



## Elaboración de jabón líquido con aceite vegetal de unguurahua (*Oenocarpus bataua*) y aceites esenciales de hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*).

*Production of liquid soap with vegetable oil from unguurahua (*Oenocarpus bataua*) and essential oils from lemon verbena (*Cymbopogon citratus*).*

*Produção de sabonete líquido com óleo vegetal de unguurahua (*Oenocarpus bataua*) e óleos essenciais de palha-luz (*Cymbopogon citratus*).*

### Autor

- ✉ **Leobel Morell Pérez \***  
[lmorell@uea.edu.ec](mailto:lmorell@uea.edu.ec)
- ✉ **Luis Bravo Sánchez**  
[lbravo@uea.edu.ec](mailto:lbravo@uea.edu.ec)
- ✉ **Manuel Lázaro Pérez Quintana**  
[mperez@uea.edu.ec](mailto:mperez@uea.edu.ec)
- ✉ **Reinier Abreu-Naranjo**  
[rabreu@uea.edu.ec](mailto:rabreu@uea.edu.ec)
- ✉ **Eberto Tuniesky Gutiérrez de León**  
[egutierrez@uea.edu.ec](mailto:egutierrez@uea.edu.ec)

id

id

id

id

id

La formulación de jabones líquidos a partir de aceites vegetales amazónicos combinados con aceites esenciales puede contribuir al desarrollo sostenible de la región amazónica ecuatoriana. Por ello, el objetivo del presente estudio fue elaborar un jabón líquido utilizando como materia prima el aceite de unguurahua (*Oenocarpus bataua*) y el aceite esencial de hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*), con propiedades antioxidantes y potencial para ser utilizado en la industria cosmética. Se realizó la saponificación de una mezcla de aceite de *O. bataua* y aceite esencial de *C. citratus*, utilizando KOH. Se aplicó un diseño factorial  $2^2$  con tres puntos centrales y dos réplicas para evaluar los efectos de la temperatura y el tiempo sobre el rendimiento de saponificación. El contenido de polifenoles total (TPC) se determinó mediante el método Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante se aplicó el ensayo Poder Antioxidante Reductor Férrico (FRAP). El rendimiento del aceite esencial de *C. citratus* fue de 0,48%. Este aceite esencial presentó un contenido significativo de polifenoles totales y actividad antioxidante. El análisis del diseño factorial aplicado mostró que la temperatura tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento de la pasta jabonosa, mientras que el tiempo y la interacción tiempo-temperatura no presentaron no son factores significativos. El jabón líquido elaborado a partir de la pasta jabonosa, con la adición de aceite esencial de hiervaluisa, retuvo TPC y actividad antioxidante. Además, los parámetros fisicoquímicos del jabón líquido cumplen con los valores establecido en la norma INEN 850, lo que confirma la calidad adecuada del producto.

**Palabras clave:** saponificación, jabón líquido, aceite esencial.

### Abstract

The formulation of liquid soaps from Amazonian vegetable oils combined with essential oils can contribute to the sustainable development of the Ecuadorian Amazon region. Therefore, the objective of the present study was to elaborate a liquid soap using unguurahua oil (*Oenocarpus bataua*) and the essential oil of hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*) as raw material, with antioxidant properties and potential for use in the cosmetic industry. The saponification of a mixture of *O. bataua* oil and *C. citratus* essential oil was carried out using KOH. A  $2^2$ -factorial design with three central points and two replicates was applied to evaluate the effects of temperature and time on the saponification yield. Total polyphenol content (TPC) was determined by the Folin-Ciocalteu method and antioxidant activity was determined by the Ferric Reducing Antioxidant Power Assay (FRAP). The yield of *C. citratus* essential oil was 0.48%. This essential oil presented a significant TPC and antioxidant activity. The analysis of the applied factorial design showed that temperature had a significant effect on the soap paste yield, while time and time-temperature interaction were not significant factors. The liquid soap made from the soap paste, with the addition of lemon verbena essential oil, retained total polyphenol content and antioxidant activity. In addition, the physicochemical parameters of the liquid soap comply with the values established in INEN 850, which confirms the adequate quality of the product.

**Keywords:** saponification, liquid soap, essential oil.

### Resumo

A formulação de sabonetes líquidos a partir de óleos vegetais amazônicos combinados com óleos essenciais pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da região amazônica equatoriana. Portanto, o objetivo deste estudo foi elaborar um sabonete líquido utilizando como matéria-prima o óleo de unguurahua (*Oenocarpus bataua*) e o óleo essencial de hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*), com propriedades antioxidantes e potencial para uso na indústria cosmética. Uma mistura de óleo de *O. bataua* e óleo essencial de *C. citratus* foi saponificada com KOH. Para avaliar os efeitos da temperatura e do tempo sobre o rendimento da saponificação, foi aplicado um esquema de  $2^2$  factores com três pontos centrais e duas réplicas. O teor de polifenóis totais (TPC) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante foi determinada pelo ensaio do poder antioxidante redutor férrico (FRAP). O rendimento do óleo essencial de *C. citratus* foi de 0,48%. Este óleo essencial apresentou um teor significativo de TPC e de atividade antioxidante. A análise do desenho fatorial aplicado mostrou que a temperatura teve um efeito significativo no rendimento da pasta de sabão, enquanto o tempo e a interação tempo-temperatura não foram factores significativos. O sabão líquido obtido a partir da pasta de sabão, com a adição de óleo essencial de lúcia-lima, manteve o teor de polifenóis totais e a atividade antioxidante. Para além disso, os parâmetros físico-químicos do sabão líquido cumprem os valores estabelecidos na norma INEN 850, o que confirma a qualidade adequada do produto.

