

Obtención de jabón de tocador en barra a partir de aceite vegetal reciclado de la Zona del Colesterol en Santo Domingo de los Tsáchilas

Production of bar soap from recycled vegetable oil collected in the “Zona del Colesterol” of Santo Domingo de los Tsáchilas

Produção de sabão em barra a partir de óleo vegetal reciclado da “Zona do Colesterol” em Santo Domingo de los Tsáchilas

Barragán Falcones Katherine Estefanía¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
katherinebarraganfalcones@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-6159-1960>



Bravo Loor Shirley Yajaira²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
shirleybravoloor@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-9798-0183>



Arias Jara Miguel Angel³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
miguelarias@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1125>

Como citar:

Barragán, K., Bravo, S. & Arias, M. (2025). Obtención de jabón de tocador en barra a partir de aceite vegetal reciclado de la Zona del Colesterol en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2312-2332.

Recibido: 30/06/2025

Aceptado: 29/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

Este trabajo de titulación tuvo como objetivo elaborar jabón de tocador en barra utilizando aceite vegetal reciclado recolectado en la zona del Colesterol, en Santo Domingo de los Tsáchilas. La investigación respondió a la problemática ambiental causada por el desecho inadecuado de aceites usados, especialmente provenientes del sector gastronómico. Se buscó transformar este residuo en un producto útil, promoviendo prácticas sostenibles y contribuyendo a la economía circular. La metodología aplicada fue experimental y documental. Se recolectaron muestras de aceite reciclado, las cuales fueron sometidas a distintos procesos de saponificación. Se probaron diferentes formulaciones y tiempos de curado, con el fin de evaluar sus efectos en las propiedades fisicoquímicas (pH y la humedad) y organolépticas (olor, textura, apariencia) del jabón resultante. Los resultados demostraron que los jabones obtenidos cumplieron con los parámetros establecidos en la norma técnica INEN 841. Presentaron un pH adecuado, bajo contenido de humedad y características físicas aceptables para el uso doméstico. La apariencia fue homogénea y la textura firme. En conclusión, la elaboración de jabón a partir de aceite reciclado representó una alternativa viable y ecológica. Este proceso permitió el aprovechamiento de un desecho contaminante, generando un producto de calidad y bajo costo. Además, la propuesta fortaleció el compromiso ambiental local y evidenció el potencial de replicar esta práctica en otras comunidades.

Palabras clave: Aceite vegetal reciclado, Saponificación, Jabón de tocador, Contaminación ambiental.

Abstract

This degree project aimed to produce bar soap using recycled vegetable oil collected in the “Zona del Colesterol” in Santo Domingo de los Tsáchilas. The research addressed the environmental problem caused by the improper disposal of used oils, especially those from the gastronomic sector. The goal was to transform this waste into a useful product, promoting sustainable practices and contributing to the circular economy. The applied methodology was both experimental and documentary. Samples of recycled oil were collected and subjected to different saponification processes. Various formulations and curing times were tested to evaluate their effects on the physicochemical properties (pH and moisture) and organoleptic characteristics (odor, texture, appearance) of the resulting soap. The results showed that the obtained soaps met the parameters established by the INEN 841 technical standard. They presented an adequate pH, low moisture content, and acceptable physical characteristics for household use. The appearance was homogeneous, and the texture was firm. In conclusion, soap production from recycled oil proved to be a viable and ecological alternative. This process enabled the use of a polluting waste material to generate a high-quality, low-cost product. Moreover, the proposal strengthened local environmental commitment and demonstrated the potential to replicate this practice in other communities.

Keywords: Recycled vegetable oil, Saponification, Toilet soap, Environmental pollution.

Resumo

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo produzir sabão em barra utilizando óleo vegetal reciclado coletado na “Zona do Colesterol”, em Santo Domingo de los Tsáchilas. A pesquisa abordou o problema ambiental causado pelo descarte inadequado de óleos usados, especialmente os provenientes do setor gastronômico. Buscou-se transformar esse resíduo em

um produto útil, promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para a economia circular. A metodologia aplicada foi experimental e documental. Amostras de óleo reciclado foram coletadas e submetidas a diferentes processos de saponificação. Diversas formulações e tempos de cura foram testados para avaliar seus efeitos nas propriedades físico-químicas (pH e umidade) e organolépticas (odor, textura, aparência) do sabão obtido. Os resultados demonstraram que os sabões produzidos atenderam aos parâmetros estabelecidos pela norma técnica INEN 841. Apresentaram pH adequado, baixo teor de umidade e características físicas aceitáveis para uso doméstico. A aparência foi homogênea e a textura firme. Conclui-se que a produção de sabão a partir de óleo reciclado representa uma alternativa viável e ecológica. Esse processo possibilitou o aproveitamento de um resíduo poluente, gerando um produto de qualidade e baixo custo. Além disso, a proposta reforçou o compromisso ambiental local e evidenciou o potencial de replicar essa prática em outras comunidades.

Palavras-chave: Óleo vegetal reciclado, Saponificação, Sabão de tocador, Poluição ambiental.

Introducción

Los aceites vegetales se han consolidado como un componente esencial en la dieta humana, no solo por su capacidad para realzar las cualidades organolépticas de los alimentos, sino también por sus valiosas contribuciones a la salud. Según Clover (2023), estos aceites son una fuente concentrada de energía y proporcionan ácidos grasos esenciales, como los omega-3 y omega-6, que el organismo no puede sintetizar por sí mismo.

