



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 2 (2025) - Publicado: 17/12/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n2.2025>  
Páginas: 24 - 31  
Recibido 24/11/2025; Aceptado 15/12/2025

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n2.2025.184>

Edición Especial: Cosmovisión Andina – 2025

Autores:

1. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0000-0230-0865> Edwin José Vargas-Vilcas estudiante en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 231098@unamba.edu.pe
2. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0006-0335-1502> Safira Magdiel Sairitupa-Altamirano estudiante en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 201272@unamba.edu.pe
3. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0007-5434-1774> Aydee Katherine Juro-Vargas estudiante en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 231026@unamba.edu.pe
4. ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-2763-0363> Luis R. Paredes-Quiroz docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, lparedes@unamba.edu.pe

foaming capacity, and mass loss were analyzed, in addition to a sensory test carried out with 25 panelists. The results showed a pH of  $6.45 \pm 0.18$ , hardness of  $32.4 \pm 1.46$  N, and foaming capacity of  $420 \pm 10$  mL, indicating stability and compatibility with the scalp. Sensory evaluation revealed mean scores above 4.4 for aroma, texture, and lather quality. Its solid format eliminates the need for plastic packaging, contributing to an estimated 100% reduction compared with conventional liquid shampoo presentations. This design demonstrates the feasibility of using essential oils as a natural alternative to synthetic fragrances and promotes the development of sustainable cosmetics based on local biodiversity.

**Keywords:** Solid shampoo, *Cymbopogon citratus*, Essential oil

## Desarrollo de champú sólido con incorporación de compuestos aromáticos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) como fragancia natural

## Development of a solid shampoo incorporating aromatic compounds from lemon verbena (*Cymbopogon citratus*) as a natural fragrance

Edwin J. Vargas-Vilcas<sup>1</sup>, Safira M. Sairitupa-Altamirano<sup>2</sup>  
Aydee Katherine Juro Vargas<sup>3</sup> y Luis R. Paredes-Quiroz<sup>4</sup>

**Resumen.** El presente diseño innovador tiene como objetivo desarrollar champú sólido ecológico formulado con compuestos aromáticos naturales de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*). El estudio incluyó la obtención del aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor, la formulación del producto mediante el método de fusión y moldeado, y la evaluación de sus propiedades físicas, fisicoquímicas y sensoriales. Se analizaron parámetros como pH, humedad, dureza, capacidad espumante y pérdida de masa, además de una prueba sensorial con 25 panelistas. Los resultados mostraron un pH de  $6.45 \pm 0.18$ , dureza de  $32.4 \pm 1.46$  N y capacidad espumante de  $420 \pm 10$  mL, indicando estabilidad y compatibilidad con el cuero cabelludo. Sensoriamente, el champú obtuvo promedios superiores a 4.4 en aroma, textura y espuma. Su forma sólida permite prescindir del uso de envases plásticos, contribuyendo a una reducción estimada del 100 % respecto a presentaciones líquidas convencionales. El diseño evidencia la viabilidad de emplear aceites esenciales como alternativa natural a fragancias sintéticas y promueve el desarrollo de cosmética sostenible basada en biodiversidad local.

**Palabras clave:** Champú sólido, *Cymbopogon citratus*, Aceite esencial.

**Abstract.** The present innovative design aims to develop an ecological solid shampoo formulated with natural aromatic compounds from lemongrass (*Cymbopogon citratus*). The study included the extraction of essential oil through steam distillation, product formulation using the melt-and-mold method, and the evaluation of its physical, physicochemical, and sensory properties. Parameters such as pH, moisture, hardness, and foaming capacity, and mass loss were analyzed, in addition to a sensory test carried out with 25 panelists. The results showed a pH of  $6.45 \pm 0.18$ , hardness of  $32.4 \pm 1.46$  N, and foaming capacity of  $420 \pm 10$  mL, indicating stability and compatibility with the scalp. Sensory evaluation revealed mean scores above 4.4 for aroma, texture, and lather quality. Its solid format eliminates the need for plastic packaging, contributing to an estimated 100% reduction compared with conventional liquid shampoo presentations. This design demonstrates the feasibility of using essential oils as a natural alternative to synthetic fragrances and promotes the development of sustainable cosmetics based on local biodiversity.