**Palavras-chave:** saponificação, sabonete líquido, óleo essencial.

Universidad Estatal Amazónica, Km. 2 ½, vía Puyo a Tena (Paso Lateral), Ecuador.

\* Autor para correspondencia.

### Editor Académico

Góngora Muñoz Erika Jahaira

id

**Citación sugerida:** Morell Pérez, L., Bravo Sánchez, L., Pérez Quintana, M. L., Abreu-Naranjo, R. y Tuniesky Gutiérrez De León, E. (2024). Elaboración de jabón líquido con aceite vegetal de unguurahua (*Oenocarpus bataua*) y aceites esenciales de hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*). *Revista Bases de la Ciencia*, 9(3), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v9i3.6490>

Recibido: 29/02/2024  
Aceptado: 14/07/2024  
Publicado: 01/09/2024





## INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los 17 países más megadiversos del planeta, con una gran riqueza biológica a pesar de su pequeño tamaño, ya que su territorio cubre solo el 0,2% de la superficie terrestre (Mittermeier et al 1999). El cual alberga una notable variedad de especies, incluyendo el 18% de las aves del mundo, el 50% de las plantas de América del Sur, y el 7% de los anfibios. Además, cuenta con el 7% de las especies de plantas vasculares, el 11% de los helechos, y el 20% de las orquídeas a nivel global. Ecuador no solo es rico en biodiversidad, sino también en diversidad cultural, con 14 nacionalidades indígenas, de las cuales 10 se encuentran en la región amazónica (Romero et al 2016). Esta gran biodiversidad convierte a Ecuador en un lugar ideal para el desarrollo de productos naturales para la industria cosmética, como aceites vegetales y esenciales derivados de especies amazónicas.

La biodiversidad de la Amazonía ecuatoriana es una fuente valiosa para la elaboración de productos naturales orientados a la industria cosmética, como aceites vegetales, aceites esenciales y extractos de plantas. Estos productos tienen propiedades beneficiosas para el cuidado de la piel, gracias a su actividad antioxidante que contribuye a prevenir o reducir el daño oxidativo. Entre los compuestos bioactivos presentes en los extractos de plantas se encuentran flavonoides, compuestos polifenólicos y antocianidinas, que juegan un papel importante en la protección y regeneración de la piel (Mosquera et al 2012).

En este contexto, se puede hacer referencia al aceite de unguahua (*Oenocarpus bataua*) el cual es conocido por sus propiedades nutritivas, especialmente para el cuidado de la piel. Este aceite, que se extrae de una palma amazónica, posee un alto contenido de vitamina E, lo cual lo convierte en un antioxidante natural eficaz que retrasa el envejecimiento celular (Méndez-Durazno et al 2023; Mushtaq et al 2019). Además, el aceite de unguahua se caracteriza por saponificarse rápidamente, producir una espuma suave, y tener una acción limpiadora eficiente, lo cual lo hace un ingrediente valioso para la elaboración de productos cosméticos destinados al cuidado de la piel.

Por otro lado, el aceite esencial de hiervaluisa (*Cymbopogon citratus*), es un aceite esencial abundante en compuestos bioactivos como los polifenoles y flavonoides, los cuales le confieren propiedades antioxidantes, hidratantes y regenerativas. Estos compuestos son capaces de evitar el envejecimiento celular, mantener la piel hidratada, y promover la regeneración celular. Debido a estas características, el aceite de hiervaluisa es ampliamente utilizado en la industria cosmética para formular productos que cuidan y mejoran la salud de la piel (Méndez-Durazno et al 2023; Tavares et al 2015).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo elaborar un jabón líquido que combina el aceite de unguahua con el aceite esencial de hiervaluisa para aprovechar las propiedades antioxidantes y regenerativas de ambos ingredientes. A través de esta formulación, se busca desarrollar un producto cosmético que no solo cumpla con los estándares de calidad fisicoquímica, sino que también aporte beneficios para la piel.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y obtención de los aceites

La investigación se llevó a cabo en los Laboratorios de Química y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en la provincia de Pastaza, Cantón Pastaza, en el km 2½ de la vía a Tena. El aceite de *O. bataua* fue adquirido en el Mercado del Centro Agrícola de Puyo, Cantón Pastaza, Ecuador, a productores locales, y se sometió a un proceso de filtración para eliminar restos de materias extrañas y garantizar una adecuada limpieza antes de su uso. El aceite esencial de *C. citratus* se obtuvo mediante el método de destilación por arrastre de vapor.

Las muestras de la planta se colocaron en un extractor de aceites esenciales a escala de laboratorio FIGMAY (www.figmay.com.ar), siguiendo el método descrito por Torrenegra Alarcón et al (2017). La destilación se realizó con un flujo continuo de vapor hasta que las lecturas sucesivas del volumen de aceite se mantuvieran constantes. Se realizaron múltiples corridas para obtener una cantidad suficiente de aceite esencial. El porcentaje de rendimiento del aceite esencial se calculó como volumen de aceite esencial por cada 100 g de peso de materia fresca de la planta, según Řebíčková et al (2020).