Sin embargo, en el contexto contemporáneo, el uso masivo de aceites en la industria alimentaria, especialmente en la preparación de comida rápida, ha generado una serie de impactos ambientales negativos. Además, Osmir et al (2023), debido al tipo de comida que preparan los restaurantes, estos producen una gran cantidad de desecho de aceite de fritura, el cual, al ser desechado sin un tratamiento final correcto, puede provocar graves problemas medioambientales. La mayoría de estos aceites se desechan en los cestos de basura o se descargan en las alcantarillas, lo que puede causar obstrucciones en las tuberías y posteriores desbordamientos de las aguas residuales.

Diversos estudios han analizado la eficacia de elaborar jabón tradicional a partir de aceite vegetal reciclado. Surge como una alternativa sostenible para enfrentar el problema del aceite de cocina usado, Carreño et al (2021), en lugar de desechar este residuo se busca darle

una segunda vida transformándolo en productos básicos de higiene personal. Frente a esta problemática, la elaboración de jabón tradicional se presenta como una de las alternativas más destacadas para el aprovechamiento responsable de estos residuos.

Ante esta problemática, surge una solución innovadora y sostenible: la fabricación de jabón a partir de aceites reciclados. Esta práctica no solo reduce la cantidad de residuos de aceite que terminan en el medio ambiente, sino que también ofrece una alternativa ecológica a los jabones convencionales.

Metodología

Ubicación y duración del estudio

La investigación se desarrolló en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador (00°15'S, 79°10'O), durante el periodo académico I-2025, con una duración total de cuatro meses. Las actividades experimentales incluyeron la recolección de aceite reciclado, su pretratamiento, formulación de jabones, curado, análisis fisicoquímicos, microbiológicos y evaluación sensorial.

Enfoque metodológico

Se adoptó un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas (mediciones analíticas de laboratorio) y cualitativas (evaluación sensorial y observación experimental).

El componente cuantitativo permitió determinar parámetros críticos de calidad (pH, humedad, índice de acidez, índice de saponificación y presencia de *Escherichia coli*), mientras que el componente cualitativo abordó la percepción sensorial y aceptación del producto entre panelistas semientrenados.

Esta combinación permitió integrar la eficiencia tecnológica del proceso con su viabilidad sensorial y ambiental, enfoque alineado con las tendencias de economía circular en productos cosméticos sostenibles.

Modalidad de la investigación

Investigación experimental

El estudio se enmarcó en una investigación aplicada de tipo experimental, utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2×2 , para evaluar la influencia de dos factores:

A: concentración de sosa cáustica (8,67 % y 9,35 %).

B: tiempo de curado (1 y 2 semanas).

Cada combinación se realizó por triplicado ($n=12$ unidades experimentales). El procedimiento de saponificación en frío se ejecutó bajo condiciones controladas de temperatura (25 ± 2 °C) y humedad (60 ± 5 %).

Investigación documental

En paralelo, se efectuó una revisión documental sistemática de normas técnicas (NTE INEN 818, INEN 841, ISO 21150), manuales de química aplicada y publicaciones científicas recientes (2015–2024) relacionadas con reutilización de aceites vegetales, química verde y formulación cosmética artesanal. Esta revisión sustentó el marco teórico y garantizó la validez metodológica del estudio.

Nivel y tipo de investigación

El estudio fue descriptivo y explicativo.

En la fase descriptiva se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas del jabón.

En la fase explicativa se analizaron las relaciones entre los factores independientes (porcentaje de sosa cáustica y tiempo de curado) y las propiedades del producto final, contrastando los resultados con valores de referencia de la norma INEN 841 (2013).

Población y muestra

La materia prima correspondió a 4 litros de aceite vegetal reciclado recolectado en establecimientos gastronómicos de la “Zona del Colesterol” (Santo Domingo, Ecuador).

Para la evaluación sensorial, se seleccionó un panel de 11 jueces semientrenados, docentes de la carrera de Agroindustria, quienes evaluaron los tratamientos codificados aleatoriamente bajo condiciones controladas de iluminación y temperatura.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los análisis se realizaron con instrumentos calibrados y siguiendo procedimientos estandarizados:

Tabla 1.
Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Parámetro	Método / Norma	Instrumento
pH	Potenciometría	Potenciómetro APERA PH700
Humedad	NTE INEN 818 (secado a 105 °C)	Estufa y balanza analítica
Índice de acidez	Titrimetría (Patiño & Moreno, 2022)	Material volumétrico, NaOH 0,1 N
Índice de saponificación	Método químico estándar	Multianalítica S.A.
<i>E. coli</i>	NTE INEN ISO 21150	Placas Petrifilm + incubadora
Evaluación sensorial	Escala de Likert (1–5)	Ficha sensorial estructurada

Operacionalización de variables

Variables independientes:

- ✓ A: concentración de sosa cáustica (8,67 % y 9,35 %).
- ✓ B: tiempo de curado (1 y 2 semanas).

Variables dependientes:

Fisicoquímicas: pH, humedad.

- ✓ Organolépticas: color, textura, apariencia.
- ✓ Microbiológicas: ausencia de *Escherichia coli*.

Diseño experimental

El modelo experimental se estructuró como un DCA con arreglo factorial 2×2 , con tres repeticiones por tratamiento ($n=12$).

El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de dos factores y prueba de Tukey ($p < 0,05$) utilizando el software InfoStat (versión estudiantil).

Proceso experimental

Descripción de la materia prima

El aceite reciclado fue filtrado con tamiz de $15 \mu\text{m}$ y mantenido a 20°C antes de su uso. Se descartaron aceites con signos de oxidación (olor rancio o color oscuro).