## 1 Introducción

En los últimos años, los champús sólidos han emergido como alternativa sostenible a los productos convencionales, debido a su menor contenido de agua, mayor concentración de activos y reducción del uso de envases plásticos. Diversos estudios reportan que los tensioactivos biodegradables, como el Sodium Cocoyl Isethionate (SCI), ofrecen buena capacidad espumante, estabilidad estructural y compatibilidad dérmica en formulaciones sólidas [1,2]. Paralelamente, se ha demostrado que aceites esenciales ricos en compuestos bioactivos pueden sustituir fragancias sintéticas y aportar desarrollo de champús sólidos que integren aceites y extractos de plantas aromáticas peruanas, particularmente *Cymbopogon citratus*, cuyas propiedades funcionales no han sido evaluadas ampliamente en matrices sólidas ni en pruebas sensoriales con usuarios [3]. Esto limita la generación de productos ecológico con identidad territorial y valor agregado.

El empleo de hierba luisa se justifica científicamente por su alto contenido de citral y otros mono terpenos con actividad antimicrobiana, antioxidante y aromática. Evaluar su incorporación en champú sólido permite determinar su influencia en parámetros fisicoquímicos, estabilidad, funcionalidad y aceptación sensorial, contribuyendo al desarrollo de cosméticos sostenibles a partir de biodiversidad local. En este marco, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar y caracterizar champú sólido ecológico formulado con compuestos aromáticos naturales de hierba luisa, evaluando sus propiedades físicas, fisicoquímicas y sensoriales. El alcance del trabajo se centra en la formulación, el análisis de parámetros básicos de estabilidad y la aceptación del usuario; sin embargo, no incluye ensayos dermatológicos clínicos ni estudios de estabilidad microbiológica prolongada, lo cual se plantea como futura línea de investigación.

### 1.1 Formato sólido como solución sostenible

El formato sólido de champú representa una innovación tecnológica y ambiental, al reducir de manera significativa el uso de agua en la formulación, así como minimizar los envases plásticos [4]. Estudios recientes señalan que los champús sólidos ofrecen una huella de transporte y residuos menor debido a su formato compacto y concentrado [1]. Esta transformación del formato tradicional permite además una integración más eficiente de ingredientes funcionales y naturales en una presentación más ecológica. En la tabla 1 se muestra la comparación entre champú sólido y líquido describiendo así características físicas.

**Tabla 1.** Tabla comparativa de champú en barra y líquida

Característica	Champú sólido	Champú líquido
Consumo de agua	Bajo (concentrado, ≤ 30% del líquido equivalente)	Alto (aprox. 70% del total)
Envase plástico	Mínimo o nulo (cartón, biodegradables)	Botella plástica 100% reciclabl
Concentración de activos	Alta (mayor eficacia por unidad de producto)	Baja (diluido en agua)
Estabilidad	Larga vida útil, menos conservantes	Requiere conservantes químicos
Costo estimado	Medio-alto inicial, ahorro a largo plazo	Medio, mayor gasto en envase y transporte

### 1.2 Uso de recursos botánicos

La hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se ha consolidado como una especie de gran valor farmacológico y cosmético, característica de las regiones del Perú [5]. Su alto contenido de compuestos como citral, limoneno y geraniol le confiere propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias, Investigaciones recientes muestran que los aceites esenciales y extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) pueden mejorar la estabilidad de los productos cosméticos, aportar fragancia natural y actuar como conservantes gracias a todos sus componentes bioactivos, reduciendo la dependencia de aditivos sintéticos [6]. Esta evidencia que respalda la integración de hierba luisa en formulaciones sólidas, donde la combinación de funcionalidad y sostenibilidad es clave para el desarrollo de cosméticos innovadores [3,7]. Ver tabla 2

**Tabla 2.** Componentes bioactivos de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Constituyentes de los aceites esenciales
Citral
Burneol
α-óxido de pineno
Linalool
Citronellal
Nerol
Geraniol



La actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de distintas partes de la planta, ha demostrado su eficacia como conservante natural en productos cosméticos. Por otro lado, se caracterizan químicamente el aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y destacan su aplicación funcional en formulaciones sólidas [7,8]. Estos antecedentes evi-dencian la viabilidad de sustituir fragancias y conservantes sintéticos, así como la oportunidad de aprovechar recursos vegetales locales, constituyendo un aporte innovador y sostenible para la industria cosmética.

