI MARKET SECARA ASIDIMETRI. *Jurnal Analis Farmasi*

D'Santiago, I., & Marcano, M. (1996). El pH de los jabones.

Espinoza S. (2021). Compuestos químicos y aplicaciones cosméticas de la manzanilla

Fadrique, JG (2014). Qué es la espuma. Identificación del corpus: 188038953

Ferrer (2021). Obtención y Caracterización del aceite esencial de Manzanilla (Matricaria Recutita L.) mediante microondas y arrastre con vapor. Lima, Perú

González Guay, R.M., & Much Santos, Z. (2020). Factibilidad técnica en la elaboración de jabones en barra a partir del aceite residual de cocina. Agua, Saneamiento & Ambiente. DOI:10.36829/08asa.v15i1.1131.

Guananga-Diaz, NI, Guananga-Diaz, FR, Luna-Logroño, N., & Sánchez-Rosero, A. (2022). Efecto antibacteriano de aceites esenciales de cítricos en jabones de aceite vegetal reciclado. *593 editorial Digital CEIT*

Lay, K., González, V., Serrano, A., & Mojica, T. (2021). Jabones artesanales a base de cacao como beneficio orgánico para la salud. Revista de Iniciación Científica. DOI:10.33412/rev-ric. v6.0.3152.

Moreno (2019). ¿Conoces todos los usos del aceite de manzanilla? Badajoz, España

Morillas; Miranda & Ganoza (2022). Chamaemelum nobile: una revisión de usos tradicionales, fitoquímica y farmacología

Moncayo (2022). Elaboración de jabón de tocador a partir del aceite de la sacha inchi, Universidad Mariana, Colombia.

Pérez S. (2024). Elaboración de jabón exfoliante a base de aceite de aguaje (mauritia flexuosa) ecotipo shambo con diferentes cantidades de su cascarilla y concentraciones de hidróxido de sodio.

Proaño, F., Stuart, JR, Chongo, B., Flores, LG, Herrera, M., Medina, Y., & Sarduy, L. (2015). Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina.

Puetate (2012). Elaboración de Jabones de Tocador Sólidos Tales como Sulfuroso, Humectante y Exfoliante a partir de Gel de Yausabara (Pavonia Sepium), Ibarra, Ecuador.

Ramos, MC, Veríssimo, MD y Velasco, MV (2022). Análisis del rótulo y características de los jabones utilizados en la piel del recién nacido. Revista de cuidado de

heridas, 31 LatAm sup 5

Rogeles (2021). Propuesta de mejora para reducir la variabilidad de ácidos grasos libres en un proceso productivo de jabón de tocador. Medellín, Colombia.

Saavedra J. (2003). Conservación y evaluación de las almendras de macambo (Theobroma bicolor) frito – saladas.

Sanae (2019). Jabones artesanales y cosmética natural

Sánchez, E., Ruiloba, PR, Morales, LG y Erick, E. (2019). Calibración de sensor de humedad aplicado a sustrato de fibra de coco comercial comandado por programación en ARDUINO. *Revista de Iniciación Científica*

Seijas Velásquez, S., Seijas Bernabé, PA, Seijas Bernabé, NS, Salgado Rodríguez, LE, & Alva Castañeda, MA (2021). Determinación de parámetros operativos para la producción de extracto de saponinas de cucumis dipsaceus “jaboncillo de campo”. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*

Velásquez M. (2020). Determinación de las propiedades fisicoquímicas y composición de ácidos grasos de los aceites en las semillas de dos morfotipos de macambo *theobroma bicolor* (Humb. & Bompl)

Vela J. (2022). Evaluación de la calidad de un jabón de tocador elaborado a partir de aceite de Umarí (paraqueiba sericea) ecotipo negro y sosa caustica.

Zambrano, EA y Zambrano, GE (2014). Dosificación óptima de hidróxido de sodio como reactivo de la alcalinidad del jabón en barra a base de piñón (Jatropha Curcas L.).