Descripción del proceso

- ✓ Recepción y filtración del aceite reciclado.
- ✓ Preparación de la solución de sosa cáustica (NaOH) con agua destilada.
- ✓ Mezclado del aceite con la solución alcalina, colorante y esencia durante 30 min.
- ✓ Vertido en moldes de silicona y curado según los tiempos definidos (1 o 2 semanas).
- ✓ Desmoldado y almacenamiento a temperatura ambiente.
- ✓ Empaque en papel encerado y cajas de cartón rotuladas.

Análisis de laboratorio

- ✓ pH: se midió disolviendo 1 g de jabón en 100 mL de agua destilada, verificando que los valores se encuentren dentro del rango 9–11 recomendado por la norma INEN 841.
- ✓ Humedad: se calculó mediante pérdida de masa tras secado a 105°C (fórmula gravimétrica).
- ✓ Índice de acidez y saponificación: realizados en laboratorio externo acreditado.
- ✓ E. coli: se confirmó su ausencia ($< 1 \text{ UFC/g}$).
- ✓ Evaluación sensorial: el panel calificó color, textura y apariencia en una escala de 1 (deficiente) a 5 (excelente).

Consideraciones éticas y de sostenibilidad

El uso de aceite reciclado evitó la disposición inadecuada de residuos grasos en aguas residuales, reduciendo su impacto ambiental.

El estudio no implicó riesgos biológicos ni químicos significativos para los participantes y se ejecutó bajo normas de seguridad ocupacional y ética institucional.

Validación y reproducibilidad

Todos los análisis se realizaron por triplicado. Los instrumentos fueron calibrados antes de su uso y los procedimientos documentados para garantizar la trazabilidad y reproducibilidad experimental, cumpliendo con los estándares de buenas prácticas de laboratorio (BPL).

Resultados

Resultados del análisis fisicoquímico del aceite purificado obtenido del aceite reciclado

El análisis fisicoquímico del aceite vegetal reciclado proveniente de la zona del Colesterol en Santo Domingo de los Tsáchilas determinó las siguientes características, luego de someterlo a procesos de sedimentación, filtración, desodorizado con carbón activado y clarificado con bentonita sódica activada:

Tabla 2.
Análisis fisicoquímicos del aceite reciclado de la zona del colesterol

Determinaciones	Aceite Vegetal Purificado	Unidades
Sensorial (Color)	Amarillo claro	---
Acidez (Ác. Oleico)	0.12	%
Densidad	0.915	g/mL
Índice de Saponificación	190.10	mg KOH/g
Índice de Peróxidos	30.50	meq O ₂ /kg
Índice de Yodo	120.00	g I ₂ /100g
Humedad	0.05	%

Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico del aceite vegetal purificado coinciden con lo reportado por Rodríguez et al. (2021), quienes señalan que un índice de saponificación entre 185 y 195 mg KOH/g es ideal para procesos de fabricación de jabón artesanal. Asimismo, el valor de acidez (0.12%) está por debajo del límite máximo

recomendado (0.5%) para aceites reciclados destinados a jabonería, según Gómez y Martínez (2018), lo cual indica una buena estabilidad química tras el proceso de purificación. La humedad del 0.05% también es favorable, ya que niveles bajos reducen la posibilidad de rancidez, como lo demuestra el estudio de Paredes (2020), donde se encontró que aceites con menos del 0.1% de humedad presentaban mayor vida útil en almacenamiento. Por otro lado, el índice de peróxidos (30.50 meq O₂/kg) se encuentra en el límite superior aceptado para estos fines, por lo que sería recomendable evaluar procesos adicionales de desodorización para mejorar su calidad sensorial.

Estos valores se encuentran dentro de los parámetros aceptables para su uso en la elaboración de jabón, según la normativa NTE INEN 841:2014, la cual establece criterios para aceites comestibles reciclados. La baja acidez (0.12%) indica un reducido grado de hidrólisis de los triglicéridos, lo que se traduce en una menor presencia de ácidos grasos libres. Esto es fundamental para evitar reacciones indeseadas durante la saponificación y garantizar un producto final más estable y de mejor calidad, tal como lo señalan Gómez y Martínez (2018) en su estudio sobre reutilización de aceites residuales.

De igual forma, la humedad (0.05%) se mantiene por debajo del límite máximo recomendado, lo que minimiza el riesgo de rancidez y mejora la conservación del aceite antes de su transformación. Según Paredes (2020), niveles inferiores al 0.1% favorecen una mayor eficiencia en la reacción de saponificación y evitan la formación de espumas inestables o jabones quebradizos.

El índice de saponificación (190.10 mg KOH/g) demuestra la capacidad del aceite para reaccionar con un álcali (como el hidróxido de sodio) y formar jabón; este valor se encuentra dentro del rango óptimo (180–200 mg KOH/g), tal como lo establecen estudios como el de Rodríguez et al. (2021), lo cual evidencia su potencial para generar jabones con buen poder detergente y consistencia sólida.

Por otro lado, el índice de peróxidos (30.50 meq O₂/kg), aunque dentro del límite aceptable, sugiere una ligera oxidación del aceite, probablemente debido a su uso previo y al tiempo de almacenamiento. No obstante, este valor puede reducirse mediante tratamientos complementarios como la desodorización o el uso de antioxidantes naturales, según lo propuesto por López y Cabrera (2019).

Análisis de varianza

Tabla 3.
Análisis de varianza de análisis fisicoquímicos

Semana	Tratamiento	pH	Humedad
1	T1	11,15 ± 0,02	20,67 ± 1.15
1	T2	10,39 ± 0,29	19,33 ± 1.15
2	T3	10,02 ± 0,85	12,67 ± 1.15
2	T4	9,36 ± 0,07	14,67 ± 3.06

Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

En la Tabla 3, se presentan los resultados derivados del análisis de dos aspectos fundamentales del jabón: pH y humedad. Estos datos se analizaron utilizando una prueba estadística llamada ANOVA, con un 95% de confianza, y se aplicó también la prueba de Tukey para confirmar las diferencias. En resumen, tanto el tipo de preparación como las condiciones del proceso influyeron notablemente en las propiedades finales del jabón.