Diversos estudios destacan el desarrollo de champús sólidos elaborados con tensioactivos biodegradables, los cuales ofrecen buena capacidad espumante, estabilidad estructural y reducen el uso de envases plásticos [2,4]. Asimismo, el uso de aceites esenciales naturales como el de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) aporta propiedades antimicrobianas, antioxidantes y un aroma cítrico característico, gracias a su alto contenido de citral [9]. En el contexto peruano, su aprovechamiento en formulaciones cosméticas promueve la sostenibilidad, el valor agregado y el uso responsable de la biodiversidad local [10].

### 1.3 Oportunidades de desarrollo del mercado cosmético sostenible en el Perú

El mercado cosmético peruano ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado por la demanda de productos naturales y ecológicos. Según el panorama sectorial del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, el valor del mercado nacional alcanzo aproximadamente S/ 9 300 millones en 2024. Este crecimiento está apoyado por la expansión de marcas locales, el comercio electrónico y la demanda de formulaciones con menor impacto ambiental.

La industria cosmética contribuye de manera significativa a la economía nacional. Reportes gremiales indican que el sector representa cerca del 1% del PBI y genera un alto número de empleos directos e indirectos a lo largo de la cadena productiva. Este dinamismo ha sido estimulado por la preferencia del consumidor peruano hacia productos de ori-gen natural, libres de parabenos y sulfatos, así como por el auge de emprendimientos ecológicos y marcas locales de base vegetal [10,11].

El Perú posee ventajas competitivas basadas en su biodiversidad: aceites esenciales, mantecas vegetales y extractos botánicos provenientes de especies nativas como *Cymbopogon citratus*, sacha inchi y aguaje. MINCETUR identifica estos recursos como oportunidades estratégicas para la innovación cosmética y el desarrollo de productos con identidad terri-torial [11].

La literatura académica y estudios recientes sobre bio cosméticos en Latinoamérica señalan una creciente demanda por ingredientes naturales, biodegradables y trazables, lo cual respalda la viabilidad de la cosmética sostenible en el Perú [12,13]

### 1.4 Oportunidad regional: valorización de recursos naturales en Apurímac

En el contexto regional, Apurímac posee una alta diversidad botánica y condiciones agroecológicas favorables para el cultivo de plantas aromáticas como la hierba luisa, el romero, la muña y el eucalipto, las cuales presentan potencial de aprovechamiento en la industria cosmética artesanal y sostenible. Estas especies son cultivadas tradicionalmente en pro-vincias como Abancay, Aymaraes y Andahuaylas, en sistemas agrícolas familiares y ecológicos [14].

El desarrollo de champú sólido con compuestos aromáticos de hierba luisa representa una oportunidad de innovación agroindustrial para la región, promoviendo el uso de recursos locales y la creación de cadenas de valor sostenibles. Ade-más, se alinea con los planes regionales de desarrollo productivo y con las metas de fomentar la industrialización a pe-queña escala basada en recursos naturales renovables [3].

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), en la ciudad de Abancay, Perú, entre los meses de agosto y noviembre de 2025.

## 2 Método

El presente estudio corresponde a un diseño experimental aplicado con enfoque cuantitativo. Se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA), donde las unidades experimentales fueron barras de champú sólido de 100 g, evaluadas en tres réplicas para cada análisis físico y fisicoquímico. La hipótesis planteada sostiene que la incorporación de compuestos aromáticos de *Cymbopogon citratus* mejora las propiedades sensoriales del champú sin afectar su estabi-lidad fisicoquímica. La variable independiente fue la inclusión de aceite esencial, extracto e hidrolato de hierba luisa, mientras que las variables dependientes correspondieron al pH, humedad, dureza, capacidad espumante, pérdida de masa



y atributos sensoriales. Se controlaron factores como temperatura de elaboración, proporciones de tensioactivos, tipo de molde y tiempo de curado. Adicionalmente, se realizó una evaluación sensorial con 25 panelistas no entrenados, quienes valoraron aroma, textura, espuma, enjuague y sensación post lavado.

