



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Elaboración de biodetergente a base de Sapindus Saponaria y
Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, Piura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

García Tineo, Anthony Janpier (orcid.org/0000-0002-0316-0304)

Ordinola Atto, Jorge Israel (orcid.org/0000-0003-4963-7638)

ASESOR:

Dr. Gallo Aguila, Carlos Ignacio (orcid.org/0000-0003-1382-0545)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicamos nuestra tesis a Dios, porque siempre nos acompañó hasta mi formación profesional.

De igual manera a nuestras familias ya que siempre estuvieron apoyándonos en todo lo que podían para desarrollar nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor Ing. Gallo Águila Carlos Ignacio por ser nuestro guía en este proyecto de investigación.

Jorge y Anthony

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios que es el principal motor de nuestras vidas, por darnos la fuerza de nunca rendirnos y lograr nuestros logros.

Estamos agradecidos con nuestros padres, quienes nos apoyaron y alentaron hasta lograr unos de nuestros objetivos en esta vida.

Este trabajo se lo debemos a nuestra universidad, si mismo estamos en deuda con todos los profesores por avernos inculcado en el aprender.

Un agradecimiento especial al Ing. Gallo Águila Carlos Ignacio por ser nuestro asesor. Sin él este sueño no hubiera sido posible. Este logro no nos pertenece a nosotros, sino a todos los que lo hicieron posible.

Jorge y Anthony

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	18
3.2. Variables y Operacionalización.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimiento.....	22
3.6. Métodos de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Tratamiento.....	29
Tabla N°02: Distribución de tratamientos	30
Tabla N°03: Población	30
Tabla N°04: Muestra.....	31
Tabla N°05: Muestreo.....	31
Tabla N°06: Técnicas e Instrumentos.....	32
Tabla N°07: Análisis de Varianza	35
Tabla N°08: Nivel de limpieza y el aroma	40
Tabla N°09: Anova de un factor de limpieza.....	41
Tabla N°10: Anova de un factor de aroma.....	42
Tabla N°11: Análisis de laboratorio.....	42
Tabla N°12: Costo de Producción.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Diagrama de operaciones de procesos	23
Figura N°02: Proceso del Biodetergente	29

RESUMEN

La investigación titulada: Elaboración de biodetergente a base de Sapindus saponaria y aceite de limón para el lavado de prendas de vestir, Piura, tiene como objetivo general: elaborar un biodetergente a base de sapindus saponaria y aceite de limón para el lavado de prendas de vestir. Por ello, se llevó a cabo un estudio de tipo aplicada, su enfoque es cuantitativo, transversal y de diseño cuasi experimental. Para la recolección de datos se emplearon como técnicas de observación, análisis documentario y análisis documental, y los instrumentos como la hoja de recolección de datos, diagrama de operaciones de procesos y hoja de costos. La población la conforman las muestras de Biodetergente, mientras que la muestra es un fragmento característico de la población y que se obtiene a través de métodos cuantitativos. El muestreo es la forma como se tomarán los datos de la muestra para ser analizados. Por lo cual se concluye que: se ha logrado elaborar un biodetergente a base de sapindus saponaria y aceite de limón para el lavado de prendas de vestir.

Palabras clave: Biodetergente, surfactante, contaminación ambiental, tensioactivos, organoléptica.

ABSTRACT

The research titled: Elaboration of biodetergent based on sapindus saponaria and lemon oil for washing garments, Piura, has as its general objective: to elaborate a biodetergent based on sapindus saponaria and lemon oil for washing garments. Therefore, an applied study was carried out, its approach is quantitative, cross-sectional and quasi-experimental design. For data collection, observation techniques, documentary analysis and documentary analysis were used, as well as instruments such as the data collection sheet, process operations diagram and cost sheet. The population is formed by the biodetergent samples, while the sample is a characteristic fragment of the population and is obtained by quantitative methods. What has been demonstrated is the way in which the sample data will be taken to be analyzed. Therefore, it is concluded that: it has been possible to develop a biodetergent based on sapindus saponaria and lemon oil for washing garments.

Keywords: Biodetergent, surfactant, environmental contamination, surfactants, organoleptic.

I. INTRODUCCIÓN

La economía biocircular y verde (BCG) se ha integrado con la realización de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La sociedad encaminada a la sostenibilidad envuelve la combinación de figurantes multidisciplinarios quienes velan para lograr tal evolución y consumir los diferentes objetivos sociales, económicos y ecológicos básicos (D'Amato 2021).

Como concepto, la BCG utiliza los restos y los transforma en recursos para la generación de productos con un nuevo valor, siendo así como se alcanza la sostenibilidad (Arancon, 2013). La producción mundial de residuos orgánicos sólidos urbanos se espera que alcance $2,5 \times 10^9$ toneladas en todo el mundo para 2025 (Parthiba, 2018). Europa produce un rango de 100.000 a 700.000 toneladas por año.

Métodos convencionales de disposición como disposición directa en los sistemas de alcantarillado (De Feo, 2020) puede conducir a otros problemas como obstruir los desagües debido a la viscosidad de los aceites. La utilización de microorganismos para utilizar y transformar estos aceites y convertirlo en un producto de valor agregado como el biosurfactante es otra solución atractiva (Md Badrul, 2019; Sharma, 2022).

Hoy en día, el detergente para ropa se está volviendo más popular debido a la creciente demanda y uso en lavadoras, donde proporciona una rápida eliminación de manchas, suavidad, elasticidad a la tela, puede ser dispersa en agua, y es delicada para nuestra piel. Hay muchas marcas o tipos diferentes de detergentes, y la mayoría de ellos reclaman algunas cualidades especiales con respecto a sus productos. Preocupación por la persistencia de productos químicos, detergentes en el medio ambiente y la posible contaminación de las aguas subterráneas, otras superficies las fuentes de agua y sus posteriores problemas relacionados con la salud han suscitado especulaciones sobre la biodegradabilidad.

Los detergentes en el mercado son generalmente productos con ingredientes activos en forma de tensioactivos LAS (sulfonato de alquilbenceno lineal) que se deriva exclusivamente de los derivados del petróleo: benceno y parafina lineal. Los problemas que surgen del uso de tensioactivos LAS (sulfonato de alquilbenceno

lineal) son el problema de la biodegradabilidad. Durante su uso, el detergente es difícil de ser degradado por bacterias en el agua, por lo que los residuos de detergente permanecen en el mismo lugar; por lo tanto, se produce la acumulación de la cantidad de detergente en agua. La acumulación de el detergente en el agua puede ser una fuente de contaminación en la corriente de agua (Mousavi, 2019; Anwar, 2011)

Esta motivación ha generado la preocupación de los investigadores que plantean el siguiente problema de investigación a modo de pregunta general “¿Cómo se elabora un biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?”, teniendo como preguntas específicas “¿Cuál es el proceso para fabricar biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?”; “¿Cuál es el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?”; y “¿Cuál es el costo de producción del biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?”

La justificación práctica se presenta al trabajar con productos regionales que se conoce de forma empírica sus propiedades de limpieza, buscando la unificación de estos para lograr potenciar los efectos en el lavado de ropa. La justificación metodológica se da al trabajar en base a los antecedentes y la experiencia que transmiten en los diferentes procedimientos empleados para la obtención de detergentes biodegradables, sus propiedades y comparaciones con otros. La justificación teórica que genera la investigación se percibirá en los resultados, donde se procederá a aplicar el biodetergente en muestras de tela para comparar sus propiedades de limpieza. La justificación social se presenta al brindar un producto que permita dar opción de uso de detergentes que son dañinos para el medio ambiente y permitan utilizar detergentes que no solo es orgánico, sino biodegradable, ofreciendo a la sociedad la oportunidad de cuidar el medio ambiente tan necesario para la supervivencia de la raza humana.

Es así, que se deben plantear los objetivos, iniciando con el objetivo general “Elaborar un biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; este debe ser desarrollado en el alcance de los

objetivos específicos “Determinar el proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; “Evaluar el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; y “Cuantificar el costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”

Es relevante plantear hipótesis de investigación que permitan verificar los hechos con ayuda de la estadística, planteando como hipótesis general “Se elabora un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; y como hipótesis específicas “Existe un proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; “Es aceptable el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”; y “El costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón es similar al mercado para el lavado de prendas de vestir”

II. MARCO TEÓRICO

Elkenawy (2022) La complejidad, toxicidad y abundancia de los residuos de aceite de fritura (FOW) dificultan su degradación biológica. El objetivo del presente trabajo fue valorizar FOW e investigar el uso potencial del biosurfactante producido por *Serratia marcescens* N2 (identificación de acceso de secuenciación del genoma completo SPSG00000000) como biodetergente.

Serratia marcescens N2 demostró una valorización eficiente de FOW, utilizando peptona al 1 %, FOW al 20 % y tamaño de inóculo al 8 %. La anotación génica mostró la presencia de serrawettin synthetasa, lo que indica que el biotensioactivo producido era serrawettin. La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y potencial zeta indican que el biosurfactante producido era un lipopéptido cargado negativamente. El biosurfactante redujo la tensión superficial del agua de 72 a 25,7 mN/m; su índice de emulsificación fue del 90%. La valorización comenzó después de 1 h de incubación y alcanzó un máximo de 83,3%. Se utilizó radiación gamma para aumentar el rendimiento de biosurfactante de 9,4 a 19,2 g/L para cultivos no irradiados e irradiados con 1000 Gy, respectivamente. Se observó que la biorrecuperación se llevó a cabo inmediatamente en lugar del almacenamiento durante la noche requerido en la recuperación de biosurfactantes convencional. Tanto las características químicas como las funcionales del biosurfactante inducido por radiación no cambiaron a dosis bajas. El biosurfactante producido se usó para lavar manchas de aceite; la mayor detergencia alcanzada fue del 87 % a 60 °C en condiciones de agitación para una biorrecuperación asistida por rayos gamma de 500 Gy. Las pruebas de irritación de la piel realizadas en ratones experimentales no mostraron inflamación.

Farías (2022) En las industrias a lo largo de la cadena del petróleo y aquellas involucradas en la generación de energía, el uso de petroderivados como aceites combustibles es común. Para la limpieza de piezas, equipos y ambientes contaminados por hidrocarburos, utilizan productos caros y tóxicos, trayendo riesgos tanto para el medio ambiente como para la salud de los trabajadores. Así, el objetivo de este estudio fue comprobar la estabilidad de un biodetergente elaborado a partir de sustancias atóxicas para su aplicación en el sector energético

industrial y de producción a gran escala. Se evaluó la relación entre el volumen (4 a 10 L) y el tiempo de agitación (5 a 10 min) de la formulación a 3200 rpm y 80 °C. Se investigó el equilibrio hidrofílico lipofílico (HLB), la estabilidad a largo plazo (365 días), la toxicidad y la eficiencia de la eliminación de fuel oil viscoso con bajo contenido de azufre de piezas de metal y pisos. Se demostró que la interacción entre las condiciones de operación influye en las características del producto, que logró aproximadamente un 100 % de estabilidad después de un tiempo de agitación de 7 min. El índice HBL de la emulsión varió entre 4,3 y 11,0. El biodegradante mantuvo sus propiedades fisicoquímicas durante sus 365 días de almacenamiento y mostró una alta eficiencia, eliminando el 100% del OCB1 impregnado en las superficies metálicas y pisos ensayados.

Farías (2021) Las plantas industriales alimentadas por petróleo pesado experimentan rutinariamente problemas de fugas en diferentes partes del sistema, como durante el transporte de petróleo, la lubricación de equipos y fallas mecánicas. Los tensioactivos, desengrasantes y disolventes que componen los detergentes comúnmente utilizados para la limpieza de superficies cubiertas de grasa son sintéticos, no biodegradables y tóxicos, lo que supone riesgos para el medio ambiente y para la salud de los trabajadores que intervienen en el proceso de limpieza. Para abordar este problema, los agentes tensioactivos de naturaleza biodegradable y baja toxicidad, como los tensioactivos microbianos, han sido ampliamente estudiados como una solución atractiva y eficiente para sustituir a los tensioactivos químicos en los procesos de descontaminación. En este trabajo, las cepas bacterianas *Pseudomonas cepacia* CCT 6659, *Pseudomonas aeruginosa* UCP 0992, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145 fueron evaluados como productores de biosurfactantes en medios que contenían diferentes combinaciones y tipos de sustratos y bajo diferentes condiciones de cultivo. El biosurfactante producido por *P. aeruginosa* Se seleccionó ATCC 10145 cultivada en un medio mineral compuesto por 5,0% de glicerol y 2,0% de glucosa durante 96 h para formular un biodegradante capaz de eliminar el aceite pesado. El biosurfactante fue capaz de reducir la tensión superficial del medio a 26,40 mN/m, con un rendimiento de aproximadamente 12,00 g/L y una concentración crítica de micelas de 60,00 mg/L. El biosurfactante emulsionó el 97,40 % y dispersó el 98,00 % del aceite de motor. El detergente

formulado con el biosurfactante también mostró baja toxicidad en pruebas que involucraron al microcrustáceo *Artemia salina* y semillas del vegetal *Brassica oleracea*. El detergente se comparó con formulaciones comerciales y eliminó el 100 % del Combustible B1 Especial (OCB1) de diferentes superficies contaminadas, lo que demuestra su potencial como un novedoso removedor verde con aplicaciones industriales.