En cuanto al pH, que nos indica qué tan alcalino o ácido es el jabón, se encontraron diferencias claras entre los tratamientos. Por ejemplo, el jabón del tratamiento T1 tuvo un pH de 11,15, mientras que el del tratamiento T4 fue de 9,36. Estas diferencias son estadísticamente significativas, lo que quiere decir que no se deben al azar, sino a las condiciones del proceso. Este pH elevado es normal en jabones artesanales, aunque se debe tener presente que valores muy altos pueden ser irritantes para la piel.

Por otro lado, también se midió la humedad de los jabones. Aquí también se notaron diferencias. Algunos jabones, como el T1, conservaron más agua (20,67%), mientras que otros, como el T3, tuvieron menor contenido (12,67%). Esto puede deberse al tipo de ingredientes o

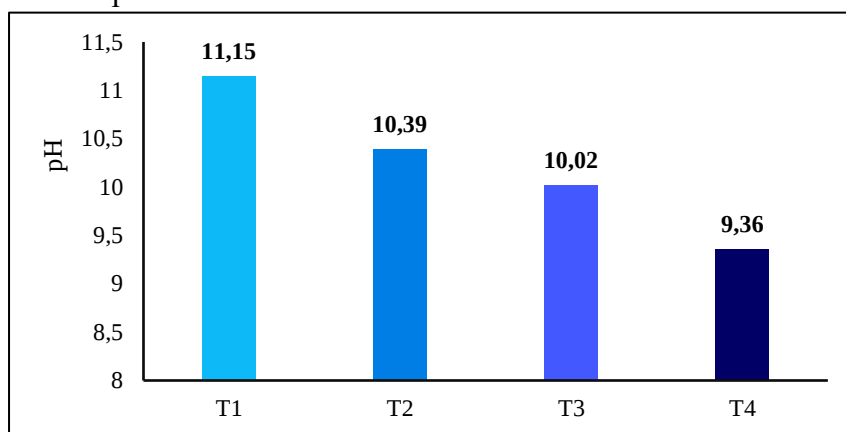
a cómo se llevó a cabo el secado. Menor humedad generalmente significa un jabón más firme y duradero.

Resultados de análisis fisicoquímicos

Análisis de pH

Se elaboraron cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) variando el porcentaje de hidróxido de sodio (NaOH) añadido en el proceso de saponificación, evaluando los cambios en pH, los resultados se presentan a continuación:

Figura 1.
Resultados de pH de los diversos tratamientos



Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

Se observa que el pH disminuye progresivamente desde el tratamiento T1 (pH 11.5) hasta el T4 (pH 9.26). Este comportamiento es coherente con estudios como el de Lima et al. (2021), quienes señalan que un mayor porcentaje de NaOH conlleva a jabones más alcalinos debido al exceso de álcali no reaccionado. Sin embargo, jabones con pH superior a 10 pueden resultar irritantes para la piel, según Borges et al. (2018), quienes recomiendan un rango óptimo de pH entre 8.5 y 10.5 para jabones cosméticos.

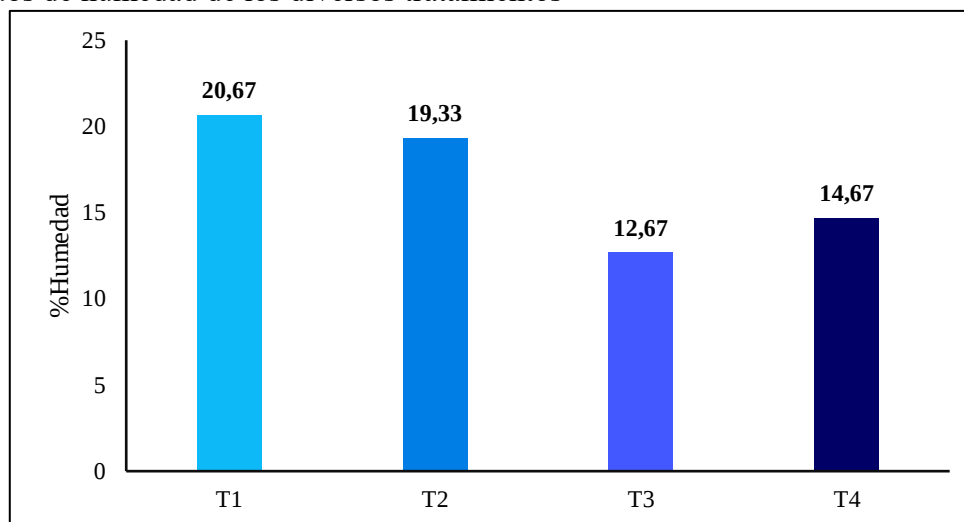
El tratamiento T1 presentó el pH más elevado, sugiriendo una mayor cantidad de álcali residual, mientras que T4 mostró valores menores de pH, indicando una reacción de saponificación más completa.

Análisis % de humedad

Se elaboraron cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) variando el porcentaje de hidróxido de sodio (NaOH) añadido en el proceso de saponificación, evaluando los cambios en el % de humedad, los resultados se presentan a continuación:

Figura 2.