## 2.1 Formulación del champú sólido ecológico

La formulación del champú sólido se realizó mediante el método de fusión y moldeado, empleando ingredientes expresados en porcentaje en peso (% p/p) sobre un lote total de 100 g. La fase tensioactiva se preparó mezclando Sodium Cocoyl Isethionate (SCI) (50 %) y almidón de maíz (9 %). La fase oleosa incluyó manteca de copoazú (5 %), Danox HC-30 mezcla acondicionadora basada en tensioactivos anfóteros y no iónicos (14 %), aceite de castaña (1 %), ácido esteárico (11 %) y oleato de romero (0.5 %). La fase activa se preparó en frío con coco glucósido (1.5 %), betaina de coco (1.5 %), glicerina (4 %), extracto (1 %), aceite esencial (1.5 %) e hidrolato de *Cymbopogon citratus* (1 %). Las fases 1 y 2 se integraron con agitación moderada (250–300 rpm) durante 5 min, incorporándose luego la fase 3 para obtener una masa homogénea. La mezcla se colocó en moldes y se dejó solidificar 24–48 h, seguida de un curado de 7 días a 20–25 °C. Los porcentajes finales se ajustaron para sumar 100 %, y todos los insumos fueron verificados mediante control de calidad básico (apariencia, olor, lote y fecha de vencimiento). tabla 3:

**Tabla 3.** Formulaciones de champú sólido ecológico

Fase	Insumos	Composición química (INCI o compuesto principal)	Función	%
MEZCLA 1	Sodium Cocoyl Isethionate	Sodium Cocoyl Isethionate	Tensioactivo primario	50 %
	Almidón de maíz	Amylose, Amylopectin	Agente estructurante	9%
MEZCLA 2	Manteca de copoazú		Emoliente	5%
	Danox hc30	Behenamidopropyl Dimethylamine, Dipalmitoylethyl Hydroxyethylmononium Methosulfate, Cetyl Alcohol, Stearyl Alcohol, Lactic Acid	Acondicionador	14%
MEZCLA 3	Aceite de castaña	(ácidos oleicos, linoleico)	Extracto oleoso	1%
	Ácido esteárico triple	Stearic Acid	Agente estructurante	11%
	Oleato de romero		Extracto oleoso	0.5 %
MEZCLA	Coco glucósido	Coco-Glucoside	Tensioactivo secundario	1%
	Betaina de coco	Cocamidopropyl Betaine	Tensioactivo secundario	1%
	Glicerina	Glycerin	Humectante	4%
	Extracto de hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i> Extrac	Componente activo	1%
	Aceite esencial de hierba luisa	Citral, geraniol, limoneno	Componentes activos	1.5%
	Hidrolato de hierba luisa	Agua destilada, compuestos volátiles: citral, geraniol	Componentes activos	1%
			Total	100 %

## 2.2 Obtención del aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Para la obtención del aceite esencial se recolectaron 2 kg de hojas frescas de hierba luisa, seleccionadas en estado vegetativo temprano, entre las 7:00 y 9:00 a. m. en la provincia de Abancay (Apurímac, Perú). Las hojas fueron lavadas, troceadas y procesadas el mismo día de la recolección para evitar pérdidas de compuestos volátiles.

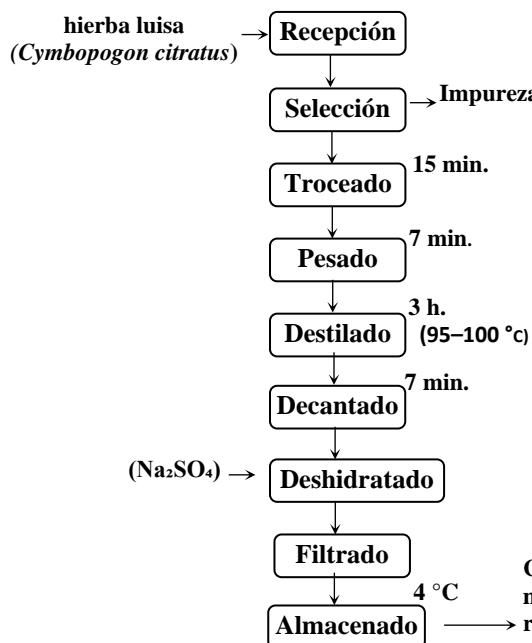
La destilación se realizó mediante arrastre de vapor en un equipo tipo Clevenger, empleando una relación masa: agua de 1:4 (p/v) y un tiempo total de 3 horas bajo temperatura controlada entre 95–100 °C. El aceite esencial obtenido se separó por decantación, se deshidrató con sulfato de sodio anhídrico ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y posteriormente se filtró.