Sales da Silva (2021) Tres tensioactivos verdes, es decir, dos tensioactivos de base biológica (de base biológica 1 y 2 de base biológica) producidos por síntesis química y un tensioactivo microbiano producido a partir de la levadura *Starmerella bombicola* ATCC 22214, se usaron como agentes de remediación de suelos y se compararon con un surfactante sintético (Tween 80). Se probó la capacidad de los tres tensioactivos para emulsionar, dispersar y eliminar diferentes contaminantes hidrofóbicos. El biosurfactante, que fue capaz de reducir la tensión superficial del agua a 32,30 mN/m a una concentración micelar crítica de 0,65 g/L, se utilizó para preparar una formulación comercial que mostró menor toxicidad para los bioindicadores ambientales probados y menor capacidad de dispersión que los tensioactivos de base biológica. Todos los tensioactivos verdes mostraron una gran capacidad emulsionante, especialmente frente al aceite de motor y al petróleo. Por lo tanto, se investigó su potencial para eliminar el aceite de motor adsorbido en diferentes tipos de suelos (suelo arenoso, limoso y arcilloso y arena de playa) en experimentos cinéticos (matraces) o estáticos (columnas empacadas). La formulación del biosurfactante comercial mostró excelente efectividad en la remoción de aceite de motor, especialmente de suelo arenoso contaminado ($80,0 \pm 0,46\%$) y arena de playa ($65,0 \pm 0,14\%$) en condiciones estáticas, mientras que, en los experimentos cinéticos, el biosurfactante comercial y el biosurfactante 2 El surfactante pudo eliminar el aceite de motor de todos los suelos contaminados probados con mayor eficacia que el surfactante de base biológica 1. Finalmente, Se evaluó el biosurfactante comercial *S. bombicola* como agente de biorremediación de suelos. En experimentos de degradación realizados en suelos contaminados con aceite de motor enriquecidos con melaza de caña de azúcar, el rendimiento de degradación del aceite en el suelo arenoso alcanzó casi el 90 % después de 60 días en presencia del biosurfactante comercial, mientras que no superó el 20 % en presencia de solo Células de *S. bombicola*. Estos resultados

prometen contribuir al desarrollo de tecnologías verdes para el tratamiento de contaminantes hidrofóbicos con ganancias económicas para las industrias petroleras.

Helmy, Q (2021) En esta investigación se investigó la aplicación de biosurfactantes en la formulación de un detergente de lavado. Se aplicó una variación de biosurfactantes y su mezcla con tripolifosfato de sodio como mejorador y sulfato de sodio como relleno para lavar tela de algodón que estaba contaminada con cantidades conocidas de tinte (chocolate con leche). Se examinaron los efectos de varias formulaciones de biodetergentes, incluida la proporción de biosurfactantes y mejoradores. La formulación presentada en este estudio también se comparó con algún detergente estándar para la eficiencia de eliminación de manchas. Los resultados mostraron que los biosurfactantes ramnolípidos tienen un prometedor como sustituto de su contraparte sintética. Según la solidez del color al lavado, la intensidad del color (K/S) y el valor de la diferencia de color (ΔE), el biodetergente basado en ramnolípidos tiene una eficacia de lavado similar en comparación con el detergente sintético. El resultado de la investigación también encontró que el bicarbonato de sodio y el citrato de sodio tienen el potencial como sustitutos de los detergentes a base de fosfato.

Ameni Ktata (2020) Las lipasas son enzimas hidrolíticas que tienen mucha importancia en aplicaciones industriales. Estos detergentes a base de enzimas son respetuosos con el medio ambiente y produce aguas residuales con bajo nivel de DQO (demanda química de oxígeno). En el presente trabajo, una novedosa lipasa halófila, termoalcalina y tolerante a detergentes producida por una cepa VP3 de *Aeribacillus pallidus* recientemente aislada. Se ha dado un gran interés a esta lipasa por la mejora de su actividad catalítica a través de la optimización de el pH, la relación (C/N) y el tamaño del inóculo, utilizando la metodología de superficie de respuesta basada en el diseño de Box-Behnken de experimentos. Se realizaron un total de 16 experimentos y el pH optimizado, la relación (C/N) y el tamaño del inóculo fueron 10, 1 y 0,3 respectivamente. Los resultados de la prueba de análisis

de varianza (ANOVA) indicaron que el modelo establecido fue significativo (valor $p < 0,05$). La optimización de las condiciones de producción conduce a un aumento de 2,83 veces en la actividad catalítica calculada como la relación de la actividad obtenida después de la optimización (68 U) y la actividad inicial antes de la optimización (24 U). Con todo, la lipasa de *Aeribacillus pallidus* podría considerarse como un candidato potencial para ser incorporado en formulaciones de detergentes ya que muestra una buena estabilidad frente a detergentes y rendimiento de lavado.

Druteika (2020) Este estudio presenta una nueva enzima lipolítica microbiana GD-95RM diseñada mediante mutagénesis aleatoria utilizando como plantilla la lipasa GD-95 previamente caracterizada. La mejora en la actividad de la lipasa GD-95 fue causada por E100K, F154V y mutaciones de V174I. En comparación con la lipasa GD-95, la lipasa GD-95RM tuvo una actividad específica 1,3 veces mayor (2000 U/mg), demostró resistencia a temperaturas más altas (75–85 °C), tuvo una V_{max} cuatro veces mayor hacia el dodecanoato de p-NP y mostró K_M 2,5 veces menor para butirato p-NP. Retuvo >50% de su actividad lipolítica al hidrolizar a corto, mediano y largo plazo. Sustratos de cadena de acilo a temperaturas de reacción de 30 °C y 55 °C después de 20 días de incubación con 25% de etanol. GD-95RM también mostró tolerancia a largo plazo (40 d) a NaCl al 5%, citrato trisódico, perborato de sodio, urea, ácido bórico al 0,1%, ácido cítrico y Triton X-100. Además, los resultados de la hidrólisis y transesterificación del aceite revelaron la capacidad de la lipasa GD-95RM para producir ácidos grasos o ésteres de ácidos grasos a través de reacciones ecológicas de hidrólisis y transesterificación utilizando una amplia gama de aceites vegetales y de pescado, grasa animal y diferentes alcoholes como sustratos. Se aplicó con éxito la lipasa GD-95RM en reacciones de síntesis de oleato de etilo, oleato de octilo y oleato de isoamilo sin necesidad de utilizar compuestos de reacción adicionales o condiciones de reacción especiales.

Giraldo, Lady J (2022) El principal objetivo de este estudio es desarrollar un novedoso nanofluido verde a partir de *Sapindus Saponaria* para su aplicación en procesos de recuperación mejorada de petróleo (EOR). El bionanofluido está compuesto por un compuesto activo verde (AGC), bioetanol y surfactante comercial (SB) a baja concentración. El AGC se obtuvo del jaboncillo “*Sapindus Saponaria*”

por el método de extracción alcohólica y se caracterizó por espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA) y concentración micelar crítica (CMC) para verificar el contenido de saponinas como agentes activos con superficie -Comportamiento activo. Los resultados muestran una disminución de la tensión interfacial (IFT) de hasta un 83% del sistema sintonizado con solo 100 mg·L⁻¹ de nanopartículas de cascarilla de arroz en comparación con el sistema sin nanopartículas, alcanzando valores de 1.60 × 10⁻¹ mN·m⁻¹. En la prueba de inundación del núcleo se obtuvieron aumentos de hasta un 13% de crudo adicional utilizando el mejor bionanofluido. Este trabajo presenta una excelente oportunidad para incluir alternativas verdes para mejorar las técnicas convencionales con valor agregado durante la inyección de productos químicos en los procesos de recuperación de petróleo mejorada por químicos (CEOR).

Méndez (2021) Evaluamos un extracto hidroalcohólico de *Sapindus saponaria* L. pericarps (ETHOSS), como candidato a antifúngico tópico para la onicomicosis. ETHOSS se produjo extrayendo los frutos triturados en etanol. Los contenidos de saponina se identificaron y caracterizaron por espectrometría de masas de ionización por electropulverización. Medimos la actividad antifúngica in vitro contra tres hongos dermatofitos, aislados de onicomicosis: *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes* y *T. interdigitale*, utilizando pruebas de microdilución en caldo. La concentración mínima de fungicida de ETHOSS varió de 195,31 a 781,25 µg/mL. La citotoxicidad del extracto crudo se probó en la línea celular HeLa y su capacidad para penetrar en las uñas humanas sanas mediante espectroscopia fotoacústica y espectroscopia de espectrómetro de infrarrojos por transformación de Fourier (FTIR) mediante reflexión total atenuada. Además de su fuerte actividad antifúngica, ETHOSS mostró baja citotoxicidad en células humanas. Pudo penetrar y alcanzar el espesor completo de la uña en una hora, sin la ayuda de vehículos facilitadores, y permaneció allí durante al menos 24 h. Estos resultados sugieren que ETHOSS tiene un gran potencial para tratar la onicomicosis.

Niloufer, Shaheda (2021). En el presente estudio, se analizó el extracto etanólico de semilla de *Sapindus saponaria* Vahl por su capacidad fitoquímica, antioxidante y actividad antibacteriana sobre patógenos dentales comunes. Se encontró que el

valor extractivo era 2,8 (% p/p). El análisis fitoquímico reveló la presencia de alcaloides, flavonoides, esteroides, terpenoides, taninos y saponinas. La curva de respuesta a la dosis de la actividad de eliminación de radicales DPPH del extracto etanólico de *S. sapindus* Vahl se comparó con BHT y el ácido ascórbico mostró una actividad de eliminación de radicales libres casi igual (80%) a 0,1 mg/ml. Se encontró que la actividad depuradora de los controles (BHT y ácido ascórbico) era 78,68 y 95% respectivamente. Los valores de IC50 obtenidos fueron $0,04 \pm 0,40$ mg/ml para el extracto de semilla y para BHT ($0,014 \pm 0,70$ mg/ml) y ácido ascórbico ($0,027 \pm 0,35$ mg/ml) respectivamente. En el método de eliminación de radicales ABTS, la inhibición fue de casi el 98 % a 0,1 mg/ml para BHT. Los valores de CI50 obtenidos fueron $0,012 \pm 0,32$ mg/ml para extracto de semilla y para BHT ($0,018 \pm 0,60$ mg/ml). La actividad antibacteriana de los extractos se examinó mediante el método de difusión en pozo agar a una concentración de muestra de 200 mg mL⁻¹. Los resultados de la actividad antibacteriana mostraron que el extracto etanólico de *S. saponaria* fue más efectivo contra todos los patógenos bacterianos probados (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguinis* y *Lactobacillus acidophilus*). Se observó la máxima actividad antibacteriana contra *S. salivarius* (23 mm) y menor actividad contra *S. sanguinis* (9 mm). Los resultados validan los usos tradicionales de *S. saponaria* Vahl en el tratamiento de enfermedades dentales y como potente antioxidante.

Wojtoń, Patrycja (2021) Los tensioactivos derivados de fuentes renovables como las plantas son una alternativa ecológica a los tensioactivos sintéticos. Se estudiaron soluciones acuosas de tensioactivos naturales extraídos de nueces de jabón obtenidas de dos plantas, *Sapindus mukorossi* y *Sapindus trifoliatus*. Se examinaron sus propiedades en términos de reducción de la tensión superficial y humectabilidad. Los tensioactivos naturales muestran la capacidad de reducir la tensión superficial y aumentar la humectabilidad de la superficie de politetrafluoroetileno hidrofóbico. Estas nueces se pueden usar repetidamente para lavar también en agua dura. Los extractos brutos de *Sp. trifoliatus* exhiben mejores propiedades superficiales que las de *Sp. mukorossi*. Esto hace que estas nueces de jabón sean una buena fuente potencial de biosurfactantes para uso doméstico.

Charalambous (2022) El propósito de este estudio fue identificar los componentes químicos en extractos de raíz de *Saponaria cypria*, una especie endémica de Chipre. Posteriormente, también se investigó por primera vez la bioactividad sinérgica de sus extractos de raíz a través de diferentes procedimientos de extracción. Se identificaron y cuantificaron un total de nueve saponinas, junto con seis compuestos fenólicos, mediante el método UHPLC/Q-TOF-MS. Además, los extractos de raíz de *S. cypria* demostraron potencial antibacteriano contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* y *Salmonella enteritidis*. *S. aureus* presentó la mayor susceptibilidad entre todas las bacterias probadas. Estos hallazgos proporcionan los primeros datos fitoquímicos sobre la saponina, el contenido fenólico y la actividad antimicrobiana de los extractos de *S. cypria*, lo que indica que la especie de saponaria de Chipre es una rica fuente natural de compuestos bioactivos con un espectro de bioactividad potencialmente más amplio.