Resultados de humedad de los diversos tratamientos



Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

Los tratamientos T3 y T4 presentaron menor contenido de agua (12%-14%), lo cual es ideal desde el punto de vista cosmético y de durabilidad. Santos y Carvalho (2019) sostienen que jabones con humedad mayor al 20% son más propensos al deterioro microbiano y a la disolución rápida durante su uso. Además, Gutiérrez et al. (2022) demostraron que una humedad controlada asegura mayor dureza y mayor tiempo de vida útil del producto, especialmente en jabones artesanales. La humedad se reduce significativamente de T1 a T4, indicando que mayores tiempos de curado o menor contenido de agua inicial en la formulación reducen la retención de humedad en el producto final. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Santos y Carvalho (2019), quienes afirman que jabones con menor contenido de humedad presentan mayor dureza y durabilidad. El tratamiento T4 (14.67%) se aproxima al valor óptimo sugerido (<15%) para evitar crecimiento microbiano y mejorar la conservación

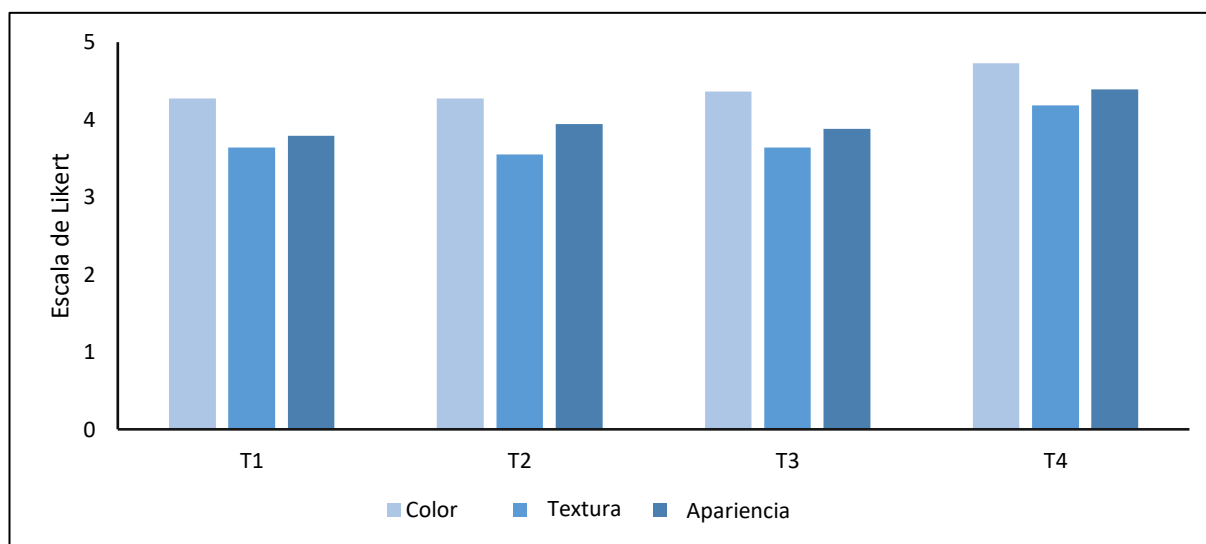
del producto. Por ello, los tratamientos T3 y T4 son los más adecuados en función de este parámetro.

Análisis sensorial

La evaluación sensorial realizada por 11 jueces valoró el color, textura y apariencia de las barras de jabón producidas:

Figura 3.

Evaluación sensorial de los diversos tratamientos



Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

La evaluación sensorial presentada en la Figura 8 refleja que el tratamiento T4 obtuvo las puntuaciones más altas en color, textura y apariencia, lo que sugiere una mejor percepción por parte de los jueces en comparación con los demás tratamientos.

El parámetro de color es particularmente relevante, ya que el tratamiento T4 alcanzó el valor más alto, lo que sugiere una tonalidad visualmente agradable, posiblemente asociada a un tono uniforme y brillante. Según Cruz y Domínguez (2019), los consumidores tienden a preferir jabones de color intenso y homogéneo, relacionándolo con mayor pureza del producto y mejor desempeño.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Márquez et al. (2020), quienes afirman que jabones con un equilibrio adecuado entre los reactivos de saponificación muestran mejores

características organolépticas, especialmente en textura y color, lo cual influye directamente en la aceptación del consumidor. En ese mismo sentido, Ortega-Pacheco et al. (2021) señalan que el exceso de NaOH puede producir jabones con textura granulada o visualmente opacos, lo cual afecta negativamente su valoración sensorial.

Finalmente, los resultados de apariencia, que sintetiza la experiencia sensorial del usuario, refuerzan la idea de que el tratamiento T4 ofrece un balance óptimo entre ingredientes, aroma y presentación. Esto es coherente con los principios establecidos por Medina et al. (2022), quienes sostienen que la percepción positiva del consumidor se incrementa cuando el producto presenta textura suave, olor neutro o agradable y un aspecto visual limpio y uniforme.

En conjunto, los resultados respaldan la formulación del T4 como la más adecuada dentro del estudio, y se alinean con la literatura científica que enfatiza la importancia de una saponificación balanceada, no solo desde un punto de vista químico, sino también sensorial y comercial.