### Saponificación y obtención del jabón líquido

Para la elaboración del jabón líquido se consideró el método descrito por Leyva Arévalo (2016) con ligeras modificaciones. La saponificación del aceite vegetal de *O. bataua* se realizó en un vaso de precipitados con agitación constante y control de temperatura. En primer lugar, se calentaron 100 g de aceite hasta alcanzar la temperatura establecida según el diseño experimental. Posteriormente, se añadió gradualmente una solución de KOH al 45%, mientras se continuaba calentando y agitando la mezcla hasta la formación de una pasta jabonosa homogénea. Cuando la pasta comenzó a endurecer, se agregaron 30 mL de agua destilada para facilitar la agitación y se continuó el calentamiento hasta confirmar la completa saponificación, observando la ausencia de gotitas de grasa en la mezcla disuelta en agua caliente. La pasta jabonosa obtenida se diluyó utilizando agua destilada caliente en una proporción de dilución de 28% de pasta jabonosa en 72% de agua, lo cual permitió obtener un jabón líquido con características adecuadas en cuanto a fluidez y persistencia de espuma.

### Diseño de experimento

Para profundizar en el estudio del proceso de saponificación y evaluar la significancia de los factores considerados, se utilizó un diseño de experimentos factorial de dos niveles ( $2^2$ ), con dos repeticiones y tres puntos centrales. Este diseño permitió además evaluar la curvatura del modelo, con vistas a una futura optimización. Como variables independientes se consideraron: la temperatura y el tiempo de saponificación, mientras que la variable de respuesta seleccionada fue el rendimiento de la pasta jabonosa. El análisis de los datos se realizó utilizando el software estadístico Design Expert, versión 10.0.2 (Stat Ease, EE.UU.), así como el ANOVA. La planificación experimental correspondiente al diseño factorial se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Matriz de diseño experimental para un diseño factorial  $2^2$ .

Experimento	Temperatura (°C)	tiempo (min.)
1	50	6
2	90	6
3	50	2
4	70	4
5	50	2
6	90	6
7	90	2
8	90	2
9	70	4
10	50	6
11	70	4



### Principales parámetros de calidad fisicoquímica del jabón líquido.

Para evaluar la calidad fisicoquímica del jabón líquido obtenido, se llevaron a cabo diversas pruebas siguiendo los métodos establecidos en las normas INEN correspondientes. Estas pruebas incluyeron la determinación de pH, alcalinidad libre, materia insoluble en alcohol y materia insoluble en agua. La Tabla 2 muestra los métodos de ensayo específicos empleados para cada uno de estos parámetros, los cuales son fundamentales para asegurar que el producto cumpla con los estándares de calidad establecidos.

**Tabla 2.** Parámetros de calidad fisicoquímica para el jabón líquido según la Norma INEN.

Pruebas fisicoquímicas	Método de ensayo
pH	INEN 820
Alcalinidad libre (NaOH)	INEN 821
Materia insoluble en alcohol	INEN 817
Materia insoluble en agua	INEN 816

### Contenido total de polifenoles (TPC) y ensayos totales de capacidad antioxidante (FRAP)

El TPC se determinó mediante el método del reactivo de Folin-Ciocalteu (Pérez et al 2023). En resumen, una alícuota de la muestra (aceite de *O. bataua*, aceite esencial de *C. citratus* o jabón líquido) se mezcló con reactivo de Folin-Ciocalteu (0,500 mL 0,200 M) y posteriormente se agregó agua destilada (7,00 mL). La mezcla se dejó en la oscuridad durante 5 min a temperatura ambiente. Luego, se agregó una solución ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,50 mL 0,700 M) y la mezcla se dejó a temperatura ambiente durante otras 2 h. La absorbancia se midió a 765 nm (espectrofotómetro Lambda 25 UV/VIS, Perkin Elmer, Waltham, MA, EE. UU.).

En cuanto al ensayo FRAP se realizó según Seo et al (2015) con ligeras modificaciones. Brevemente, el reactivo se preparó mezclando 2,5 mL de una solución de 10 mM de 2,4,6-tripiridil-s-triazina en 40 mM de HCl con 2,5 mL de 20 mM de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , y posteriormente se añadió esta mezcla a 25 mL de una solución tampón de acetato de 0,3 M (pH = 3,6). Inicialmente, se colocó la muestra (aceite de *O. bataua*, aceite esencial de *C. citratus* o jabón líquido) en un matraz volumétrico de 10 mL, al cual se le añadieron 5 mL del reactivo FRAP. Posteriormente, el matraz se llenó con agua destilada, se agitó y se dejó reposar durante 30 minutos a 37 °C en una estufa marca Memmert (modelo SFE700, Serie G7100032).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del aceite esencial de *C. citratus*.

La Tabla 3 presenta los rendimientos del aceite esencial de *C. citratus* obtenidos mediante destilación por arrastre de vapor. En las tres extracciones realizadas, los rendimientos obtenidos se encuentran en un rango de 0,46% y 0,50 %, con un promedio del 0,48%.



Tabla 3. Rendimiento del aceite esencial de hoja de *C. citratus* en estado fresco.