Liu (2021) *Sapindus* (*Sapindus* L.) es un género de árboles económicamente importante ampliamente distribuido que proporciona biodiesel, productos biomédicos y bioquímicos. Sin embargo, con el cambio climático, la deforestación y el desarrollo económico, la diversidad de germoplasma de *Sapindus* puede enfrentar el riesgo de destrucción. Por lo tanto, utilizando datos ambientales históricos y proyecciones climáticas futuras de la base de datos climática global BCC-CSM2-MR, simulamos las distribuciones globales actuales y futuras de hábitats adecuados para *Sapindus*. utilizando un modelo de máxima entropía (MaxEnt). Los umbrales ecológicos estimados para los factores ambientales críticos fueron: una temperatura mínima de 0 a 20 °C en el mes más frío, niveles de humedad del suelo de 40 a 140 mm, una temperatura media de 2 a 25 °C en el trimestre más seco, una temperatura media de 19 a 28 °C en el trimestre más húmedo y un pH del suelo de 5,6 a 7,6. El área total de hábitat adecuado fue $6059.97 \times 10^4 \text{ km}^2$, que se distribuyó de manera desigual en los seis continentes. A medida que las emisiones de gases de efecto invernadero aumentaron con el tiempo, el área de hábitats adecuados se contrajo en latitudes más bajas y se expandió en latitudes más altas. En consecuencia, los estudios y la conservación deben priorizarse en las áreas del hemisferio sur que corren el riesgo de volverse inadecuadas. Por el contrario, otras áreas en el norte y centro de

América, China e India pueden utilizarse para la conservación y el cultivo a gran escala en el futuro.

Menicoze (2019) Los microorganismos endófitos tienen un gran interés biotecnológico, con características aplicables a diferentes áreas y son potencialmente útiles en la agricultura. El presente estudio determina el potencial biotecnológico de hongos endófitos, aislados de hojas de *Sapindus saponaria*, para controlar hongos fitopatógenos y evaluar su producción de enzimas. La taxonomía molecular se realizó mediante la secuenciación de la región del ADN ribosómico ITS1-5.8S-ITS2, identificando los géneros *Phomopsis*, *Sordariomycetes*, *Diaporthe* y *Colletotrichum*. El antagonismo in vitro contra fitopatógenos mostró mejores resultados contra *Fusarium solani* y proporcionó índices de inhibición entre 41,8 % y 67,5 %. La cepa endofítica SS81 (*Diaporthe citri*) presentó el mayor índice de antagonismo frente al patógeno. Contra *Glomerella* sp. y *Moniliophthora perniciosa*, las tasas de inhibición oscilaron entre 18,7 % y 57,4 % y entre 38,3 % y 64,8 %, respectivamente. Los ensayos enzimáticos revelaron que la cepa SS65 (*Diaporthe* sp.) produjo 1,16 UI $\mu\text{mol}/\text{min}$ de amilasa; la cepa SS77 (*Diaporthe* sp.) produjo 2,74 UI $\mu\text{mol}/\text{min}$ de pectinasa y la cepa SS08 (*Diaporthe* sp.) produjo 1,51 UI $\mu\text{mol}/\text{min}$ de celulasa. Así, el presente estudio evidencia la importancia de los endófitos aislados con propiedades fitoprotectoras de plantas con propiedades medicinales como alternativas de control biológico y fuentes naturales de productos con interés biotecnológico.

Sochacki (2022) *Sapindus mukorossi* Gaertn, también llamado el washnut, es un árbol tropical de la familia Sapindaceae. La planta debe su nombre a sus propiedades de limpieza y lavado utilizadas por la población local como detergente natural. Los ingredientes más importantes de la planta son las saponinas triterpenoides contenidas en muchas partes de la planta, que inducen frutos, agallas o raíces. El árbol también contiene otros valiosos compuestos biológicamente activos que se obtienen mediante métodos de extracción. El extracto crudo o purificado y las saponinas aisladas son productos vegetales valiosos que se pueden utilizar en las industrias alimentaria, farmacéutica, cosmética y química. Esta revisión incluye las propiedades biológicas y surfactantes más importantes de extractos y saponinas aisladas obtenidas de diversas partes de la planta.

Rai (2021) En respuesta a la creciente demanda de surfactantes naturales y las preocupaciones ambientales, los surfactantes naturales de origen vegetal han ido reemplazando a los sintéticos. Las saponinas pertenecen a una clase de metabolitos vegetales con propiedades tensioactivas que se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza. Son ecológicos por su origen natural y biodegradables. Hasta la fecha, se ha investigado la actividad superficial de muchas saponinas de origen vegetal. En este artículo se presenta una descripción general de las saponinas con un enfoque particular en sus propiedades tensioactivas. Para este propósito, se estudiaron ampliamente los trabajos publicados en las últimas décadas, que reportan mejores propiedades surfactantes relevantes de las saponinas que las sintéticas. También se documentan las investigaciones sobre la potencial aplicación de tensioactivos de las saponinas. Es más, se informan algunas actividades biológicas de las saponinas, como la actividad antimicrobiana, la actividad antidiabética, los potenciales adyuvantes, la actividad anticancerígena y otras. Las plantas ricas en saponinas están ampliamente distribuidas en la naturaleza, ofreciendo un gran potencial para el reemplazo de los tensioactivos sintéticos tóxicos en una variedad de productos comerciales modernos y estas saponinas exhiben excelentes actividades superficiales y biológicas. También se analizan en detalle las nuevas oportunidades y desafíos asociados con el desarrollo de formulaciones comerciales basadas en saponinas en el futuro.

Bohórquez Rodríguez (2021) la industria petrolera reconoce la necesidad de implementar nuevas técnicas amigables con el medio ambiente, que permitan aumentar el recobro de petróleo en campos maduros debido a la dificultad de encontrar nuevos yacimientos. Por consiguiente, en este artículo se revisa la implementación de biosurfactantes en los procesos de Recuperación Mejorada de Petróleo como una nueva alternativa para los procesos de recobro químico.

El interés por crear e implementar compuestos que sean biodegradables, no tóxicos y además eficientes ha aumentado en todos los sectores de la industria durante los últimos años, y en el caso de los surfactantes no es la excepción, ya que han demostrado tener un gran potencial de aplicación.

Los biosurfactantes a diferencia de sus contrapartes sintéticas se producen a partir de recursos renovables, utilizando materias primas vegetales o mediante procesos de fermentación con diferentes tipos de microorganismos. Adicionalmente son biodegradables, tienen una menor toxicidad, una alta capacidad de reducir la tensión interfacial (IFT) a concentraciones bajas y presentar una buena actividad en un amplio rango de temperaturas.

Kunatsa (2021) Las plantas que exhiben propiedades espumantes cuando se agitan en soluciones acuosas se conocen comúnmente como plantas jabonosas y se usan en diferentes comunidades para lavar, bañar y lavar el cabello con champú. La capacidad de formación de espuma de estas plantas se atribuye a las saponinas, que también están bien documentadas por poseer atributos antimicrobianos. A la luz de COVID-19, el jabón y la higiene de manos han tomado un lugar central. La pandemia también ha puesto de manifiesto el bajo acceso a agua corriente y jabones comerciales en muchas comunidades marginadas y pobres en detrimento de la salud mundial. Por lo tanto, las plantas jabonosas, ya sea en su forma natural o mediante su incorporación en productos comerciales, pueden ser un arma adicional relevante para ayudar a las comunidades a mejorar la higiene de las manos y contribuir a frenar el COVID-19 y otras infecciones transmisibles. Este artículo de revisión se compiló a partir de una revisión de la literatura que se publicó entre 1980 y 2020. Encontramos 68 especies de plantas, incluidas las que ya se usan como jabones tradicionales. Nuestros hallazgos respaldan el uso potencial de extractos de plantas jabonosas debido a sus supuestas actividades viricidas, bactericidas y fungicidas para su uso en formulaciones caseras crudas y posiblemente para desarrollar productos de jabón comerciales naturales.

Ligor (2021) Las saponinas son un grupo importante de metabolitos secundarios que se encuentran naturalmente en las plantas con importantes propiedades como: antibacteriana, antiviral y antifúngica. Además, son ampliamente utilizados en la industria cosmética y química doméstica. Las sapogeninas son productos de hidrólisis de saponinas, frecuentemente utilizados para facilitar la detección de saponinas. En el presente estudio, una metodología mejorada para el aislamiento y separación de cinco sapogeninas extraídas de la ortiga (*Urtica dioica* L.), la ortiga

blanca (*Lamium album* L.), la jabonera común (*Saponaria officinalis* L.) y la nuez de lavado (*Sapindus mukorossi* Gaertn.) se desarrolló utilizando cromatografía líquida de rendimiento ultraalto con un detector de dispersión de luz evaporativa (UHPLC-ELSD). Según el análisis cuantitativo, el mayor contenido de hederagenina ($999,1 \pm 6,3 \mu\text{g/g}$) y ácido oleanólico ($386,5 \pm 27,7 \mu\text{g/g}$) se encontró en los extractos de nueces lavadas. Se lograron buenas recuperaciones ($71\% \pm 6$ hasta $99\% \pm 8$) para cuatro objetivos investigados, mientras que solo se obtuvo $22,2\% \pm 0,5$ para el quinto. Además, la hederagenina y el ácido oleanólico cuya mayor cantidad se detectó en la nuez de lavado ($999,1 \pm 6,3 \mu\text{g/g}$ y $386,5 \pm 27,7 \mu\text{g/g}$, respectivamente) fueron objeto de otro enfoque. En consecuencia, se utilizó la espectrometría de masas acoplada a cromatografía líquida (LC/MS) con modo de monitorización de reacción múltiple (MRM) como técnica adicional para la identificación rápida y simultánea de los objetivos mencionados.

Mohlakoana (2021) En el sur de África, varias plantas se utilizan etnobotánicamente como sustitutos del jabón, sin embargo, esta información reside en diferentes fuentes bibliográficas. Las propiedades espumantes y limpiadoras de tales plantas se atribuyen principalmente a la presencia de saponinas, pero también están implicados otros compuestos como alcaloides y terpenoides. Este estudio tuvo como objetivo compilar una lista completa de plantas utilizadas tradicionalmente como sustitutos del jabón en el sur de África y evaluar las propiedades químicas de las especies seleccionadas. Se realizó un análisis fitoquímico cualitativo utilizando cinco solventes (etanol, metanol, agua, cloroformo y acetona) para determinar la presencia de saponinas, alcaloides y terpenoides en plantas de jabón seleccionadas. El análisis cuantitativo del contenido de saponina se realizó empleando pruebas espectrofotométricas de extractos de metanol. Hay treinta y siete (37) plantas de jabón del sur de África conocidas de veinticuatro (24) familias diferentes, y Fabaceae tiene el mayor número de especies (ocho). Las concentraciones de saponina de nueve plantas de jabón seleccionadas no estudiadas previamente se informan por primera vez en este estudio, por lo que *Calodendrum capense* tuvo las concentraciones de saponina más altas con $107,89 \pm 4,89 \text{ mg/g}$, seguido de *Noltea africana* ($52,65 \pm 6,81 \text{ mg/g}$), *Crinum bulbispermum* ($35,43 \pm 4,25 \text{ mg/g}$) y *Merwillia plúmbea* ($25,59 \pm 0,83 \text{ mg/g}$). El conocimiento de la composición de las plantas brinda una mejor comprensión de la

química de las plantas y el posible uso de las plantas con fines medicinales, industriales y como sustitutos del jabón. Además, esto permite la verificación y la justificación del uso tradicional de las plantas. Las plantas de jabón se han utilizado tradicionalmente durante muchos años, el potencial para comercializar el uso de estas plantas se ha realizado con el aumento en el uso de productos orgánicos por parte de consumidores conscientes, por lo tanto, el propósito de esta investigación puede tener relación con proyectos y productos futuros.

El Marco teórico que se requiere, se basa en la conceptualización de las variables de estudio:

Biodetergente: Los tensioactivos verdes, a su vez, comprenden tanto los llamados tensioactivos de base biológica como los biosurfactantes, también llamados tensioactivos microbianos, se consideran los más biocompatibles y ecológicamente seguros, siendo producidos por células vivas, principalmente bacterias y levaduras, sin la intermediación de la síntesis orgánica (Moldes, 2021)

Sapindus Saponaria: Las saponinas son un grupo importante de metabolitos secundarios que se encuentran naturalmente en las plantas con importantes propiedades como: antibacteriana, antiviral y antifúngica. Además, son ampliamente utilizados en la industria cosmética y química doméstica. Las sapogeninas son productos de hidrólisis de saponinas, frecuentemente utilizados para facilitar la detección de saponinas (Ligor 2021).