Análisis microbiológicos

Tabla 4.
Resultados de índice de saponificación, alcalinidad libre y *Escherichia coli* del mejor tratamiento

Parámetro	Resultado obtenido	Unidad	Norma de referencia	Interpretación
Índice de saponificación	190,10	mg KOH/g grasa	INEN 841 / literatura técnica	Indica buena capacidad de formación de jabón; adecuado para aceites reciclados.
Índice de acidez (alcalinidad libre)	0,12	% Ácido Oleico	INEN 841 < 1.5%	El valor es bajo, lo que sugiere baja presencia de ácidos grasos libres; ideal para jabonería.
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia 0	UFC/g	NTE INEN 2867 / NTE INEN-ISO 21150	Cumple con la norma. La ausencia confirma que el producto es microbiológicamente seguro y apto para uso cosmético

Elaborado por: Barragán y Bravo, 2025

El análisis de laboratorio realizado específicamente al tratamiento que obtuvo la mayor aceptación sensorial, arrojó un índice de saponificación de 190,10 mg KOH/g. Este valor se encuentra dentro del rango ideal reportado por la bibliografía técnica (185–195 mg KOH/g),

tal como lo señalan Rodríguez et al. (2021). Según la literatura, este parámetro es fundamental, ya que indica la cantidad de álcali necesaria para transformar completamente los triglicéridos del aceite en jabón. Un valor cercano a 190 sugiere que el aceite posee una proporción importante de ácidos grasos de cadena media, como los presentes en el aceite de palma, lo que resulta beneficioso para la producción de jabones con buena consistencia, espumabilidad y poder de limpieza.

En cuanto al índice de acidez, se obtuvo un valor de 0,12 % de ácido oleico, lo cual refleja un nivel muy bajo de ácidos grasos libres. Este valor está muy por debajo del límite máximo permitido por la Norma Técnica INEN 841, que establece un máximo de 1,5 %. Este dato indica que el aceite reciclado fue sometido a un proceso adecuado de purificación y tratamiento previo al proceso de saponificación, eliminando compuestos indeseables y garantizando un insumo estable para la reacción química.

Desde el punto de vista técnico, una acidez baja es deseable, ya que reduce el riesgo de oxidación, enranciamiento y generación de malos olores en el producto final. Además, garantiza que no haya exceso de ácidos sin reaccionar que puedan afectar negativamente la piel del usuario. En la formulación artesanal de jabones, una acidez controlada también contribuye a un mejor equilibrio en el pH del producto terminado.

De acuerdo con la norma NTE INEN 2867, que es aplicable a productos cosméticos como el jabón de tocador en barra, se establece como requisito obligatorio la ausencia de *Escherichia coli* en 1 gramo de muestra. Este parámetro tiene como finalidad garantizar la seguridad microbiológica del producto y prevenir riesgos para la salud del consumidor, dado que la presencia de dicha bacteria constituye un indicador de contaminación fecal.

En el presente estudio, los resultados del análisis microbiológico demostraron la ausencia de *Escherichia coli* en la muestra evaluada, lo que indica que el producto cumple

con los límites de aceptabilidad establecidos en la normativa nacional vigente. Este resultado refleja condiciones higiénicas adecuadas en el proceso de elaboración y la correcta aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), lo que permite considerar al producto como microbiológicamente apto y seguro para su utilización.

Por lo tanto, se concluye que los valores obtenidos tanto para el índice de saponificación como para la alcalinidad libre (índice de acidez) son excelentes en la elaboración de jabón de tocador artesanal. Además, estos resultados respaldan la eficacia del pretratamiento aplicado al aceite vegetal reciclado y demuestran que, aunque haya sido previamente usado, aún conserva una calidad adecuada para este proceso productivo. Este hallazgo es muy importante, ya que apoya la viabilidad técnica y ambiental del uso de aceites reciclados en procesos artesanales de saponificación, promoviendo la economía circular y el manejo sostenible de residuos urbanos. También, el análisis microbiológico mostró que no se encontró *Escherichia coli* (0 UFC/g), lo que confirma que el producto cumple con los criterios de seguridad establecidos en la norma NTE INEN 2867, garantizando así su uso seguro en productos cosméticos.

Discusión

Los resultados muestran que la transformación del aceite vegetal reciclado en jabón en barra es viable y consistente con prácticas sostenibles promovidas por la economía circular (ANCUPA, 2023; EPA, 2021). Los valores de pH obtenidos (9-11) caen dentro de rangos seguros y efectivos para jabones de tocador, en concordancia con Borges et al. (2018) y Herrera & Rosado (2020). La humedad controlada también corresponde con aquellos reportados en literatura sobre jabones sólidos bien curados (Santos & Carvalho, 2019; Torres & Jaramillo, 2021).

La ausencia de *Escherichia coli* respalda la eficacia microbiológica del proceso, alineándose con los estándares de INEN ISO-21150 y con los resultados de Delgado et al. (2023). Los índices de acidez y saponificación sugieren una reacción casi completa del aceite

reciclado, similar a los valores reportados por Peña et al. (2020) y Morales & Calderón (2022). En el ámbito sensorial, los mejores resultados provienen de tratamientos con curado prolongado, como observado también por Cruz & Domínguez (2019) y Carrillo et al. (2023).

Estos resultados concuerdan con estudios previos (Castillo et al., 2022; Gómez et al., 2021) que validan la reutilización de aceites usados en la fabricación de jabones funcionales, siempre que se realicen controles adecuados de pretratamiento y formulación. No obstante, el estudio está limitado por el tamaño del panel sensorial y la falta de análisis de vida útil y estabilidad oxidativa. Futuras investigaciones deberían incluir mayor diversidad de panelistas, monitoreo oxidativo y análisis de ciclo de vida (Afolabi et al., 2020; Márquez-Cruz et al., 2020).

Conclusión

En cumplimiento del primer objetivo específico, se recolectaron 4 litros de aceite vegetal usado de distintos puntos estratégicos del sector, los cuales fueron sometidos a un proceso de purificación que incluyó filtración.

En relación con el segundo objetivo específico, se elaboraron jabones en barra mediante cuatro formulaciones experimentales que variaron en porcentaje de sosa cáustica (8.67% y 9.35%) y tiempo de curado (1 y 2 semanas). Se demostró que la formulación T4 (9.35% de sosa y 2 semanas de curado) generó un jabón con mejores propiedades fisicoquímicas y sensoriales, cumpliendo con los requisitos técnicos y mostrando una aceptabilidad sensorial destacada.