Parámetros	Extracción			Muestra
	No.1	No. 2	No. 3	Total
Cantidad de aceite esencial extraído (mL)	3,7	3,8	4	11,5
Peso de hiervaluisa (g)	800	800	800	2400
Rendimiento (mL/100 g)	0,46	0,48	0,5	0,48

Los rendimientos obtenidos son consistentes con lo reportado en estudios recientes sobre la extracción de aceites esenciales de *C. citratus*, que muestran valores generalmente comprendidos entre 0,35% y 0,55%, variando según factores como las condiciones edafoclimáticas, el estado de madurez de la planta y los parámetros de extracción (Dao et al 2020; Guerra Ordóñez et al 2004; Majewska et al 2019). Los rendimientos obtenidos se encuentran en el rango superior reportado en la literatura, lo cual podrían atribuirse a diversos factores, principalmente a las condiciones agroecológicas características de la región amazónica. La exposición solar, las propiedades edáficas y las prácticas agronómicas influyen significativamente en la biosíntesis y acumulación de metabolitos secundarios en las plantas, particularmente en la producción de aceites esenciales (Ismail et al 2021; Prabandari 2017; Yeshitila 2019).

En cuanto a la eficiencia del proceso, la consistencia en el rendimiento entre extracciones sucesivas indica una adecuada estandarización de los parámetros operativos y un control preciso de las variables críticas del proceso mediante el equipo empleado. Esta homogeneidad en los valores de rendimiento sugiere, una ausencia de degradación térmica de los compuestos volátiles durante la extracción, aspecto crucial para la preservación de la calidad del producto final (Ktari et al 2012; Qin et al 2021).

#### Análisis estadístico del diseño factorial.

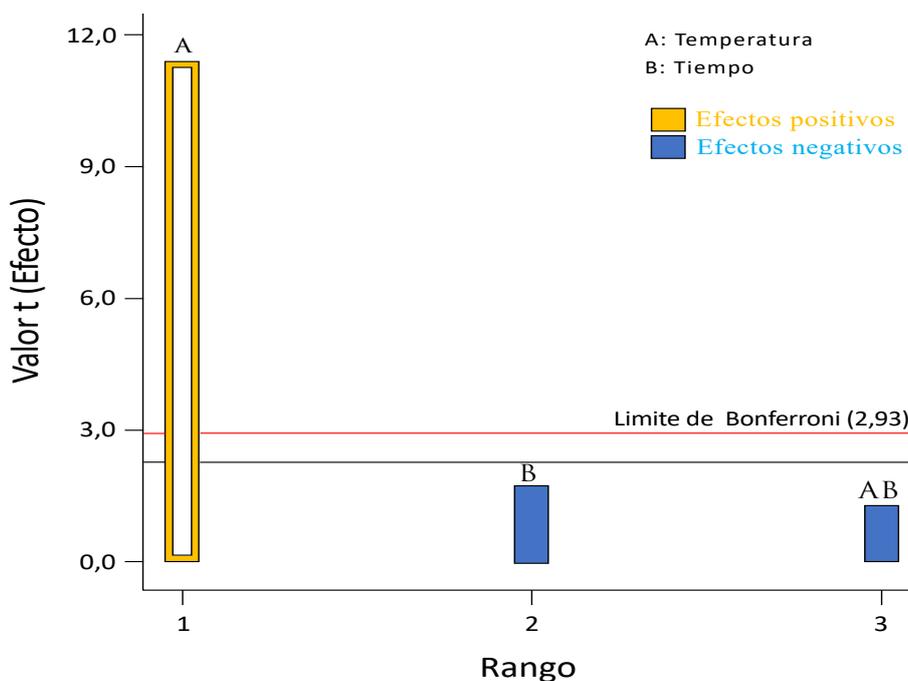
El análisis estadístico del diseño factorial se llevó a cabo para determinar la calidad del modelo aplicado al rendimiento de la saponificación, proceso que es fundamental para evaluar la precisión y la fiabilidad del modelo. En los resultados se obtuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) del modelo igual a 0,973, lo cual indica que el 97,3 % de la variabilidad en el rendimiento de la saponificación puede ser explicada por las variables independientes consideradas en el estudio (temperatura y tiempo). Este valor alto sugiere que el modelo se ajusta bien a los datos experimentales y es adecuado para describir el comportamiento del proceso (Cazares-Carrión & Abreu-Naranjo 2021).

En cuanto a los valores de  $R^2$ -ajustado y  $R^2$ -predicho, también se obtuvieron valores altos, 0,96 y 0,92, respectivamente. El primero confirma que el modelo no está sobreajustado. Esta métrica tiene en cuenta el número de variables presentes en el modelo, penalizando por la inclusión de variables innecesarias, lo que ayuda a evitar un ajuste excesivo. Por otro lado, el valor del  $R^2$ -predicho está en buena concordancia con el  $R^2$ -ajustado, con una diferencia entre ambos menor a 0,2. Este valor indica la capacidad del modelo para predecir nuevos datos, lo cual confirma que el modelo tiene una buena capacidad predictiva y que la diferencia entre la capacidad explicativa y predictiva es mínima (Austin et al 2017).