Aceite de Limón: El aceite esencial de limón es un producto natural que se obtiene prensando en frío la piel de la lima de los cítricos. De esta manera obtenemos un preciado extracto de consistencia líquida con esencia de limón fresco. Tiene características especiales que pueden mejorar el cuidado del cuerpo y preservar la salud. Las propiedades del aceite de limón son numerosas y le confieren tal versatilidad que se puede utilizar en diferentes ocasiones. Gracias a su fragancia afrutada también es una excelente alternativa a los ambientadores comunes (Orsero, 2021).

Lavado de prendas de vestir: Es un proceso de cambio de apariencia, tamaño, comodidad y moda de la ropa, dando el efecto de ropa vieja, lo que se llama lavado.

Es posible que se requieran diferentes tipos de productos químicos o materiales para completar un lavado en particular. (Sayed, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

La presente investigación es aplicada, porque tiene como objetivo producir conocimiento que pueda aplicarse directamente a los problemas de la sociedad y del sector productivo. Se basará básicamente en los hallazgos técnicos de la investigación básica que se ocupa del proceso de conexión de la teoría y los productos. Este ensayo ofrecerá una visión general de los pasos a seguir en el desarrollo de la investigación aplicada, la importancia de la colaboración universidad-industria en el proceso de transferencia de tecnología y los aspectos relacionados con la protección de la propiedad intelectual en este proceso. (José Lozada, 2014)

El enfoque que presenta la investigación es cuantitativo por basarse en la comprobación con base estadística de las hipótesis, soportado en la recolección de los datos que se obtienen de las variables de estudio, “estableciendo esquemas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, 2014). Se considera también de tipo transversal o Transeccional porque su ejecución se realizará en un periodo corto de tiempo.

3.1.2. Diseño de investigación:

Se considera una investigación cuasi experimental por trabajar la variable independiente (biodetergente) con diferentes formulaciones que permitan interactuar con prendas de tela con un mismo nivel de suciedad para observar su nivel de eficiencia en la limpieza y desinfección (Delgado, 2008).

Determina que el diseño bifactorial completamente al azar es el más simple, cada tratamiento se analizará la misma cantidad de veces en cada uno de las repeticiones, se realizarán comparaciones entre cada tratamiento mediante estudios determinados; controlando y reduciendo la varianza del error experimental para obtener de manera eficaz. Se estudiaron los distintos tratamientos para elaborar el detergente orgánico mediante los siguientes dos factores los cuales se muestran en la tabla 01

Tabla 01: Tratamientos

Cantidad aceite limón	1 gr	2 gr	3 gr
Cantidad de Sapindus saponaria			
20 gr	A1B1	A1B2	A1B3
30 gr	A2B1	A2B2	A2B3

Fuente: Elaboración propia tabla 01

Se efectuarán seis tratamientos con tres repeticiones. La unidad experimental estará conformada por 20 gr. Y 30gr. de detergente, de donde se tomarán 10 gr para los análisis fisicoquímicos, y 10 gr. para los análisis organolépticos de la limpieza de cortes de tela, a los cuales se le realizarán también los exámenes microbiológicos.

El modelo a seguir será un diseño bifactorial como se muestra a continuación:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = Observación Experimental

μ = Promedio Poblacional

α_i = Efecto de aceite limón (A)

β_j = Efecto de sapindus saponaria (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de Interacción de aceite limón y sapindus saponaria (A*B)

k = Repeticiones.

ε_{ijk} = Error Experimental

i = 1, 2, (A=2)

j = 1, 2, 3 (B=3)

k = 1, 2, 3 (R=3)

En la tabla 02 se muestra la distribución de los tratamientos de acuerdo al diseño elegido en la presente investigación

Tabla 02: Distribución de tratamientos con diseño bifactorial completamente al azar

Repetición						
I	A1B1	A2B1	A1B3	A2B3	A1B2	A2B2
II	A1B3	A2B3	A2B1	A1B1	A1B2	A2B2
III	A2B3	A1B2	A2B2	A1B1	A2B1	A1B3

Fuente: Elaboración propia Tabla 02

3.2. Variables y Operacionalización

Las características que poseen las variables de estudio deben ser definidas conceptual y operacionalmente, asignando los indicadores que permitan la cuantificación de las variables en sus diferentes estados. (Devi, 2017)

3.3 Población, muestra y muestreo

En la presente investigación la población la conforman las muestras de biodetergente distribuidas en los distintos tratamientos y repeticiones como se muestra en la tabla 03. (Kirsch, y otros, 1992)

Tabla 03: Población

Repetición	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	Total
I, II y III	21gr	22gr	23gr	31 gr	32 gr	33gr	162 gr

Fuente: Elaboración propia Tabla 03

La muestra es un fragmento característico de la población y que se obtiene a través de métodos cuantitativos. En la presente investigación la muestra será la cantidad de biodetergente que se usará para cada tratamiento, el cual se detalla en la tabla 04. (Goddard, y otros, 2004)

Tabla 04: Muestra

Muestra / Repetición	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	Total
I	21 gr	22 gr	23 gr	31 gr	32 gr	33 gr	162 gr
II	21 gr	22 gr	23 gr	31 gr	32 gr	33 gr	162 gr
III	21 gr	22 gr	23 gr	31 gr	32 gr	33 gr	162 gr
Total	63 gr	66 gr	69 gr	93 gr	96 gr	99 gr	486 gr

Fuente: Elaboración propia Tabla 04

El muestreo es la forma como se tomarán los datos de la muestra para ser analizados. En la presente investigación de cada muestra de detergente orgánico se tomarán 10 gr para las pruebas físico-químicas, 10 gr para lavado de las telas de muestra, las que pasarán a las pruebas organolépticas y para los análisis microbiológicos tal como se puede ver en la tabla 05. (Hernández Sampieri, y otros, 2014)

Tabla 05: Muestreo

Análisis	Físico-Químicas	Organolépticos	Microbiológicos
18 muestras	180 gr biodetergente	180 gr biodetergente y 12 telas de muestra	06 telas de muestra

Fuente: Elaboración propia Tabla 05

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 06: Técnicas e Instrumentos

Indicador	Técnica	Instrumento
Cantidades de aceite limón y sapindus saponaria	Observación	Hoja de recolección de datos de cantidad de aceite de limón y cantidad de sapindus saponaria. (Anexo 01-A)
Nivel de características físico-químicas	Análisis documentario	Hoja de recolección de datos de Análisis Físicoquímicos. (Anexo 01-B)
Nivel de características organolépticas	Observación	Hoja de recolección de datos de Análisis organolépticos. (Anexo 01-C)
Nivel de características microbiológicas	Análisis documentario	Hoja de recolección de datos de Análisis Microbiológicos. (Anexo 01-D)
Nro operaciones	Análisis documental	Diagrama de operaciones de proceso (Anexo 01-E)
Costo unitario	Análisis documental	Hoja de costos (Anexo 01-F)

Fuente: Objetivos de la investigación tabla 06

3.5. Procedimiento

Con ayuda del análisis documentario del artículo de revisión, se busca la experiencia de otros investigadores para la sustracción de los insumos y preparación del biodetergente, al que sólo se le realizarán las pruebas físico químicas. Posteriormente, con sus respectivas variaciones, se procede a utilizarlo en telas de muestras para luego encontrar los resultados organolépticos y microbiológicos de las mismas.

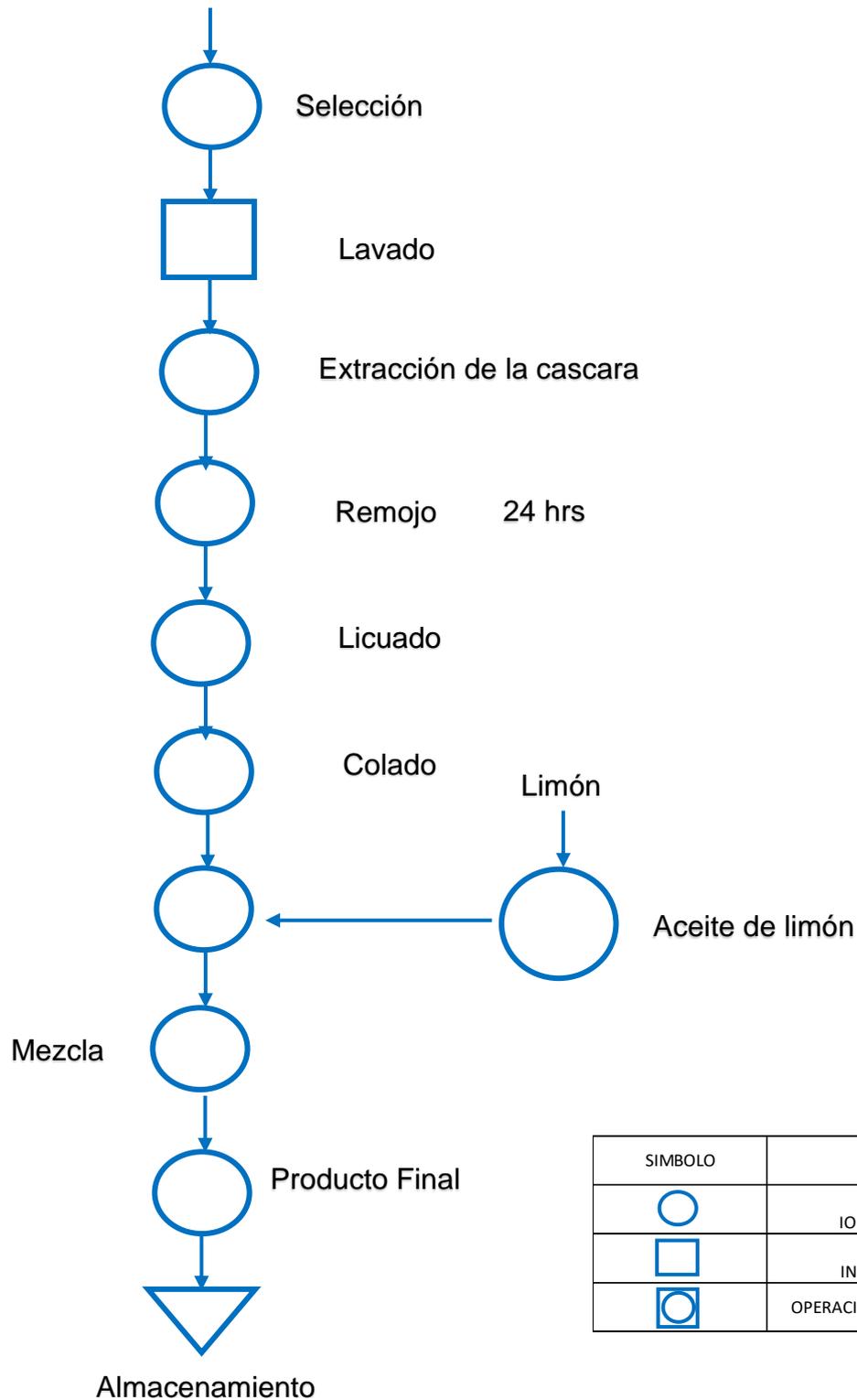
Para dicho procedimiento del trabajo de investigación se tomaron los siguientes datos que son:

1gr, 2gr y 3gr de aceite de limón, se tomaron 20 gr y 30 gr de sapindus saponaria, luego de realizar distintas pruebas, analizaremos la más efectiva respecto a los 3

procesos, el más efectivo se tomará para la elaboración de un biodetergente para después ejecutarlo en el mercado.

DIAGRAMA DE OPERACIONES (DOP)

DETERGENTE BIODEGRADABLE



SIMBOLO	ITEN	TOTAL
○	OPERACIÓN	9
□	INSPECCIÓN	1
◻	OPERACIÓN COMBINADA	0

fuentes: Figura 01

Fases del proceso:

Recepción: Se recepciona los frutos de sapindus saponaria en recipientes, los cuales se colocan en una zona adecuada.

Selección: se escoge los frutos del checo, solo se toma los que cumplen las condiciones adecuadas, esto se hace con el fin cuidar el producto.

Lavado: En un recipiente limpio con agua se agrega el sapindus saponaria, para realizarle esta vez una limpieza adecuada.

Extracción de la cascara: Con el sapindus saponaria ya limpio, se procede a separar la cascara de la pepa, resaltar que, para la elaboración del detergente, solo necesitamos la cascara.

Remojo: Colocamos el sapindus saponaria en un recipiente y lo dejamos remojando por aprox. 24 horas a temperatura ambiente.

Licuada: después de dichos pasos se realiza el licuado de la cascara, para luego dejarlo en estado de reposo, el reposo varía entre 10 y 20 minutos. Esto nos ayuda a separar la espuma del líquido.

Colado: procedemos a colar, para extraer solo el líquido, este procedimiento nos ayuda a separar partículas del licuado.