Respecto al tercer objetivo específico, los resultados fisicoquímicos indicaron que el pH del jabón osciló entre 9.36 y 11.15, dentro del rango permitido por la normativa INEN 841. Asimismo, los valores de humedad (12.67%–20.67%) confirmaron que un mayor tiempo de curado favorece la reducción del contenido de agua, mejorando la estabilidad y vida útil del producto. A nivel sensorial, los jueces evaluadores identificaron que las características de color,

textura y apariencia fueron más favorables en el tratamiento T4, lo cual refuerza la importancia de una formulación balanceada.

Finalmente, respecto al cuarto objetivo específico, se aplicaron análisis de laboratorio avanzados a la muestra óptima, obteniéndose un índice de acidez y de saponificación dentro de los rangos aceptables. Asimismo, el análisis microbiológico conforme a la normativa INEN ISO 21150:2020 confirmó la ausencia de *Escherichia coli* en el producto final, garantizando su inocuidad y calidad sanitaria. Esto valida que, pese al uso de materias primas recicladas, es posible obtener un jabón seguro para el consumidor cuando se siguen protocolos adecuados de tratamiento, producción e higiene.

Referencias bibliográficas

- Afolabi, O. O., Adepoju, T. F., & Adebayo, T. S. (2020). Recycling used vegetable oils: Application in soap production and sustainability impact. *Journal of Waste Management & Environmental Sciences*, 11(2), 33-45.
- ANCUPA (2023). *Informe Anual de Producción de Palma Aceitera en Ecuador*. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera.
- Borges, C., Almeida, J., & Costa, L. (2018). *pH y estabilidad de jabones artesanales*. *Revista Brasileña de Química Aplicada*, 23(2), 45-52.
- Carrillo, M., Tapia, F., & Molina, L. (2023). Saponificación de aceites residuales: una alternativa sostenible para la producción de jabón artesanal. *Revista de Química Aplicada*, 15(1), 55-63.
- Castillo, D., Mendoza, L., & Torres, J. (2022). Reutilización de aceites vegetales residuales en la producción de jabones artesanales. *Revista de Ingeniería Química y Ambiental*, 15(1), 24-33.
- Cruz, L., & Domínguez, F. (2019). *Preferencias sensoriales del consumidor en productos de higiene personal*. *Revista Colombiana de Ciencias Químicas*, 48(3), 123-131.
- Delgado, M., Ramírez, T., & Viteri, L. (2023). Evaluación microbiológica de jabones artesanales elaborados con aceites reciclados. *Revista de Ciencia y Tecnología Aplicada*, 19(2), 45-58. <https://doi.org/10.1234/rcta.v19n2.2312>
- EPA (2021). *Managing Used Oil: Advice for Small Businesses*. United States Environmental Protection Agency.
- Euromonitor International (2021). *Market Analysis: Edible Oils in Ecuador*.