ANEXOS

Anexo 1.

ANÁLISIS DE VARIANZA EN DCA Y PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES POR TUKEY A UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA A = 0.05

Tabla 12A. ANVA en DCA para la calidad del jabón

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	26.0504	8.68348	34733.90	0.000
Error	8	0.0020	0.00025		
Total	11	26.0524			

R^2 = 99.99% C.V. = 1.58%

Tabla 13A. ANVA en DCA para la calidad del jabón en porcentaje

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	84.0038	28.0013	90178.46	0.000
Error	8	0.0025	0.0003		
Total	11	84. 0063			

R2 = 99.03% C.V. = 1.76%

Tabla 14A. ANVA en DCA para pH

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.9153	0.30511	6.83	0.013
Error	8	0.3573	0.04467		
Total	11	1.2727			

R^2 = 71.92% C.V. = 11.13%

Tabla 15A. ANVA en DCA para espuma

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.7260	0.24200	8.05	0.008
Error	8	0.2406	0.03008		
Total	11	0.9666			

R^2 = 75.11% C.V. = 17.34%

Tabla 16A. ANVA en DCA para humedad

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	1.1030	0.36767	9.90	0.005
Error	8	0.2971	0.03713		
Total	11	1.4001			

R^2 =78.78% C.V. = 19.27%

Tabla 17A. ANVA en DCA para alcalinidad libre

F. V	DF	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.0012	0.000412	4.55	0.038
Error	8	0.0007	0.000091		
Total	11	0.0019			

R^2 = 75.11% C.V. = 0.95%

Anexo 2

Metodologías para los análisis fisicoquímicos

Medición del pH

Procedimientos:

Se pesará 5 g de muestra y se transfirió a un matraz Erlenmeyer
Se adicionará 500 ml de agua destilada a 70ºC aproximadamente
Se mezclará hasta que la muestra se disuelva, luego se procedió a enfriar a 40ºC y se midió el pH con el potenciómetro.

Nivel de espuma

Se pesará 1g de muestra, la cual se disolverá en un vaso precipitado de 100ml con agua destilada a una temperatura de aproximadamente 25ºC. En una probeta graduada de 100ml, se disolverá la solución y se colocará en una superficie plana. Se colocará la probeta graduada en el agitador mecánico y comenzara agitar la solución a una velocidad constante durante 30". Después de agitar, observar y registrar el volumen de espuma formada (el volumen que sobresale por encima de la solución liquida) en ml.

Cálculos:

$$V = v1 - v2$$

Donde:

V: Volumen de espuma en cm^3

V1: Volumen total (agua + espuma)

V2: Volumen del agua en la interface

Determinación de Humedad

Procedimiento:

Se pesará 5 g de muestra en una capsula de porcelana

Se colocará la capsula con la muestra en la estufa a una temperatura de 105ºC por 2 horas.

El peso constante se obtendrá cuando el calentamiento sucesivo en un periodo de una hora mostrará una pérdida no más de 0,1%

Cálculos:

$$\%\boldsymbol{H} = \frac{\boldsymbol{m1 - m2}}{\boldsymbol{m2}} \; x \; \mathbf{100}$$

Donde:

% H: Porcentaje de humedad
m1: masa de la muestra húmeda **m2**: masa de la muestra seca

Determinación de Alcalinidad Libre

Procedimiento:

Se calentará la muestra reservada del filtrado de materia insolubles en alcohol hasta la ebullición
Añadir 0.5 ml de fenolftaleína al 1% a la muestra
Titular con una solución valorada de HCl

Calculo:

$$\%\boldsymbol{NaOH} = \frac{\mathbf{N} * \mathbf{F} * \mathbf{4.0}}{\mathbf{p}}$$

Donde:

N: ml de HCl 0.1 N, empleado en la titulación

F: Normalidad de solución de HCl

P: Peso de la muestra en gramos 4.0: Factor

Anexo 3

Fotografías tomadas en la investigación



Figura 10A: Semillas de macambo



Figura 11A: Extracción de manteca de macambo



Figura 12A: Peso de la manteca



Figura 13A: Peso de la soda caustica



Figura 14A: Derritiendo la manteca



Figura 15A: Saponificación caliente del jabón



Figura 16A: Moldear los jabones



Figura 17A: Jabones envueltos con papel manteca



Figura 18A: Peso del jabón con 8% de soda caustica



Figura 19A: Peso del jabón con 10% de soda caustica

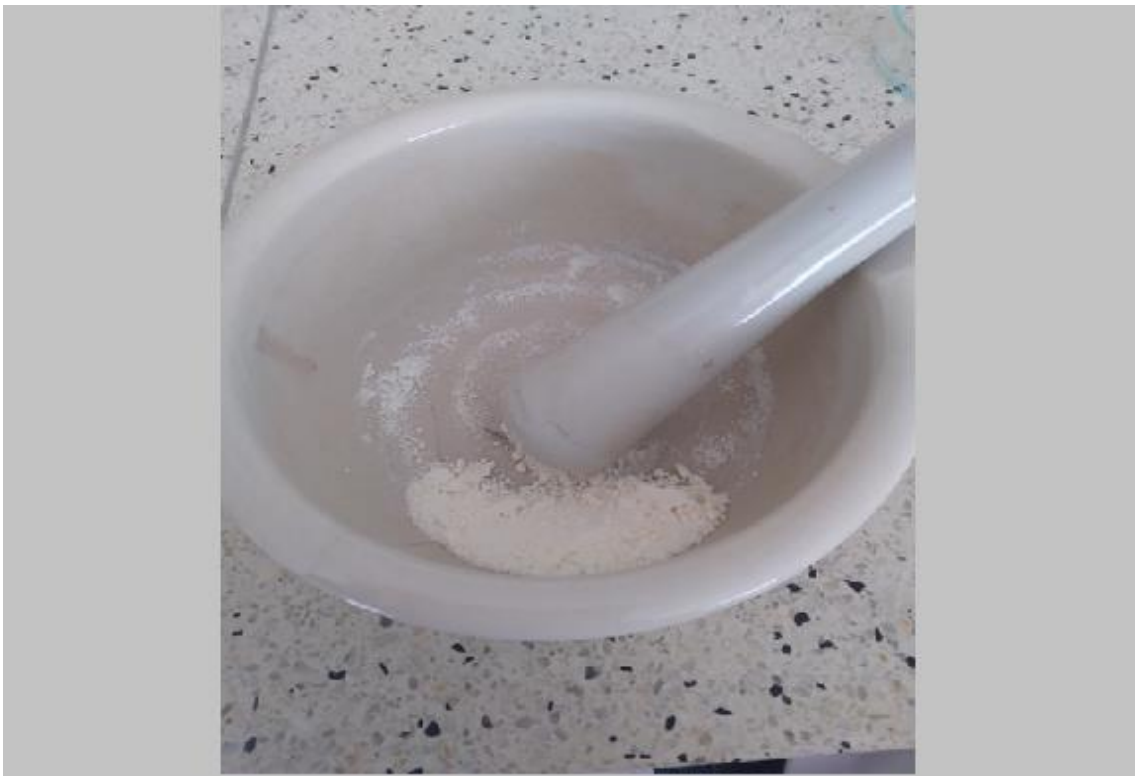


Figura 20A: Trituración del jabón



Figura 21A: Análisis del nivel de espuma



Figura 22A: Análisis del nivel de pH



Figura 23A: Fenolftaleína



Figura 24A: Titulación



Figura 25 A: Análisis de alcalinidad libre



Figura 26A: Secado de las muestras



Figura 27A: Análisis de Humedad