Mezcla: Realizamos la mezcla de la cascara de sapindus saponaria (estado líquido) más el aceite de limón, posterior a esto se le agrega 10 gotas aproximadamente de esencia de limón.

Producto final: El producto procede a ser envasado en su respectivo frasco, se mantiene en temperatura ambiente para su conservación.

Almacenamiento: Se coloca en un lugar fresco, para su uso.

3.6. Métodos de análisis de datos

La investigación presentará un modelo lineal aditivo de experimento con diseño bifactorial completamente al azar de 2x3, y a cada repetición y sus respectivos tratamientos se les realizará el análisis estadístico de varianza (F) y la prueba Duncan al 5% como el mostrado en la tabla 08.

Tabla 07: Análisis de Varianza

FV	GL	GL
A	(A-1)	1
B	(B-1)	2
AB	(A-1)(B-1)	2
Error experimental	(AB)(R-1)	12
Total	(ABR-1)	17

Fuente: tabla 07

Donde:

- A: cantidad de sapindus saponaria
- B: cantidad de aceite de limón
- R: nro de repeticiones
- AB: cantidad de sapindus saponaria por cantidad de aceite de limón
- GL: Grados de libertad.

3.7. Aspectos éticos

La confiabilidad en una investigación refleja la personalidad del autor, y la importancia de trabajar con autenticidad para los datos, el respeto a la propiedad intelectual, a la biodiversidad, al compromiso ético y social envolviendo que no se tropiece efectos ilusorios en la investigación.

IV. RESULTADOS

“Elaborar un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”

Sapindus saponaria, también conocido como "árbol de jabón" o "nuez de lavado", es un árbol de hoja perenne que crece en regiones tropicales y subtropicales de América del Sur, América Central y el Caribe. La especie es conocida por su capacidad para producir saponinas, compuestos que pueden usarse como jabón o detergente natural. Para el primer objetivo, “Determinar el proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir” ha sido necesario encontrar el proceso necesario para proceder al lavado de prendas, de acuerdo a Subramanian (2014) indica cómo procesar la Sapindus saponaria para usar como detergente o jabón:

- Recoger las nueces de lavado: El primer paso en el proceso de producción de jabón o detergente de Sapindus saponaria es recolectar las nueces de lavado maduras del árbol. Las nueces de lavado son el fruto del árbol y contienen saponinas en su pulpa y cáscara. Las nueces de lavado maduras suelen ser de color marrón oscuro y tener una textura arrugada. Se recomienda recolectar las nueces de lavado a fines del verano o principios del otoño, cuando hayan alcanzado su madurez. Se pueden recolectar a mano o con una vara de bambú que se utiliza para golpear las ramas del árbol y hacer que caigan las nueces.
- Secar las nueces de lavado: Una vez recolectadas las nueces de lavado, se deben secar para su almacenamiento y posterior uso. Las nueces se pueden secar al sol o en un horno de baja temperatura (menos de 50°C). El secado al sol puede tardar varios días y requiere que las nueces se coloquen en un lugar seco y bien ventilado. El horno de baja temperatura es una opción más rápida y eficiente, pero se debe tener cuidado de no quemar las nueces.
- Romper las nueces de lavado: Después de secar las nueces de lavado, se deben romper para extraer las saponinas. Esto se puede hacer de varias maneras. Una opción es triturar las nueces con un martillo o mazo para romper las cáscaras y liberar las saponinas. Otra opción es utilizar una

licuadora o procesadora de alimentos para moler las nueces en polvo. Si se utiliza esta última opción, se debe asegurar de que la licuadora o procesadora esté completamente seca antes de usarla.

- Preparar el detergente o jabón: Una vez que se han roto las nueces de lavado, se pueden utilizar para hacer detergente o jabón. Para hacer detergente, se pueden agregar unas pocas nueces de lavado a una bolsa de tela o malla y colocarla en la lavadora con la ropa. El agua caliente activará las saponinas y limpiará la ropa de manera natural.

Para hacer jabón, se puede utilizar la técnica de "infusión en frío". Para esto, se deben remover unas pocas nueces de lavado en agua fría durante varias horas o toda la noche. Luego, se puede usar la solución como jabón líquido para lavar platos, manos o cuerpo.

La infusión en frío es una técnica común para hacer jabón de *Sapindus saponaria*, también conocido como jabón de nueces de lavado. Esta técnica utiliza las propiedades limpiadoras naturales de las saponinas presentes en las nueces de lavado para crear un jabón suave y efectivo para la piel. Adhikari (2020) explica cómo hacer una infusión en frío para hacer jabón de *Sapindus saponaria*.

Materiales necesarios:

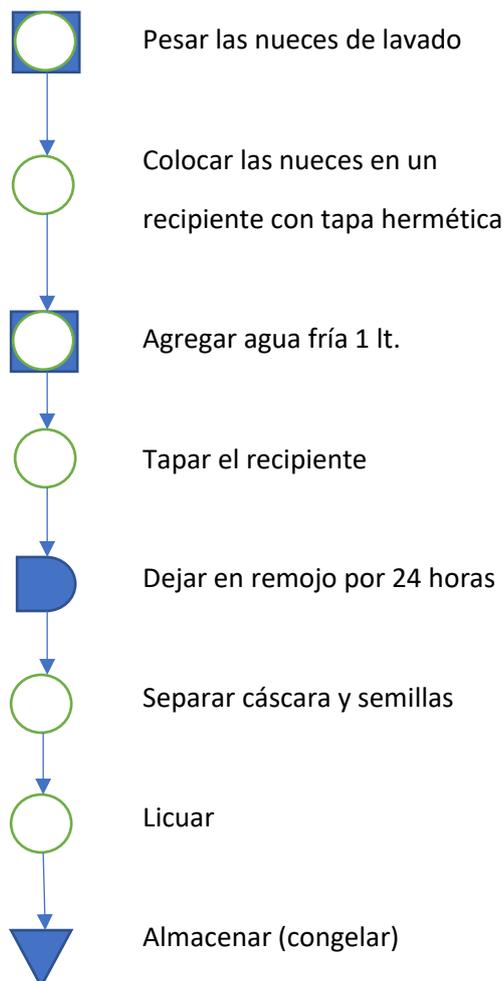
- Nueces de lavado seco
- Agua
- Un recipiente grande con tapa hermética
- Un colador de malla fina o un paño de muselina
- Aceites esenciales (opcional)
- conservador (opcional)

Instrucciones:

- Romper las nueces de lavado: Para hacer una infusión en frío, primero se deben romper las nueces de lavado para liberar las saponinas. Esto se puede hacer de varias maneras, como se mencionó anteriormente. Las nueces rotas se pueden guardar en un recipiente hermético hasta que estén listas para usar.
- Preparar la infusión: Para hacer la infusión, se deben colocar unas pocas nueces de lavado rotas en un recipiente grande con tapa hermética. La cantidad de nueces que se producirá de la cantidad de jabón que se desea hacer. Se recomienda usar aproximadamente 30 gramos de nueces por cada 500 ml de agua.
- Agregue agua fría al recipiente, cubriendo completamente las nueces de lavado. La cantidad de agua surgió de la cantidad de nueces y la fuerza deseada del jabón. Se recomienda una proporción de 1:10 de nueces a agua.
- Tape el recipiente y agite suavemente para asegurarse de que todas las nueces estén cubiertas con agua.
- Dejar en remojo: Una vez que se ha preparado la infusión, se debe dejar en remojo durante varias horas o toda la noche. Esto permite que las saponinas se liberen en el agua y crean una solución jabonosa.
- Colar la infusión: Después de remover, se debe colar la infusión para separar las nueces y las impurezas. Esto se puede hacer con un colador de malla fina o un paño de muselina. Coloque el colador sobre un recipiente limpio y vierta la infusión a través del colador para eliminar las nueces y otras impurezas. Asegúrese de presionar las nueces en el colador para extraer todo el líquido jabonoso.
- Opcional: agregar aceites esenciales y conservantes. Si se desea, se pueden agregar aceites esenciales a la infusión para agregar fragancia y propiedades terapéuticas. Se recomienda agregar unas gotas de aceite esencial por cada 500 ml de infusión.
- También se puede agregar un conservante natural, como el extracto de semilla de pomelo, para aumentar la vida útil del jabón.

- Almacenar y usar: Una vez que se ha hecho la infusión, se puede almacenar en un recipiente hermético en el refrigerador durante varias semanas o congelar en cubos de hielo para un almacenamiento prolongado.

Basados en lo recomendado por Adhikari (2020), se procedió a elaborar el detergente. Se pesaron 500gr. de *Sapindus saponaria* enteros y se almacenaron en un recipiente con 1 litro de agua. Se dejó 24 horas en reposo para ablandar la cáscara y poder separarla de su semilla. El peso de la semilla fue de 223 gr. y el de la cáscara humectada de 461 gr., sumando un total de 684 gr., lo que representa un 36.8% de incremento de su peso por la absorción de agua. Se procedió a licuar obteniendo una masa espumosa que puede almacenarse en un congelador, por ser una materia orgánica.



Fuente: Figura 02

Se procedió a comprobar la hipótesis nula H_0 “NO Existe un proceso para fabricar biodegradante a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir” y la hipótesis alternativa “Existe un proceso para fabricar biodegradante a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”. Se compararon las muestras M1, M2 y M3 que han sido expuestas a la suciedad con la muestra M5 que ha servido de control al estar limpia y lavada.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				o	Inferior	Superior			
Par 1	Limpieza M01 - Limpieza M05	-,12500	,35355	,12500	- ,42058	,17058	- 1,000	7	,351
Par 2	Limpieza M02 - Limpieza M05	-,12500	,35355	,12500	- ,42058	,17058	- 1,000	7	,351

Como se aprecia, la percepción de limpieza por parte de los usuarios refleja la aceptación del producto como un detergente Biodegradable al considerar a las 3 muestras que han sido utilizadas para la limpieza de la telas son similares a la tela de la muestra M5, considerando que todas pertenecen a la misma población de la muestra M05, que es la de control, debiendo seleccionar la hipótesis alternativa **“Existe un proceso para fabricar biodegradante a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”**

Para el segundo objetivo, “Evaluar el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de *Sapindus Saponaria* y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir” se prepararon muestras de tela de 10cm x 10cm, que fueron ensuciados con ají y sillao, productos comunes que pueden ensuciar una prenda de vestir. Se prepararon botellas PET para colocar el detergente con las prendas en tres muestras con 5 gr, 10gr y 15 gramos y 200 ml. de agua. Se introdujo las telas ensuciadas en cada una. Además, se preparó una cuarta botella con una tela sucia y sólo agua y una quinta con detergente y una tela limpia, para poder comparar los resultados.

Las botellas fueron introducidas en una lavadora por 19 min para simular la agitación en las botellas y pueda el detergente ejercer su efecto de limpieza. Las prendas fueron entregadas a 9 jueces para poder comparar su nivel de limpieza y el aroma. Las pruebas organolépticas que se ejecutaron arrojaron los siguientes resultados:

JUECES	Limpieza					Aroma				
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
A	4	4	4	3	4	4	3	3	2	4
B	4	4	4	2	4	4	4	4	1	4
C	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4
D	4	4	4	3	4	4	4	4	2	5
E	4	4	4	3	4	4	4	4	1	4
F	4	4	4	2	4	4	4	4	2	5
G	4	4	5	3	5	5	4	4	1	5
H	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4
I	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4

Fuente: tabla 08

Para la limpieza, se aplicó el ANOVA para determinar si la variación de 5, 10 y 15 gramos de detergente, con respecto al aceite de limón centrifugado, se aplicaron 5 mililitros a las muestras M1, M2, M3 y M5. Lo que se busca es determinar si los gramos utilizados influyen en la limpieza de la tela en prueba para cada muestra, o mantienen un mismo nivel.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Muestra 01 de Lavado	Inter-grupos	,000	1	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	7	,000		
	Total	,000	8			
Muestra 02 de Lavado	Inter-grupos	,000	1	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	7	,000		
	Total	,000	8			
Muestra 03 de Lavado	Inter-grupos	,889	1	,889	.	.
	Intra-grupos	,000	7	,000		
	Total	,889	8			
Muestra 04 de Lavado	Inter-grupos	,125	1	,125	,467	,516
	Intra-grupos	1,875	7	,268		
	Total	2,000	8			

Fuente: tabla 09

Para las muestras M1 (5 gr.), M2 (10 gr.) y M3 (15 gr.) se observa que el grado de significancia no se ha podido calcular debido a la similitud de opiniones con respecto a la M5 (tela con detergente y tela limpia). Se interpreta que las tres muestras logran el nivel de limpieza deseado, comparado con la tela limpia, corroborando que el detergente, en sus tres concentraciones, logran su objetivo de limpieza.