Además, el coeficiente de variación (C.V.) fue de 7,22%, lo que indica una variabilidad razonable entre los tratamientos. Un C.V. bajo es indicativo de una buena repetibilidad de los experimentos, lo cual refuerza la robustez del modelo ajustado. Además, el valor de Precisión adecuada fue de 21,2, lo cual es mayor a 4, lo que indica un buen nivel de señal sobre ruido. Por tanto, los resultados de los parámetros estadísticos sugieren que el modelo ajustado es adecuado para representar el proceso de saponificación y posee una buena capacidad de explicación y predicción (Gurgel et al 2017).



En la Figura 1 se presenta el diagrama de Pareto del análisis de efectos del diseño factorial, donde se muestra el impacto relativo de las variables independientes (temperatura y tiempo) y su interacción sobre el rendimiento del proceso de saponificación.



**Figura 1.** Diagrama de Pareto del efecto de los factores temperatura y tiempo en el rendimiento de la pasta jabonosa.

En la figura 1 se puede observar que la variable temperatura (A) tiene un efecto altamente significativo sobre el rendimiento del proceso, superando tanto el límite de Bonferroni (2,93) como el límite del valor-t (2,26). Este efecto positivo de la temperatura sugiere que el aumento de la misma favorece la eficiencia del proceso de saponificación, promoviendo una mayor conversión del aceite en la pasta jabonosa en el rango de temperatura seleccionado. Mientras que, el tiempo (B) y la interacción entre la temperatura y el tiempo (AB) no presentaron efectos significativos, ya que sus valores t se encuentran por debajo de los límites de significancia establecidos. Esto indica que, dentro del rango estudiado, la variabilidad del rendimiento no se ve afectada de manera considerable por cambios en el tiempo de saponificación o por la combinación de ambos factores. Los efectos de B y AB fueron negativos, lo que implica que incrementos en el tiempo o la interacción entre temperatura y tiempo podrían reducir ligeramente la eficiencia del proceso, aunque no de forma estadísticamente significativa (Nasar et al 2020).

Resultados similares fueron reportados por Sun et al (2019) quienes concluyeron que temperaturas más altas incrementaron notablemente la tasa de conversión en el proceso de saponificación, con una influencia positiva de la temperatura sobre el rendimiento. Asimismo, Nasar et al (2020) observaron en su estudio que las temperaturas iniciales de los reactivos impactaron considerablemente las tasas de reacción, indicando que mayores temperaturas iniciales favorecen una saponificación más rápida y eficiente. Sin embargo, Jiang et al (2021) observaron que tiempos de reacción prolongados o exposición térmica excesiva pueden disminuir la eficiencia, posiblemente debido a la degradación de compuestos volátiles.



En la Tabla 4 se presentan los resultados experimentales del rendimiento de la pasta jabonosa obtenidos mediante el diseño factorial aplicado.

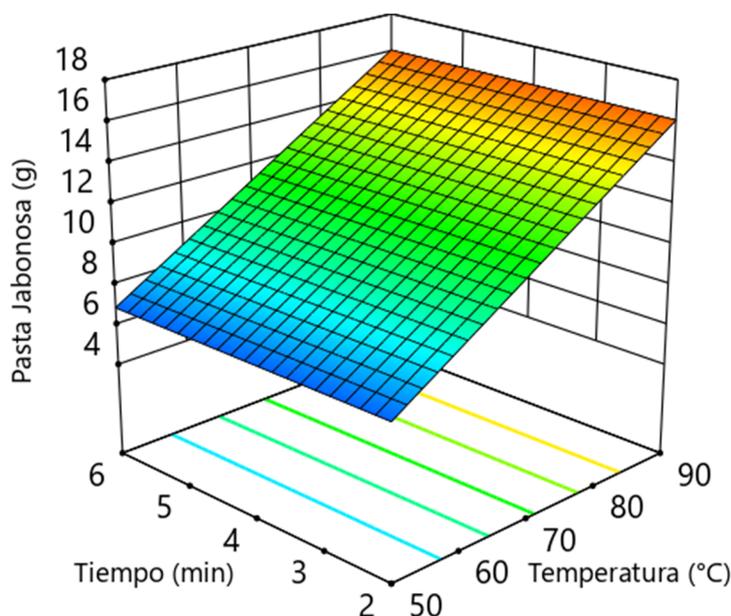
**Tabla 4.** Resultados del diseño experimental del rendimiento de la pasta jabonosa.

Corridas experimentales	T °C	t (min)	R (g)
1	50	6,0	7,75
2	90	6,0	15,3
3	50	2,0	7,82
4	70	4,0	11,6
5	50	2,0	6,13
6	90	6,0	14,3
<u>7</u>	<u>90</u>	<u>2,0</u>	<u>17,2</u>
8	90	2,0	17,2
9	70	4,0	11,0
10	50	6,0	5,75
11	70	4,0	12,5

Los valores de rendimiento (R) variaron entre 5,75 g y 17,2 g, siendo el mayor rendimiento alcanzado en las corridas experimentales realizadas a 90 °C y 2 min (corridas 7 y 8). Este comportamiento sugiere que la combinación de una alta temperatura con un menor tiempo de saponificación favorece la formación de pasta jabonosa, como fue concluido anteriormente mediante el diagrama de Pareto, donde la temperatura fue identificada como el factor más significativo estadísticamente.