El aceite se almacenó en viales ámbar herméticos, llenados hasta el borde para minimizar la oxidación, y conservados a 4 °C hasta su uso en la formulación. El rendimiento promedio obtenido fue de 0.8 % (v/p) respecto a la masa fresca de hojas. La caracterización cualitativa del aceite se hizo mediante revisión bibliográfica, destacando compuestos mayoritarios como citral (neral + geranal), geraniol y limoneno, debido a que no se realizó análisis instrumental (GC-MS) en el presente estudio. ver Figura 1.

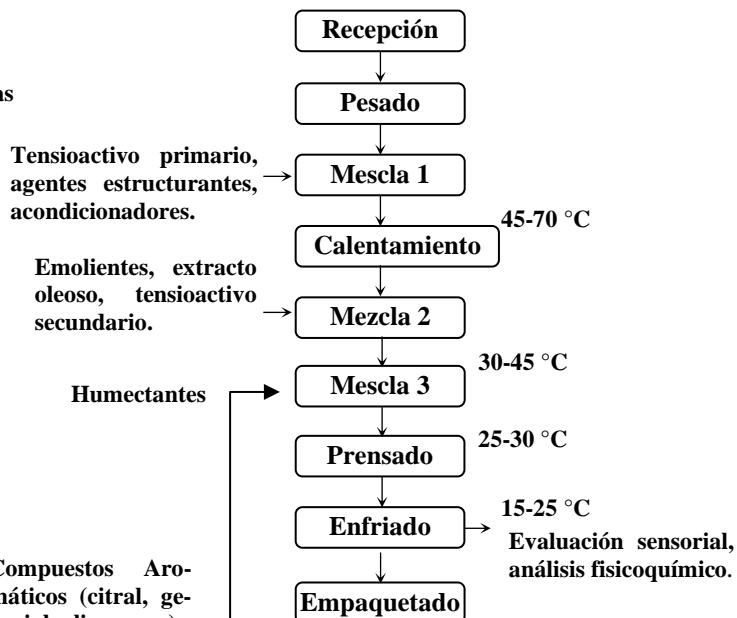


### 2.3 Elaboración del champú sólido ecológico

El proceso de elaboración del champú sólido ecológico inicia con la recepción y pesado de insumos. En la mezcla 1, los tensioactivos sólidos se combinan bajo calentamiento controlado entre 45 y 70 °C hasta obtener una base homogénea. Posteriormente, en la mezcla 2, se integran los emolientes y agentes estructurantes a la misma temperatura. A continuación, se incorpora la mezcla 3, que contiene humectantes, extractos y compuestos aromáticos de hierba luisa, a temperaturas de 30–45 °C, con el fin de preservar los compuestos volátiles. La masa resultante se moldea y prensa, seguida de un proceso de enfriado y curado a 15–25 °C, previo al análisis fisicoquímico y a la evaluación sensorial. Finalmente, el producto se empaqueta y almacena asegurando su estabilidad y calidad final. Las condiciones de temperatura aplicadas en cada etapa del proceso se ilustran en la Figura 2.



**Fig. 1.** Diagrama del proceso de obtención del aceite esencia de hierba luisa.



**Fig. 2.** Diagrama de proceso para elaborar el champú sólido

### 2.4 Evaluación de características físicas y fisicoquímicas

Se analizaron las siguientes propiedades, realizando repeticiones por lote:

- Color y textura: evaluados mediante inspección visual y táctil estandarizada bajo iluminación natural. Se registra como método sensorial, sin instrumentación colorimétrica.
- Peso promedio: determinado con balanza analítica ( $\pm 0.001$  g).
- pH: medido en una solución al 10% (p/v) mediante pH-metro calibrado.
- Humedad (%): por método gravimétrico
- Dureza (N): medida mediante texturómetro universal con sonda cilíndrica de 2 mm.
- Capacidad espumante: se evaluó mediante el método del cilindro de agitación. Se utilizaron 5 mL de una solución del champú sólido al 10% (p/v). El volumen de espuma generado tras 1 minuto de agitación vigorosa fue registrado como capacidad espumante.
- Pérdida de masa tras uso: se evaluó sometiendo el champú a 10 ciclos de humectación y secado controlado, registrando la variación gravimétrica.