Con relación al aroma, las muestras que tenían detergente fueron dosificadas con 5 mililitros cada una de aceite de limón centrifugado. El detergente estaba conformado por aroma del aceite de limón, q aporta su propiedad desinfectante, y el aroma de la Sapindus saponaria, cuya concentración si varía en cada muestra. Los resultados de la prueba estadística de comparación de varianzas (Anova) se presentan a continuación para su interpretación:

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Muestra 01 de Aroma	Inter-grupos	,222	1	,222	2,333	,170
	Intra-grupos	,667	7	,095		
	Total	,889	8			
Muestra 02 de Aroma	Inter-grupos	,056	1	,056	,467	,516
	Intra-grupos	,833	7	,119		
	Total	,889	8			
Muestra 03 de Aroma	Inter-grupos	,056	1	,056	,467	,516
	Intra-grupos	,833	7	,119		
	Total	,889	8			
Muestra 04 de Aroma	Inter-grupos	,000	1	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	2,000	7	,286		
	Total	2,000	8			

Fuente: tabla 10

Con respecto al aroma, la muestra M1 presenta un menor grado de significancia, que a pesar de indicar que la muestra M1 y la muestra M5 presentan percepciones de aroma diferente, es la que más se acerca. El aroma de la muestra M1 es buena, a comparación de las muestras M2 y M3, que su aroma es menor a limón por las concentraciones del detergente de *Sapindus saponaria*.

Al considerar la muestra M1 como BUENA en limpieza y tener el menor gramaje de detergente y a la vez presenta un aroma BUENA y está en mejor condición que las muestras M2 y M3, se toma como muestra para el análisis de laboratorio. De acuerdo a la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos (ICMSF), los parámetros permitidos son los presentados a continuación:

Parámetro	Valor n	Valor c	Valor m	Valor M
Aerobios ,Mesófilos (UFC/g)*	5	2	1×10^4	1×10^5
Coliformes totales (NMP)*	5	2	< 3	11
Clostridium Perfringens (UFC/g)*	5	2	1×10^2	1×10^3
Salmonella **	5	0	0	-
Staphylococcus aureus (UFC/g)**	5	2	1×10^2	1×10^3
Mohos (UFC/g)	5	2	1×10^3	1×10^4

Fuente: tabla 11

Los análisis de laboratorio arrojaron que los Aerobios mesófilos se encuentran en 3.2×10^6 UFC/g y los Coliformes Totales llegan a <3 NMP/g, corroborando que la tela de la muestra 01 alcanzó a cumplir con las expectativas del detergente.

Al haber aplicado ANOVA al nivel de limpieza, al nivel de aroma y a el de microbiológico, donde las tres variables se comparan con las variaciones de las muestras M1, M2 y M3, contra la muestra M5 que es la de control, y arrojan similitudes que indican que pertenecen a una misma población, apoyándose la hipótesis alternativa **“Es aceptable el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”**

Para “cuantificar el costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”, se describen los costos incurridos en el experimento

Materia Prima		Unidad	Cantidad	Precio unit	Costo
	Sapindus saponaria	Kilogramos	0.5	20	10
	Aceite de limón	Mililitros	500	7	3500
Mano de obra					
	Humectación	H.H.	0.5	40	20
	Separación	H.H.	1	40	40
	Homogenización	H.H.	0.5	40	20
CIF (5% M.O.)					4
				TOTAL	3594

Fuente: tabla 12

Para la producción de 0.961 kilogramos de detergente se requiere de S/. 3594. El costo es considerado elevado por el uso del aceite de limón, que aporta un factor desinfectante y aromático. No se ha logrado hacer una comprobación de hipótesis debido a no existir datos de comparación. Al tener una magnitud de costo mucho mayor en comparación a los precios del mercado (aproximadamente S/.10 por kilogramo de detergente)

V. DISCUSIÓN

En primer lugar, para discutir el **objetivo general** con los antecedentes, estos proporcionan una sólida base para la formulación y desarrollo del biodetergente. Se observa que tanto los biosurfactantes como los tensioactivos derivados de *Sapindus saponaria* y aceite de limón han demostrado propiedades limpiadoras efectivas en diferentes estudios previos. Estos componentes han mostrado reducción de la tensión superficial del agua, capacidad de emulsionar y dispersar aceites, eliminación de manchas y suciedad en diversos tipos de superficies.

Además, se destaca que la utilización de biosurfactantes y tensioactivos de origen natural, como los derivados de *Sapindus saponaria* y aceite de limón, poseen ventajas en términos de menor toxicidad y menor impacto ambiental en comparación con los detergentes sintéticos convencionales. Esto es de particular importancia en la búsqueda de alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los estudios mencionados en los antecedentes se centran en diferentes aspectos y aplicaciones de los biosurfactantes y tensioactivos utilizados. Algunos se enfocan en la eliminación de aceites específicos, mientras que otros evalúan la eficacia en la limpieza de superficies metálicas, pisos o prendas de vestir. Por lo tanto, se requiere una evaluación exhaustiva de las propiedades y características del biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón específicamente para el lavado de prendas de vestir.

Al analizar las diferentes investigaciones mencionadas, se pueden identificar algunas similitudes y diferencias en relación al objetivo de **determinar el proceso para fabricar un biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón para el lavado de prendas de vestir.**

En cuanto a las similitudes, todas las investigaciones están relacionadas con la producción y aplicación de sustancias surfactantes para la limpieza y eliminación de diferentes tipos de contaminantes, ya sea aceite de fritura, aceite pesado o suelos contaminados. Esto muestra una preocupación común por el desarrollo de

métodos más sostenibles y efectivos para la limpieza y remediación ambiental. Además, todas las investigaciones se basan en la utilización de sustancias de origen natural o microbiano, como biosurfactantes y enzimas, en contraposición a los surfactantes sintéticos convencionales. Esto refleja una tendencia hacia la utilización de ingredientes más respetuosos con el medio ambiente y biodegradables en la fabricación de detergentes y productos de limpieza.

En cuanto a las diferencias, cada investigación aborda diferentes aspectos del proceso de fabricación del biodetergente y utiliza diferentes enfoques experimentales. Por ejemplo, el estudio mencionado sobre la utilización de radiación gamma (Elkenawy, 2022) se centra en mejorar el rendimiento de los biosurfactantes a partir de residuos de aceite de fritura mediante un método específico. El estudio de Farías (2022) se enfoca en la influencia del volumen y el tiempo de agitación en la formulación del biodetergente, mientras que el estudio de Farías (2021) se centra en la producción de biosurfactantes por una cepa bacteriana específica y su aplicación en la eliminación de aceite pesado.

El estudio de Sales da Silva (2021) compara diferentes tensioactivos para su aplicación en la remediación de suelos contaminados, lo cual no está directamente relacionado con la fabricación del biodetergente, pero puede ser relevante para la selección de ingredientes adecuados. El estudio de Helmy, Q (2021) explora la aplicación de biosurfactantes en la formulación de detergentes de lavado, utilizando diferentes variaciones y aditivos comunes en la industria de detergentes. Finalmente, el estudio de Ameni Ktata (2020) se centra en una lipasa producida por una cepa bacteriana específica y su optimización en términos de pH, relación C/N y tamaño del inóculo.

En resumen, aunque todas las investigaciones comparten una preocupación por la producción y aplicación de sustancias surfactantes sostenibles, abordan diferentes aspectos del proceso y utilizan enfoques experimentales distintos. Estas diferencias proporcionan información y perspectivas complementarias que pueden contribuir al desarrollo de un proceso óptimo para la fabricación del biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón.

Al analizar los antecedentes en relación al objetivo de **evaluar el nivel de limpieza obtenido del biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón para el lavado de prendas de vestir**, se pueden identificar algunas similitudes y diferencias.

En todos los estudios mencionados se evalúa la eficacia de diferentes sustancias surfactantes o biosurfactantes en términos de su capacidad para limpiar y eliminar manchas de diferentes superficies o materiales, como aceite de fritura, aceite de motor, superficies metálicas, pisos, etc. Los estudios utilizan diferentes métricas para evaluar el nivel de limpieza, como la reducción de la tensión superficial del agua, la capacidad de emulsionar o dispersar aceite, la eliminación de manchas específicas, la eficiencia de eliminación de contaminantes, la intensidad del color, etc. En general, los resultados indican que los biosurfactantes o el biodetergente evaluado son eficientes en la limpieza y eliminación de contaminantes, logrando niveles de limpieza similares o comparables a los detergentes sintéticos convencionales.

Los estudios se enfocan en diferentes tipos de contaminantes o superficies a limpiar, como residuos de aceite de fritura, aceite de motor, superficies metálicas, pisos, etc. Se utilizan diferentes sustancias surfactantes o biosurfactantes en cada estudio, como el biosurfactante producido por *Serratia marcescens* N2, ramnolípidos, et. Los estudios también difieren en las condiciones de producción y optimización de los biosurfactantes, como el uso de diferentes concentraciones de inóculo, tamaño de inóculo, pH, relación C/N, entre otros. Las métricas utilizadas para evaluar el nivel de limpieza también pueden variar, como el grado de detergencia alcanzado, la eficiencia en la eliminación de manchas o contaminantes, la estabilidad del biodetergente durante el almacenamiento, entre otros.

En resumen, aunque todos los estudios evalúan el nivel de limpieza obtenido del biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón, existen diferencias en cuanto al tipo de contaminante, sustancia surfactante utilizada, condiciones de producción y evaluación, y métricas empleadas. Estas diferencias proporcionan información diversa y complementaria sobre la efectividad y potencial de los biodetergentes en diferentes aplicaciones de limpieza.

Con relación a la **cuantificación del costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir**, se ha logrado determinar el costo del producto, con la diferencia que los artículos revisados no han mostrado sus costos de experimentación.

VI. CONCLUSIONES

Se ha logrado elaborar un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, que cumple su función de limpieza.

Se ha logrado determinar el proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, el cual permite ser almacenado por lograrse una pasta que puede refrigerarse y utilizarse en los momentos que se crea necesario. Las operaciones podrían variar procediendo al lavado de manera directa con la cáscara, la que ha sido homogenizada. El proceso se registró fotográficamente documentado en el anexo de registro fotográfico.

Se ha procedido a evaluar el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, el cual ha cumplido tanto desde el punto organoléptico de limpieza, la apreciación de las prendas aseadas con el detergente y con el aceite de limón. Las pruebas de laboratorio corroboran que las prendas lavadas se encuentran libres de bacterias, y microorganismos.

Se ha logrado cuantificar el costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, el mismo que asciende para la producción de 0.961 kilogramos de detergente se requiere de S/. 3594.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios de formulación y optimización del biodetergente, considerando diferentes concentraciones y proporciones de los componentes activos, así como la incorporación de otros aditivos o mejoradores de desempeño.

Realizar estudios que permitan obtener una formulación óptima que garantice un nivel de limpieza eficiente en las prendas de vestir, al tiempo que se mantienen las propiedades sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Además, se podría llevar a cabo una evaluación exhaustiva del desempeño del biodetergente en términos de eliminación de manchas comunes, retención del color de las prendas, suavidad del tejido y eliminación de olores, entre otros aspectos relevantes para la calidad del lavado. Estos resultados podrían compararse con los obtenidos por detergentes sintéticos convencionales para determinar la eficacia relativa del biodetergente a base de *Sapindus saponaria* y aceite de limón.

Debido al costo del Aceite de limón, es pertinente realizar estudios para poder conseguir una formulación entre la *Sapindus Saponaria* y otro producto que ofrezca aroma y desinfección, a un costo razonable.