Finalmente, se observa que en las corridas realizadas a menor temperatura (50 °C), el rendimiento fue considerablemente menor, indicando que las condiciones de temperatura más bajas no proporcionan suficiente energía para favorecer una reacción de saponificación eficiente. Asimismo, el efecto del tiempo parece no ser lineal, ya que tanto tiempos cortos como tiempos largos dieron rendimientos variables, reforzando la conclusión de que el control de la temperatura es crítico para optimizar la eficiencia del proceso.

En la Figura 2, se puede apreciar de forma visual la influencia de la temperatura y el tiempo en el rendimiento de la pasta jabonosa y su relación tridimensional entre estas variables experimentales y el rendimiento.



**Figura 2.** Gráfico 3D del efecto de la temperatura y el tiempo de saponificación sobre el rendimiento de la pasta jabonosa.

En esta figura 2 se observa claramente cómo un incremento en la temperatura, especialmente en combinación con tiempos cortos, maximiza el rendimiento de pasta jabonosa, corroborando los hallazgos previamente discutidos. La representación gráfica refuerza la conclusión de que la temperatura es el factor predominante en el proceso de saponificación, y que el efecto del tiempo depende en gran medida de la temperatura aplicada. Esta visualización permite apreciar de manera intuitiva que, bajo condiciones de alta temperatura y tiempos reducidos, se logran los rendimientos más altos, mientras que a temperaturas bajas el rendimiento disminuye significativamente, sin importar el tiempo de reacción.

#### Principales parámetros de calidad del jabón según la Norma INEN.

Para evaluar su calidad del jabón líquido se realizaron ensayos físicos químicos, cuyos resultados se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Análisis físico químico del jabón líquido.

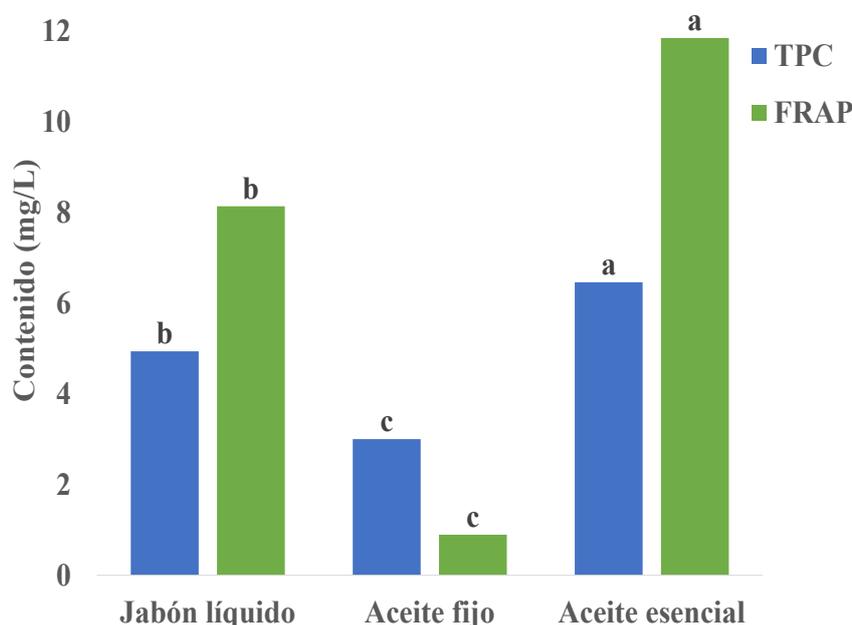
Pruebas fisicoquímicas	Unidad	INEN 850	Investigación
pH	pH	9,5	9,4
Alcalinidad libre (NaOH)	% (m/m)	0,12	0,11
Materia insoluble en alcohol	% (m/m)	1,2	1,0
Materia insoluble en agua	% (m/m)	0,2	0,2



Los resultados obtenidos muestran que el jabón líquido cumple con los parámetros de calidad establecidos en la Norma INEN 850. El pH del jabón elaborado fue de 9,4, cercano al valor de referencia de 9,5, lo cual indica una alcalinidad adecuada para su uso. La alcalinidad libre medida fue de 0,11%, ligeramente por debajo del límite de 0,12%, lo que confirma la ausencia de residuos de saponificación no reaccionados. Además, los contenidos de materia insoluble en alcohol y en agua también cumplen con los límites normativos, asegurando la homogeneidad del producto y la ausencia de impurezas indeseables que puedan afectar su estabilidad y apariencia.

### Contenido polifenólico (método Folin-Ciocalteu).

En la figura 3 se observan las diferencias en cuanto a TPC y FRAP de los componentes básicos del producto y de la formulación final del jabón líquido.



**Nota:** letras diferentes en una misma actividad presentan diferencias significativa a la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Figura 3.** TPC y FRAP del jabón líquido, aceite fijo (*O. bataua*) y aceite esencial (*C. citratus*).

Como era de esperarse, el aceite esencial presenta el mayor contenido tanto en TPC como en FRAP, con diferencias significativas respecto al jabón líquido y al aceite fijo, lo cual subraya su rica concentración de compuestos fenólicos y su elevada actividad antioxidante. Sin embargo, existe una retención significativa de estas propiedades en el jabón líquido. Esta transferencia parcial de propiedades al jabón líquido sugiere que el producto conserva una parte de los beneficios antioxidantes y protectores del aceite esencial, lo cual podría favorecer la salud de la piel al contribuir a la protección contra el estrés oxidativo. Estos resultados destacan el valor añadido de emplear aceite esencial en la formulación del jabón, brindándole potenciales propiedades cosméticas que lo diferencian de productos similares.