### 2.5 Evaluación sensorial

Se realizó una prueba hedónica con 25 panelistas no entrenados, quienes calificaron los atributos aroma, textura, espuma, enjuague y sensación post lavado mediante una escala de 5 puntos (1 = muy desgradable, 5 = muy agradable). La muestra fue evaluada en condiciones controladas de iluminación y temperatura (25 °C). Los resultados se expresaron como promedio  $\pm$  desviación estándar.

## 2.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS v25 bajo un diseño completamente aleatorizado, con tres réplicas por cada determinación fisicoquímica. Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Para comparar los valores de pH, humedad, dureza, capacidad espumante y pérdida de masa entre réplicas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, empleando un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . Cuando se detectaron diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey HSD. Los resultados sensoriales, al tratarse de datos hedónicos ordinales, se analizaron mediante estadística descriptiva (media  $\pm$  desviación estándar), sin pruebas inferenciales, debido a la naturaleza no paramétrica de las escalas y a que los panelistas no constituyen una muestra aleatoria representativa.

## 3 Resultados

### 3.1 Características físicas

El champú sólido presentó textura compacta y homogénea, color natural y apariencia cremosa. La formación de espuma fue buena al contacto con agua. La estabilidad de las barras se conservó durante 3 meses a temperatura ambiente, sin cambios visibles en color ni textura. Tabla 4

**Tabla 4.** Características físicas del champú sólido con aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Parámetro	Unidad	Resultado	Observación
Color*		blanco crema	Homogéneo, brillante
Textura		Compacta y lisa	Sin grietas ni exudación
Peso promedio	g	100 $\pm$ 2.09	Por unidad moldeada
Aroma		Cítrico natural	Propio del aceite esencial

Nota. Los valores de promedio  $\pm$  desviación estándar (n = 3). \*El color fue registrado mediante evaluación visual según lo descrito en la metodología; no se aplicó análisis colorimétrico instrumental, lo cual constituye una limitación del estudio.

### 3.2 Análisis fisicoquímico

En la tabla 5 se presenta el análisis fisicoquímico del champú sólido ecológico con aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*).

**Tabla 5.** Análisis fisicoquímico del champú sólido ecológico con aceite esencial de (*Cymbopogon citratus*)

Parámetro	Unidad	Resultado	Rango recomendado
pH		6.45 $\pm$ 0.18	4.5 – 6.5
Humedad	%	8.5 $\pm$ 0.39	< 10
Dureza	N	32.4 $\pm$ 1.46	25 – 35
Capacidad espumante	mL de espuma / 5 mL de muestra	420 $\pm$ 10.08	> 350
Pérdida de masa (tras 10 usos)	%	3.2 $\pm$ 0.31	< 5

Nota. Los datos se expresan como promedio  $\pm$  desviación estándar (n = 3). Valores se mantuvieron dentro del rango óptimo de estabilidad y compatibilidad capilar.

### 3.3 Evaluación sensorial

En la tabla 6 se presenta la evaluación sensorial del champú sólido ecológico con aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

**Tabla 6.** Evaluación sensorial del champú sólido con fragancia natural de hierba luisa

Atributo sensorial	Puntaje promedio	Interpretación
Aroma	4.8 $\pm$ 0.21	Muy agradable, cítrico y duradero
Textura	4.5 $\pm$ 0.29	Suave, compacta y fácil de usar
Espuma	4.6 $\pm$ 0.21	Abundante y cremosa
Enjuague	4.4 $\pm$ 0.31	Se retira fácilmente sin residuos
Sensación post-lavada	4.7 $\pm$ 0.19	Cabello suave y brillante



## 4 Discusiones y conclusiones

### 4.1 Discusiones

El champú sólido con aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) desarrollado, mostró características físicas y sensoriales estables, con una textura compacta, color uniforme y aroma cítrico persistente. Estos resultados confirman la viabilidad técnica del uso de tensioactivos biodegradables combinados con mantecas naturales y extractos vegetales. Un estudio previo evaluó formulaciones sólidas a base de Sodium Cocoyl Isethionate (SCI) y betaina de coco, confieren estabilidad estructural sin necesidad de conservantes sintéticos [1], mostrando resultados finales.