REFERENCIAS

Elkenawy, Nora M. Valorization of frying oil waste for biodetergent production using *Serratia marcescens* N2 and gamma irradiation assisted biorecovery. Editorial BioMed Central. 2022. DOI <https://doi.org/10.1186/s12934-022-01877-3>

Fariás Charles Bronzo B; Soares da Silva Rita de Cássia F. Physicochemical Upgrading of a Biodetergent for Application in the Industrial Energy Sector. Editorial MDPI AG. 2022. DOI <https://doi.org/10.3390/en15020463>

Fariás Charles Bronzo B; Soares da Silva Rita de Cássia F. Removal of heavy oil from contaminated surfaces with a detergent formulation containing biosurfactants produced by *Pseudomonas* spp. Editorial PeerJ, Inc. 2021. DOI <https://doi.org/10.7717/peerj.12518>

Sales da Silva Israel Gonçalves; Gomes de Almeida Fabíola Carolina. Application of Green Surfactants in the Remediation of Soils Contaminated by Hydrocarbons. Editorial MDPI AG. 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/pr9091666>

Helmy, Q. Application of rhamnolipid biosurfactant for bio-detergent formulation. Editorial IOP Publishing. 2021. DOI <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012014>

Ameni Ktata. Enhancement of *Aeribacillus pallidus* strain VP3 lipase catalytic activity through optimization of medium composition using Box-Behnken design and its application in detergent formulations. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07853-x>

Druteika, Gytis. New engineered *Geobacillus* lipase GD-95RM for industry focusing on the cleaner production of fatty esters and household washing product formulations. Springer Nature B.V. 2020. <https://doi.org/10.3923/biotech.2012.100.118>

Giraldo, Lady J. Development of a Novel Green Bio-Nanofluid from *Sapindus Saponaria* for Enhanced Oil Recovery Processes. Basel Tomo 10, N.º 6. 2022. 1057. DOI:10.3390/pr10061057

Méndez, Vanesa. Human Nails Permeation of an Antifungal Candidate Hydroalcoholic Extract from the Plant *Sapindus saponaria* L. Rich in Saponins. Molecules; Basel Tomo 26, N.º 1, (2021): 236. DOI:10.3390/molecules26010236

Niloufer, Shaheda. Análisis in vitro de fitoquímicos, capacidad antioxidante de extractos etanólicos de semillas de *Sapindus saponaria* Vahl y actividad

antibacteriana sobre patógenos dentales comunes. *Revista de Investigación de Farmacia y Tecnología*; Raipur Tomo 14, N.º 1, (ene 2021): 351-355. DOI:10.5958/0974-360X.2021.00064.0

Wojtoń, Patrycja; Szaniawska, Magdalena; Hołysz, Lucyna; Miller, Reinhard; Szcześ, Aleksandra. *Actividad Superficial de Surfactantes Naturales Extraídos de Sapindus mukorossi y Sapindus trifoliatum Soapnuts coloides e interfaces*; Basilea Tomo 5, N.º 1, (2021): 7. DOI:10.3390/coloides5010007

Charalambous, Despina; Christoforou, Michalis; Kitiri, Elina N; Andreou, Marios; Partassides, Dora; et al.. *Antimicrobial Activities of Saponaria cypria Boiss. Root Extracts, and the Identification of Nine Saponins and Six Phenolic Compounds*. *Molecules*; Basel Tomo 27, N.º 18, (2022): 5812. DOI:10.3390/molecules27185812

Liu, Jiming; Wang, Lianchun; Sun Caowen; Xi Benye; Li Doudou; et al. *Global distribution of soapberries (Sapindus L.) habitats under current and future climate scenarios*. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*; London Tomo 11, N.º 1, (2021). DOI:10.1038/s41598-021-98389-8

Menicoze dos Santos, Caroline; Da Silva Ribeiro, Amanda; Garcia, Adriana; Domingos, Andressa; Polonio, Julio Cesar; et al. *ENZYMATIC AND ANTAGONIST ACTIVITY OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM SAPINDUS SAPONARIA L. (SAPINDACEAE)*. *Acta Biológica Colombiana*; Bogota Tomo 24, N.º 2, (2019). DOI:10.15446/abc.v24n2.74717

Sochacki, Mateusz; Vogt, Otmar. *Triterpenoid Saponins from Washnut (Sapindus mukorossi Gaertn.)—A Source of Natural Surfactants and Other Active Components*. *Plants*; Basel Tomo 11, N.º 18, (2022): 2355. DOI:10.3390/plants11182355

Rai, Summi; Acharya-Siwakoti, Eliza; Kafle, Ananda; Hari Prasad Devkota; Bhattarai, Ajaya. *Plant-Derived Saponins: A Review of Their Surfactant Properties and Applications*. *Sci*; Basel Tomo 3, N.º 4, (2021): 44. DOI:10.3390/sci3040044

Bohórquez Rodríguez, Anngy Marcela; Castiblanco Urrego Orlando. *Revisión del uso de biosurfactantes para su implementación en los procesos de recuperación mejorada de petróleo* *Revista Inventum*; Bogota Tomo 16, N.º 31, (Jul-Dec 2021): 4-14. DOI: 10.26620/uniminuto.inventum.16.31.2021.4-14

Kunatsa, Yvonne. *Checklist of African Soapy Saponin—Rich Plants for Possible Use in Communities' Response to Global Pandemics*. *Plants*; Basel Tomo 10, N.º 5, (2021): 842. DOI:10.3390/plants10050842

Ligor, Magdalena; Kielbasa, Anna; Ratiu, Ileana-Andreea; Buszewski, Bogusław. Separation and Quantification of Selected Sapogenins Extracted from Nettle, White Dead-Nettle, Common Soapwort and Washnut. *Molecules*; Basel Tomo 26, N.º 24, (2021): 7705. DOI:10.3390/molecules26247705

Mohlakoana, Mpho; Moteetee, Annah. Southern African Soap Plants and Screening of Selected Phytochemicals and Quantitative Analysis of Saponin Content. *Resources*; Basel Tomo 10, N.º 10, (2021): 96. DOI:10.3390/resources10100096

Mousavi S A and Khodadoost F 2019 Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review *Environ Sci Pollut Res Int.* doi: 10.1007/s11356-019-05802-x

Anwar A F 2011 Effect of greywater irrigation on soil characteristics 2nd Int. Conf. on Env. Sci. and Dev. IPCBEE pp 15–18

D'Amato D, Korhonen J. Integrating the green economy, circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. *Ecol Econ.* 2021;188:107–43.

Arancon RAD, Lin CSK, Chan KM, Kwan TH, Luque R. Advances on waste valorization: new horizons for a more sustainable society. *Energy Sci Eng.* 2013;1:53–71.

Parthiba Karthikeyan O, Trably E, Mehariya S, Bernet N, Wong JWC, Carrere H. Pretreatment of food waste for methane and hydrogen recovery: a review. *Bioresour Technol.* 2018;249:1025–39.

De Feo G, Di Domenico A, Ferrara C, Abate S, Sesti OL. Evolution of waste cooking oil collection in an area with long-standing waste management problems. *Sustainability.* 2020;12(20):8578.

Md Badrul Hisham NH, Ibrahim MF, Ramli N, Abd-Aziz S. Production of biosurfactant produced from used cooking oil by *Bacillus* sp. HIP3 for heavy metals removal. *Molecules.* 2019;24:2617.

Sharma S, Verma R, Dhull S, Maiti SK, Pandey LM. Biodegradation of waste cooking oil and simultaneous production of rhamnolipid biosurfactant by *Pseudomonas aeruginosa* P7815 in batch and fed-batch bioreactor. *Bioprocess Biosyst Eng.* 2022;45:309–19

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos and Baptista Lucio, María del Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación. Sexta edición.* s.l. : McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Devi, Pagadala Suganda. 2017. Research Methodology: A Handbook for Beginners. s.l. : Notion Press, 2017. ISBN 1947752847, 9781947752849.

DELGADO, DE LA TORRE ROSARIO. 2008. Probabilidad y Estadística para ciencias e ingenierías. España: España Delta, 2008. 350.

Kirsch, Gesa and Sullivan, Patricia A. 1992. Methods and Methodology in Composition Research. s.l. : SIU Press, 1992. ISBN 0809317273, 9780809317271.

Goddard, Wayne and Melville, Stuart. 2004. Research Methodology: An Introduction. s.l. : Juta and Company Ltd, 2004. ISBN 0702156604, 9780702156601.

MUÑOZ, H. El presupuesto en un protocolo de investigación. s.l. : Revista Salud Pública y Nutrición, 2004. Artículo.

PMBOK. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). s.l. : Project Management Institute, 2008.

ANEXOS:

ANEXO 01: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Tipo
Variable Independiente: Biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón	<p>Sapindus saponaria es una especie silvestre promisorio que nunca ha sido explotada comercialmente. Los metabolitos secundarios del jaboncillo incluyen saponinas que se encuentran en la fruta, que tienen un gran potencial para aplicaciones industriales. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 1995)</p> <p>El “aceite esencial del limón” también llamado “esencia natural de limón” es el principal subproducto de jugo concentrado. Se trata de un producto volátil obtenido del epicarpio fresco del fruto (citrus limón), por un método de extracción. La industria emplea aproximadamente 190 Kg de limón para obtener 1kg de aceite esencial. (IBCE, 2010)</p> <p>Los detergentes biológicos (BIODET) son metabolitos secundarios sintetizados por géneros de especies como Bacillus y Pseudomonas (Silva et al., 2014)</p>	Proceso de Sapindus y de aceite de limón utilizado para la obtención de detergente en gramos.	Aceite Limón	Cantidad de aceite limón	Razón
			Sapindus Saponaria	Cantidad de sapindus saponaria	Razón
			Proceso	Nro operaciones	Razón
				Costo unitario	Razón

Variable Dependiente: Lavado de prendas de vestir	Es un proceso de cambio de apariencia, tamaño, comodidad y moda de la ropa, dando el efecto de ropa vieja, lo que se llama lavado. Es posible que se requieran diferentes tipos de productos químicos o materiales para completar un lavado en particular. (Sayed, 2014)	Evaluación y análisis de las características sensoriales y microbiológicas mediante el criterio de expertos en telas de muestra para determinar características físico químicas.	Físico-Química	Ph Densidad Viscosidad DBO DBQ	Razón
			Organoléptico	Color Aroma Limpieza	Nominal
			Microbiológicas	UFC Coliformes	De intervalo

Fuente: Objetivos de la presente investigación

ANEXO N° 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL MARCO METODOLOGICO

Apellidos y Nombres:		Garcia Tineo, Anthony Janpier Odinola Atto, Jorge Israel.		
PROBLEMA CENTRAL	FORMULACION DEL PROBLEMA	TITULO	OBJETIVOS	HIPOTESIS
¿Cómo se elabora un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?”, teniendo como preguntas específicas?	<p>PREGUNTA GENERAL: ¿Cómo se elabora un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?</p> <p>PREGUNTAS ESPECÍFICAS: ¿Cuál es el proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir? ¿Cuál es el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir? ¿Cuál es el costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir?</p>	Elaboración de biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, Piura	<p>OBJETIVOS GENERAL: “Elaborar un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”</p> <p>OBJETIVO ESPECIFIVO: “Determinar el proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir” ; “Evaluar el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir” “Cuantificar el costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir”</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: Se elaborar un biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICO: Existe un proceso para fabricar biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir Es aceptable el nivel de limpieza que se obtiene del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir El costo de producción del biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón es similar al mercado para el lavado de prendas de vestir</p>

Fuente. Elaboración propia

ANEXO N° 03: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE DISEÑO DE EJECUCIÓN

TIPO DE INVESTIGACION	DISEÑO DE INVESTIGACION	POBLACION - MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS																																																								
<p>La presente investigación es aplicada, porque tiene como objetivo producir conocimiento que pueda aplicarse directamente a los problemas de la sociedad y del sector productivo. El enfoque que presenta la investigación es cuantitativo por basarse en la comprobación con base estadística de las hipótesis, soportado en la recolección de los datos que se obtienen de las variables de estudio, “estableciendo esquemas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, 2014). Se considera también de tipo transversal o Transeccional porque su ejecución se realizará en un periodo corto de tiempo.</p>	<p>Se considera una investigación cuasi experimental por trabajar la variable independiente (biodetergente) con diferentes formulaciones que permitan interactuar con prendas de tela con un mismo nivel de suciedad para observar su nivel de eficiencia en la limpieza y desinfección (Delgado, 2008).</p>	<p>POBLACION En la presente investigación la población la conforman las muestras de biodetergente distribuidas en los distintos tratamientos y repeticiones como se muestra en la tabla 04. (Kirsch, y otros, 1992)</p> <table border="1" data-bbox="860 544 1637 735"> <thead> <tr> <th>Repetición</th> <th>A1B1</th> <th>A1B2</th> <th>A1B3</th> <th>A2B1</th> <th>A2B2</th> <th>A2B3</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I, II y III</td> <td>21gr</td> <td>22gr</td> <td>23gr</td> <td>31 gr</td> <td>32 gr</td> <td>33gr</td> <td>162 gr</td> </tr> </tbody> </table> <p>MUESTRA La muestra es un fragmento característico de la población y que se obtiene a través de métodos cuantitativos. En la presente investigación la muestra será la cantidad de biodetergente que se usará para cada tratamiento, el cual se detalla en la tabla 05. (Goddard, y otros, 2004)</p> <table border="1" data-bbox="965 967 1563 1273"> <thead> <tr> <th>Muestra / Repetición</th> <th>A1 B1</th> <th>A1 B2</th> <th>A1 B3</th> <th>A2 B1</th> <th>A2 B2</th> <th>A2 B3</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>21gr</td> <td>22 gr</td> <td>23 gr</td> <td>31gr</td> <td>32gr</td> <td>33gr</td> <td>162gr</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>21gr</td> <td>22 gr</td> <td>23 gr</td> <td>31gr</td> <td>32gr</td> <td>33gr</td> <td>162gr</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>21gr</td> <td>22 gr</td> <td>23 gr</td> <td>31gr</td> <td>32gr</td> <td>33gr</td> <td>162gr</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>63gr</td> <td>66gr</td> <td>69 gr</td> <td>93gr</td> <td>96gr</td> <td>99gr</td> <td>486gr</td> </tr> </tbody> </table>	Repetición	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	Total	I, II y III	21gr	22gr	23gr	31 gr	32 gr	33gr	162 gr	Muestra / Repetición	A1 B1	A1 B2	A1 B3	A2 B1	A2 B2	A2 B3	Total	I	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr	II	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr	III	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr	Total	63gr	66gr	69 gr	93gr	96gr	99gr	486gr	<p>Observación Hoja de recolección de datos de cantidad de aceite de limón y cantidad de sapindus saponaria.</p> <p>Análisis documental Hoja de recolección de datos de Análisis Físicoquímicos.</p> <p>Observación Hoja de recolección de datos de Análisis organolépticos.</p> <p>Análisis documental Hoja de recolección de datos de Análisis Microbiológicos.</p> <p>Análisis documental Diagrama de operaciones de proceso.</p> <p>Análisis documental Hoja de costos</p>
Repetición	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	Total																																																				
I, II y III	21gr	22gr	23gr	31 gr	32 gr	33gr	162 gr																																																				
Muestra / Repetición	A1 B1	A1 B2	A1 B3	A2 B1	A2 B2	A2 B3	Total																																																				
I	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr																																																				
II	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr																																																				
III	21gr	22 gr	23 gr	31gr	32gr	33gr	162gr																																																				
Total	63gr	66gr	69 gr	93gr	96gr	99gr	486gr																																																				

Fuente. Elaboración propia

ANEXO N° 04: VALIDACION DE INSTRUMENTOS

Mgtr. Omar Rivera Calle



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: BIODETERGENTE A BASE DE SAPINDUS

SAPONARIA Y ACEITE DE LIMÓN

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: ACEITE DE LIMON							
1	Cantidad de aceite limón	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN 2: SAPINDUS SAPONARIA							
1	Cantidad de sapindus saponaria	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN: PROCESO							
1	Nro operaciones	X		X		X		
2	Costo unitario	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Mgtr. Omar Rivera Calle.