La incorporación de aceites esenciales en formulaciones de jabón líquido no solo aporta fragancia, sino que también contribuye a la funcionalidad cosmética del producto al preservar ciertos compuestos bioactivos. Estudios previos han demostrado que los aceites esenciales, ricos en compuestos fenólicos y antioxidantes, pueden desempeñar un papel importante en la protección de la piel contra factores ambientales dañinos, como los radicales libres, que promueven el envejecimiento celular (Alves et al 2020; Hugo Infante et al 2023).



En este sentido, la retención de TPC y actividad antioxidante (FRAP) en el jabón líquido elaborado con aceite esencial de *C. citratus* refuerza su valor añadido, proporcionando al consumidor un producto con beneficios que van más allá de la simple limpieza. A diferencia de otros jabones que carecen de componentes antioxidantes, el uso de este aceite esencial amazónico podría otorgar propiedades rejuvenecedoras y protectoras, lo que podría hacerlo especialmente atractivo en la industria cosmética orientada hacia productos naturales y funcionales.

### CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la elaboración de un jabón líquido con aceite de unguahua (*O. bataua*) y aceite esencial de hiervaluisa (*C. citratus*) permite obtener un producto con propiedades antioxidantes y contenido polifenólico significativo. El diseño experimental realizado demostró que la temperatura es un factor significativo en el rendimiento del proceso de saponificación, destacándose como una variable crítica para futuros estudios de optimización de la producción de pasta jabonosa. Asimismo, los resultados indican que el aceite esencial de hiervaluisa, rico en compuestos fenólicos, aporta una actividad antioxidante que es parcialmente retenida en el jabón final, lo cual sugiere beneficios potenciales para el cuidado de la piel. Además, se confirmó que el jabón líquido cumple con los parámetros de calidad fisicoquímica establecidos por la norma INEN 850, garantizando así un producto de calidad. Estos hallazgos respaldan la aplicabilidad de esta formulación en la industria cosmética, promoviendo el uso de ingredientes naturales con propiedades funcionales que pueden diferenciar al producto en el mercado y ofrecer una alternativa más saludable y sostenible para el consumidor.

### DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS DE LOS AUTORES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

### REFERENCIAS

- Alves, J. O., Franco, M. T. S., Silva, P. P., Malpass, G. R. P., Okura, M. H. & Granato, A. C. (2020). Development of antimicrobial soaps using essential oil of *Schinus terebinthifolius* and *Piper nigrum*. *Research, Society and Development*, 9(11), e69491110328. doi:[10.33448/rsd-v9i11.10328](https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10328)
- Austin, P. C., Pencinca, M. J. & Steyerberg, E. W. (2017). Predictive accuracy of novel risk factors and markers: a simulation study of the sensitivity of different performance measures for the Cox proportional hazards regression model. *Statistical Methods in Medical Research*, 26(3), 1053-1077.
- Cazares-Carrión, K. Y. & Abreu-Naranjo, R. (2021). Optimisation of the nanofiltration process of residual wastewater from table olives using synthetic solutions for the recovery of phenolic compounds. *Water Practice and Technology*, 16(3), 837-850. doi:[10.2166/wpt.2021.044](https://doi.org/10.2166/wpt.2021.044)
- Dao, T. P., Do, H. T., Le, Q. K., Gia Phap, N., Bach, L. G., Muoi, N. & Cang, M. H. (2020). Kinetic studies on extraction of essential oil from lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus*) by steam distillation industrial scale. *Asian J. Chem*, 32(6), 1399-1403.
- Guerra Ordóñez, M., Rodríguez Jorge, M., García Simón, G. & Llerena Rangel, C. (2004). Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus* (DC). *Stapf. Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(2), 0-0.