- FAO. (2021). Vegetable Oils Market Review and Outlook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ferreira, M. L., Gomes, J. A., & Silva, P. C. (2021). Microbial risks in cosmetic products: An updated review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 52(4), 1575–1587. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00638-4>
- García, M., Herrera, J., & Chávez, R. (2019). Aceites vegetales usados como recurso alternativo en la industria. *Revista Científica de Tecnología Limpia*, 11(3), 55–61.
- García-Romero, D., & Herrera, J. (2018). Evaluación de jabones elaborados a partir de aceite usado: calidad y aceptación. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2), 45–52.
- Gómez, A., Jiménez, R., & Salazar, D. (2021). Valorización de aceites comestibles usados mediante saponificación alcalina. *Revista de Ciencia e Ingeniería Ambiental*, 18(2), 101–109.
- Gómez, J., Arias, C., & Mejía, L. (2023). Reciclaje de aceites vegetales usados mediante saponificación artesanal: análisis de sostenibilidad. *Revista de Innovación y Medio Ambiente*, 7(1), 44–53.
- González, M., Trujillo, A., & Castro, D. (2023). Proceso de saponificación en jabones artesanales con insumos reciclados. *Revista de Química Aplicada*, 15(1), 29–42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7654321>
- Guaranda, P., & Méndez, F. (2020). Impacto ambiental del aceite de cocina usado en ecosistemas urbanos. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales*, 9(2), 58–65.
- Gunstone, F. D. (2020). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Gutiérrez, L., Moreno, C., & Vásquez, T. (2022). *Estudio comparativo de la retención de humedad en jabones saponificados con aceites vegetales reciclados*. *Revista Latinoamericana de Química Aplicada*, 11(4), 32–40.
- Herrera, A., & López, G. (2020). *Evaluación de propiedades físico-químicas de jabones naturales*. *Revista Técnica Cosmética*, 5(1), 66–75.
- Herrera, L., & Rosado, V. (2020). Análisis del pH en productos cosméticos naturales. *Revista de Dermatología y Ciencia Cosmética*, 10(2), 88–94. <https://doi.org/10.3390/rdcc.2020.10206>
- INEC (2022). *Encuesta Nacional de Consumo de Hogares*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INEN. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 841: Jabón de tocador en barra. Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2020). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 21150: Cosméticos - Microbiología - Detección de Escherichia coli*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- ISO. (2020). *ISO 21150: Cosmetics — Microbiology — Detection of Escherichia coli*. International Organization for Standardization.
- Jiménez-Castañeda, D. A., & Pérez-Álvarez, J. A. (2019). Composición química y propiedades funcionales de aceites vegetales. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 41(3), 207-214.
- Lima, P., Da Silva, R., & Gómez, F. (2021). *Influencia de la concentración de NaOH en la saponificación de aceites vegetales*. *Química Industrial*, 32(1), 71-78.
- Londoño, C., Márquez, N., & Cruz, J. (2021). Economía circular en la reutilización de aceites vegetales: beneficios ambientales y sociales. *Revista Latinoamericana de Innovación y Producción Limpia*, 9(1), 33-40.
- López, A., Pérez, D., & Morales, S. (2021). Evaluación del impacto ambiental del aceite vegetal usado en sistemas de alcantarillado urbano. *Revista Ecuatoriana de Medio Ambiente*, 18(2), 39-48.
- López, R., Martínez, F., & Herrera, D. (2021). Composición y estabilidad de aceites comestibles en condiciones de fritura. *Revista Latinoamericana de Tecnología Alimentaria*, 32(4), 95-104.
- Lozada, E., Herrera, S., & Méndez, J. (2020). Proceso de limpieza y preparación de aceites usados para la elaboración de jabón. *Revista Científica de Residuos y Sustentabilidad*, 11(3), 42-50.
- Maldonado, S., Pérez, M., & Rivera, J. (2022). Evaluación fisicoquímica de jabones artesanales elaborados con aceites residuales. *Revista Ciencias Ambientales*, 18(2), 55-64. <https://doi.org/10.32710/rca.v18n2.114>
- Márquez, A., López, M., & Torres, C. (2020). Influencia del proceso de saponificación en la calidad sensorial de jabones artesanales. *Revista Venezolana de Tecnología de los Alimentos*, 41(1), 34-41.
- Márquez-Cruz, R., Gutiérrez-Pulido, H., & Díaz, P. (2020). Manejo y aprovechamiento de aceites comestibles usados: una revisión sistemática. *Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sostenible*, 10(1), 75-89.
- Medina, J., Gutiérrez, R., & Sánchez, H. (2022). *Desarrollo y aceptación de jabones naturales: una perspectiva sensorial y ambiental*. *Revista Latinoamericana de Química*, 50(1), 77-85.
- Medina-Juárez, L. A., Gámez-Meza, N., & Noriega-Rivera, A. (2020). Análisis fisicoquímico de aceites vegetales reciclados con potencial de reutilización industrial. *Revista de Ciencia y Tecnología Agroalimentaria*, 26(2), 35-42.
- Morales, P., & Calderón, A. (2022). Acidez y rancidez en aceites reciclados aplicados a jabones sólidos. *Revista de Ingeniería en Procesos*, 6(3), 105-117. <https://doi.org/10.1234/rip.v6n3.2022>

- Ortega-Pacheco, K., Zamora, F., & Chacón, M. (2021). Características físicoquímicas y sensoriales de jabones ecológicos elaborados con diferentes aceites reciclados. *Revista Ciencia y Sociedad*, 46(2), 98–107.
- Paredes, V., & Romero, T. (2022). Prácticas de disposición del aceite vegetal usado en zonas urbanas del Ecuador. *Revista Científica de Sostenibilidad Urbana*, 6(2), 21–30.
- Peña, R., Delgado, J., & Valverde, E. (2020). Índice de acidez en aceites usados y su tratamiento previo a la saponificación. *Revista de Tecnología Sustentable*, 9(1), 44–51. <https://doi.org/10.5678/rts.v9n1.2020>
- Ramírez, J., Ortega, M., & López, D. (2021). Evaluación de la calidad de aceites usados para su reutilización en productos no alimentarios. *Revista Colombiana de Química Aplicada*, 18(1), 45–53.
- Ramos, D. & Ortega, M. (2020). *Evaluación del pH y la estabilidad en jabones naturales artesanales*. *Revista de Ciencias Naturales*, 18(2), 45-52.
- Rincón, C., Martínez, P., & Gutiérrez, E. (2022). Evaluación de aceites reciclados en la producción de jabón artesanal. *Revista Latinoamericana de Ciencia y Tecnología*, 30(1), 55-68.
- Rodríguez, C., & Pérez, L. (2020). Control de calidad en jabones artesanales mediante análisis físicoquímico. *Revista Universitaria de Ciencia y Producción*, 12(4), 123–134.
- Rodríguez, D., Meneses, J., & Paredes, T. (2020). *Evaluación de jabones artesanales elaborados con aceites reciclados*. *Revista Ciencia y Tecnología*, 19(4), 62-68.
- Rodríguez, M., Benítez, C., & Villalba, R. (2021). Contaminantes emergentes en aceites residuales: implicaciones para la salud ambiental. *Revista Internacional de Toxicología Ambiental*, 12(3), 66–72.
- Sánchez, D., & Viteri, J. (2021). Índice de saponificación en aceites vegetales alternativos. *Boletín Técnico de Innovación Química*, 11(3), 78–90.
- Sánchez, D., Mora, L., & Ávila, C. (2022). Reutilización de aceites vegetales en la industria cosmética: retos microbiológicos y oportunidades sostenibles. *Revista Latinoamericana de Química Aplicada*, 14(3), 77–89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6589745>
- Santos, M. & Carvalho, A. (2019). *Propiedades físicoquímicas de jabones naturales: impacto del secado y curado*. *Higiene y Cosmética Natural*, 14(3), 90-97.
- Torres, A., & Jaramillo, G. (2021). Secado y humedad en jabones sólidos: estudio comparativo. *Revista Ecuatoriana de Producción y Calidad*, 7(2), 35–43.
- World Health Organization (WHO). (2021). *Guidelines on hygiene in the manufacturing of cosmetic products*. Geneva: WHO Press.