DNI: 02884211

Especialidad del validador: Industrial

CPI: 102776

05 de noviembre del 2020

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: LAVADO DE PRENDAS DE VESTIR

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Ph (Potencial de Hidrogeno)	X		X		X		
2	Densidad	X		X		X		
3	Viscosidad	X		X		X		
4	DBO (Densidad bioquímica de oxígeno)	X		X		X		
5	DBQ (Demanda química de oxígeno)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: ORGANOLÉPTICO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Color	X		X		X		
2	Aroma	X		X		X		
3	Limpieza	X		X		X		
	DIMENSIÓN: MICROBIOLÓGICAS	Si	No	Si	No	Si	No	
1	UFC (Unidad formadora de colonias)	X		X		X		
2	Coliformes	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Mgtr. Omar Rivera Calle.

DNI: 02884211

Especialidad del validador: Industrial

CPI: 102776

05 de noviembre del 2022



Firma del Experto Informante.

Ing. Dennis Paul Andrade Farfán



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variante independiente: BIODETERGENTE A BASE DE SAPINDUS |

SAPONARIA Y ACEITE DE LIMÓN

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Cantidad de aceite limón	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN 2: SAPINDUS SAPONARIA	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Cantidad de sapindus saponaria	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN: PROCESO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Nro operaciones	X		X		X		
2	Costo unitario	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Dennis Paul Andrade Farfán

DNI: 45076891

Especialidad del validador: Industrial

CIP: 252454

10 de noviembre del 2022

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

 Variable dependiente: **LAVADO DE PRENDAS DE VESTIR**

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: FÍSICO - QUÍMICA							
1	Ph (Potencial de Hidrogeno)	X		X		X		
2	Densidad	X		X		X		
3	Viscosidad	X		X		X		
4	DBO (Densidad bioquímica de oxígeno)	X		X		X		
5	DBQ (Demanda química de oxígeno)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: ORGANOLÉPTICO							
1	Color	X		X		X		
2	Aroma	X		X		X		
3	Limpieza	X		X		X		
	DIMENSIÓN: MICROBIOLÓGICAS							
1	UFC (Unidad formadora de colonias)	X		X		X		
2	Coliformes	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Dennis Paul Andrade Farfán

DNI: 45076691

Especialidad del validador: Industrial

CIP: 252454

10 de noviembre del 2022



Firma del Experto Informante.

Ing. Albert David Monasterio Cruz



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: BIODETERGENTE A BASE DE SAPINDUS

SAPONARIA Y ACEITE DE LIMÓN

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Cantidad de aceite limón	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN 2: SAPINDUS SAPONARIA	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Cantidad de sapindus saponaria	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN: PROCESO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Nro operaciones	X		X		X		
2	Costo unitario	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Albert David Monasterio Cruz

DNI: 45568772

Especialidad del validador: Industrial

CPI: 223448

10 de noviembre del 2022



ALBERT DAVID MONASTERIO CRUZ
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 223448

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: LAVADO DE PRENDAS DE VESTIR

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: FÍSICO - QUÍMICA							
1	Ph (Potencial de Hidrogeno)	X		X		X		
2	Densidad	X		X		X		
3	Viscosidad	X		X		X		
4	DBO (Densidad bioquímica de oxígeno)	X		X		X		
5	DBQ (Demanda química de oxígeno)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: ORGANOLÉPTICO							
1	Color	X		X		X		
2	Aroma	X		X		X		
3	Limpieza	X		X		X		
	DIMENSIÓN: MICROBIOLÓGICAS							
1	UFC (Unidad formadora de colonias)	X		X		X		
2	Coliformes	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Albert David Monasterio Cruz

DNI: 45588772

Especialidad del validador: Industrial

CPI: 223448



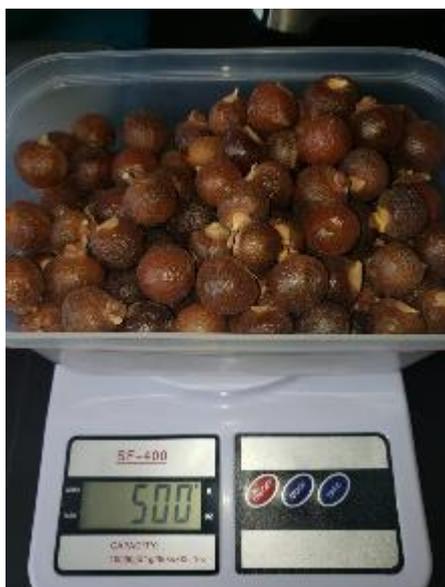
 ALBERT DAVID MONASTERIO CRUZ
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 223448

10 de noviembre del 2022

Firma del Experto Informante.

ANEXOS N° 05:FOTOS

Anexo 05: Registro fotográfico









ANEXO 06: INFORME DE ENSAYO

Anexo 06: Resultados del Laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 063-2023

Emitido en Piura, el 03 de mayo de 2023

Página 1 de 1

Solicitado por	:	GARCÍA TINEO, ANTHONY JANPIER
Domicilio legal	:	ORDINOLA ATTO, JORGE ISRAE
Producto	:	PIURA
	:	DETERGENTE BIODEGRADABLE
Información proporcionada por el solicitante ¹	:	TESIS "ELABORACIÓN DE BIODETERGENTE A BASE DE <i>Sapindus Saponaria</i> Y ACEITE DE LIMÓN PARA EL LAVADO DE PRENDAS DE VESTIR, PIURA."
Muestreado por	:	EL SOLICITANTE
Lugar y fecha de muestreo	:	-
Método de muestreo	:	-
Cantidad de muestra(s)	:	1 VIAL X 500 GRAMOS
Fecha de recepción de la(s) muestra(s)	:	26 / 04 / 2023
Fecha de inicio de ensayo(s)	:	26 / 04 / 2023
Fecha de término de ensayo(s)	:	02 / 05 / 2023
Orden de servicio	:	OS 20230426-01

RESULTADOS

I. ENSAYO SENSORIAL

Parámetro	Unidad	Resultado
Color	-	Marrón claro
Olor	-	Cítrico
Aspecto	-	Mezcla no homogénea

II. ENSAYO FISICOQUIMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Potencial de hidrogeno	Und de pH	4.40
Densidad	g/cm ³	0.7836
Solubilidad	%	2.40
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	3.450
Demanda química de oxígeno	mg/L	6.980

III. MÉTODO DE ENSAYO

pH	SMEWW-APHA- AWWA-WEF. Part 4500 H+ B. 23 rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Densidad	ASTM D4052. 2022. Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter
Solubilidad	NTP 311.548:2012 (revisada el 2021). FERTILIZANTES. Análisis físicos. 1ª Edición
DBO ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
DQO ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux. Colorimetric Method
Sensorial	NTP ISO 4121 (Revisada el 2019)2008ANÁLISIS SENSORIAL. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas

- 1 Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma
2 Parámetro subcontratado

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Firmado digitalmente por
Ing. Arquímedes Pintado Ticlihuanca
CIP N° 174158
Director Técnico



Solicitado por	:	GARCÍA TINEO, ANTHONY JANPIER
Domicilio legal	:	ORDINOLA ATTO, JORGE ISRAE
Producto	:	PIURA
	:	TELA
Información proporcionada por el solicitante ¹	:	TESIS "ELABORACIÓN DE BIODETERGENTE A BASE DE <i>Sapindus Saponaria</i> Y ACEITE DE LIMÓN PARA EL LAVADO DE PRENDAS DE VESTIR, PIURA."
	:	CÓDIGO: LIMPIA, LAVADO CON 10 GRAMOS
Muestreado por	:	EL SOLICITANTE
Lugar y fecha de muestreo	:	-
Método de muestreo	:	-
Cantidad de muestra(s)	:	1 VIAL X 100 GRAMOS
Fecha de recepción de la(s) muestra(s)	:	26 / 04 / 2023
Fecha de inicio de ensayo(s)	:	26 / 04 / 2023
Fecha de término de ensayo(s)	:	02 / 05 / 2023
Orden de servicio	:	OS 20230426-02

RESULTADOS

I. ENSAYO microbiológico

Parámetro	Unidad	Resultado
Aerobios mesofilos	UFC/g	3.2 x10
Coliformes totales	NMP/g	<3

II. METODO DE ENSAYO

Aerobios mesofilos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 120-124, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios
Coliformes totales	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 131-134, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: técnica del Número Más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano)

1 Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma

III. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"



Firmado digitalmente por
Ing. Arquimedes Pintado Tichahuanca
CIP N° 174158
Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP EIRL. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Partida Aduanera 3301199000 LOS DEMÁS ACEITES ESENCIALES DE AGRIOS (CITRICOS)

Cerrar x

N°	Fecha	Partida Aduanera	Exportador	KG. Neto	Cantidad	Unid.	US\$ FOB unit	US\$ CIF unit	US\$ CIF Unit + Taxes	País Origen	Descripción Comercial
1	18/09/2019	3301199000	LIMONES PIURANOS SOCIEDAD ANONIMA CERRAD	14,520	14,520	KG	28,659	0,000	0,000	NETHERLANDS	ACEITE DESTILADO DE LIMON CILINDROS COMPOSICION 100% ACEITE DE LIMON PARA ELABORACION DE SABORES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y FARMACEUTICA CODIGO N°13 RESTITUCION DE DERECHOS ARANCELARIOS
2	24/07/2019	3301199000	LIMONES PIURANOS SOCIEDAD ANONIMA CERRAD	18,150	18,150	KG	28,659	0,000	0,000	NETHERLANDS	ACEITE DESTILADO DE LIMON CILINDROS COMPOSICION 100% ACEITE DE LIMON PARA ELABORACION DE SABORES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y FARMACEUTICA CODIGO N°13 RESTITUCION DE DERECHOS ARANCELARIOS
3	11/12/2019	3301199000	LIMONES PIURANOS SOCIEDAD ANONIMA CERRAD	7,260	7,260	KG	29,742	0,000	0,000	UNITED STATES	ACEITE DESTILADO DE LIMON CILINDROS COMPOSICION 100% ACEITE DE LIMON PARA ELABORACION DE SABORES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y FARMACEUTICA CODIGO N°13 RESTITUCION DE DERECHOS ARANCELARIOS
18/09/2019	3301199000	LIMONES PIURANOS SOCIEDAD ANONIMA CERRAD	14,520	14,520	KG	27,942	0,000	0,000	NETHERLANDS	ACEITE DESTILADO DE LIMON CILINDROS COMPOSICION 100% ACEITE DE LIMON PARA ELABORACION DE SABORES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y FARMACEUTICA CODIGO N°13 RESTITUCION DE DERECHOS ARANCELARIOS	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GALLO AGUILA CARLOS IGNACIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Elaboración de biodetergente a base de Sapindus Saponaria y Aceite de Limón para el lavado de prendas de vestir, Piura", cuyos autores son ORDINOLA ATTO JORGE ISRAEL, GARCIA TINEO ANTHONY JANPIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 07 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GALLO AGUILA CARLOS IGNACIO DNI: 02792526 ORCID: 0000-0003-1382-0545	Firmado electrónicamente por: CIGALLOA el 18-07- 2023 17:05:12

Código documento Trilce: TRI - 0577528