- Gurgel, F. d. L., Peixoto, L. d. A., Bhering, L. L. & Laviola, B. G. (2017). Repeatability reveals to be a useful method to evaluate the quality of an experiment with common beans. *Biosci. j.(Online)*, 1465-1473.
- Hugo Infante, V., Maria Maia Campos, P., Darvin, M., Lohan, S., Schleusener, J., Schanzer, S., Lademann, J. & Meinke, M. (2023). Cosmetic Formulations with Melaleuca alternifolia Essential Oil for the Improvement of Photoaged Skin: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Clinical Study. *Photochemistry and Photobiology*, 99(1), 176-183. doi:<https://doi.org/10.1111/php.13660>
- Ismail, A., Pa'ee, F., Abd Rani, M. & Noh, A. M. (2021). *Effects of nitrogen rate and harvesting age on herbage and essential oil of Cymbopogon citratus*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Jiang, D., Li, C., Zielinska, S., Liu, Y., Gao, Z., Wang, R. & Zheng, Z. (2021). Process performance and quality attributes of temperature and step-down relative humidity controlled hot air drying of Panax notoginseng roots. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(6), 244-257.
- Ktari, N., Jridi, M., Bkhairia, I., Sayari, N., Ben Salah, R. & Nasri, M. (2012). Functionalities and antioxidant properties of protein hydrolysates from muscle of zebra blenny (*Salaria basilisca*) obtained with different crude protease extracts. *Food Research International*, 49(2), 747-756. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.024>
- Leyva Arévalo, M. E. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Iquitos*. (Ingeniero Químico), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. Retrieved from <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3300>
- Majewska, E., Kozłowska, M., Gruszczynska-Sekowska, E., Kowalska, D. & Tarnowska, K. (2019). Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil: extraction, composition, bioactivity and uses for food preservation-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(4).
- Méndez-Durazno, C., Cisneros-Perez, P. A., Loja-Ojeda, B. A., Monge-Sevilla, R., Romero-Estévez, D., Fernández, L. & Espinoza-Montero, P. J. (2023). Antioxidant Capacity through Electrochemical Methods and Chemical Composition of *Oenocarpus bataua* and *Gustavia macarenensis* from the Ecuadorian Amazon. *Antioxidants*, 12(2), 318. doi:<https://doi.org/10.3390/antibiotics11060829>
- Mittermeier, R., Mittermeier, C. & Gil, P. (1999). Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. *Chelonian Conservation and Biology*, 3(3), 537-537.
- Mosquera, T., Noriega, P., Tapia, W. & Pérez, S. H. (2012). Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales Amazónicas: *Mauritia Flexuosa* (Morete), *Plukenetia Volubilis* (Sacha Inchi) y *Oenocarpus Bataua* (Ungurahua). *La Granja*, 16(2), 14-22.
- Mushtaq, M., Akram, S. & Hasany, S. M. (2019). Seje (*Oenocarpus/Jessenia bataua*) Palm Oil. *Fruit oils: chemistry and functionality*, 883-898.
- Nasar, N. K., Alznati, A. O. & Arzoga, A. (2020). The effect of reactants' initial temperatures on the rate constant and conversion of saponification reaction taking place in a non-isothermal and non-adiabatic batch reactor. *Scientific Journal of Applied Sciences of Sabratha University*, 25-33.





- Pérez, M., Dominguez-López, I. & Lamuela-Raventós, R. M. (2023). The Chemistry Behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17543-17553. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- Prabandari, R. (2017). Perbandingan randemen minyak atsiri sereh (*cymbopogon citratus*) yang umur panennya 6 bulan Dan 9 bulan dengan metode destilasi air. *Viva Medika: Jurnal Kesehatan, Kebidanan dan Keperawatan*, 11(1), 66-71.
- Qin, H., Huang, L., Teng, J., Wei, B., Xia, N. & Ye, Y. (2021). Purification, characterization, and bioactivity of Liupao tea polysaccharides before and after fermentation. *Food Chemistry*, 353, 129419. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129419>
- Řebíčková, K., Bajer, T., Šilha, D., Ventura, K. & Bajerová, P. (2020). Comparison of Chemical Composition and Biological Properties of Essential Oils Obtained by Hydrodistillation and Steam Distillation of *Laurus nobilis* L. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(4), 495-504. doi:<https://doi.org/10.1007/s11130-020-00834-y>
- Romero, D., Aillón, F., Freire, A. & Radice, M. (2016). *Design of an industrial process focused on the elaboration of cosmetics from Amazonian oils: a Biotrade opportunity*. Paper presented at the Mol2Net.
- Seo, S.-M., Jung, C.-S., Kang, J., Lee, H.-R., Kim, S.-W., Hyun, J. & Park, I.-K. (2015). Larvicidal and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities of Apiaceae Plant Essential Oils and Their Constituents against *Aedes albopictus* and Formulation Development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(45), 9977-9986. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03586>
- Sun, M., Liu, S., Zhang, Y., Liu, M., Yi, X. & Hu, J. (2019). Insights into the saponification process of di (2-ethylhexyl) phosphoric acid extractant: Thermodynamics and structural aspects. *Journal of Molecular Liquids*, 280, 252-258.
- Tavares, F., Costa, G., Francisco, V., Liberal, J., Figueirinha, A., Lopes, M. C., Cruz, M. T. & Batista, M. T. (2015). *Cymbopogon citratus* industrial waste as a potential source of bioactive compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(13), 2652-2659. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.6999>
- Torrenegra Alarcón, M. E., Pájaro, N. P. & Méndez, G. L. (2017). Actividad antibacteriana in vitro de aceites esenciales de diferentes especies del género *Citrus*. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 46(2), 160-175.
- Yeshitila, W. S. (2019). Herbage and essential oil yield of two lemmon grass (*Cymbopogon citratus*) varieties as affected by harvesting cycle and number of tillers per planting slips at wondo genet, southern Ethiopia. *Int. J. Res. Stud. Agric. Sci*, 5(2), 18-22.

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Autor	Contribución
Leobel Morell Pérez	Conceptualización, elaboración de manuscrito y revisión del manuscrito.
Reinier Abreu-Naranjo	Parte experimental, metodología y búsqueda bibliográfica.
Luis Bravo Sánchez	Parte experimental, metodología y búsqueda bibliográfica.
Manuel Lázaro Pérez Quintana	Edición del manuscrito, procesamiento de datos y revisión del manuscrito.
Eberto Tuniesky Gutiérrez De León	Edición del manuscrito, procesamiento de datos y revisión del manuscrito