Desde el punto de vista fisicoquímico, el champú mantuvo un pH de  $6.45 \pm 0.18$ , dentro del rango fisiológico del cuero cabelludo. Estos resultados concuerdan con lo reportado en estudios previos, los cuales quienes recomiendan pH entre 5.0 y 7.0 para evitar desnaturalización de proteínas cutáneas [15]. Asimismo, la humedad ( $8.5 \pm 0.39\%$ ) y la dureza del producto se mantuvieron estables, lo que sugiere una formulación equilibrada entre fase grasa y tensioactiva. Sin embargo, se observaron leves variaciones en la dureza durante el almacenamiento, posiblemente asociadas a la temperatura ambiental o al contenido de glicerina, lo que podría ser evaluado en estudios de estabilidad acelerada.

La capacidad espumante ( $420 \pm 10.08$  mL/5 mL) fue comparable con los estándares industriales, evidenciando la eficacia de los tensioactivos naturales. Estos resultados coinciden con estudios que destacan el potencial de surfactantes derivados de carbohidratos para sustituir tensioactivos petroquímicos [2]. No obstante, futuras investigaciones podrían evaluar la biodegradabilidad final del producto y su impacto toxicológico.

En el ámbito sensorial, el producto obtuvo alta aceptación del panel sensorial, especialmente en aroma y sensación post lavado. La fragancia de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) fue percibida como natural, fresca y duradera, en concordancia con Catarina da Silva et al. (2022) [9], quienes atribuyen tales características al citral, principal componente del aceite esencial. Este compuesto, además de aportar aroma, presenta propiedades antioxidantes y antimicrobianas, lo que sugiere un doble beneficio cosmético y funcional [7,8]. La coincidencia con estos autores refuerza el potencial del aceite de hierba luisa como sustituto sustentable de fragancias sintéticas.

En comparación con formulaciones comerciales, el champú sólido desarrollado reduce el impacto ambiental al eliminar el uso de envases plásticos, alineándose con los objetivos de consumo responsable y conservación ambiental [1]. Sin embargo, una limitación del presente estudio es la falta de ensayos microbiológicos prolongados que permitan validar la estabilidad del aroma y la inocuidad tras períodos extensos de almacenamiento. Estos aspectos se plantean como líneas futuras de investigación.

Finalmente, los resultados demuestran que la incorporación de compuestos aromáticos naturales puede generar valor agregado en la industria cosmética, especialmente en regiones del Perú como Apurímac, donde el cultivo de hierba luisa tiene importancia económica local [10]. Este enfoque permite vincular innovación tecnológica, sostenibilidad y aprovechamiento de la biodiversidad nacional.

### 4.2 Conclusiones

- Se obtuvo aceite esencial de *Cymbopogon citratus* mediante destilación por arrastre de vapor, logrando un rendimiento adecuado para su incorporación en formulaciones cosméticas ecológicas.
- Se desarrolló champú sólido empleando tensioactivos biodegradables y compuestos aromáticos naturales, obteniendo una formulación estable y de fácil elaboración.
- Los análisis fisicoquímicos mostraron valores dentro de rangos aceptables para productos capilares (pH =  $6.45 \pm 0.18$ ; dureza =  $32.4 \pm 1.46$  N; humedad < 10 %; espuma > 350 mL), confirmando la funcionalidad del producto.
- La evaluación sensorial evidenció alta aceptación de los panelistas (puntajes > 4.4), especialmente en aroma, textura y espuma, demostrando la efectividad del aceite esencial como fragancia natural.
- El formato sólido permite eliminar el uso de envases plásticos, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y posicionándose como alternativa sostenible frente a los champús líquidos convencionales.

## 5 Agradecimiento

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) por la oportunidad brindada para desarrollar y presentar este proyecto en el FERCYT, espacio que impulsa la creatividad, la investigación y la innovación científica. También expreso mi gratitud al Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial, por el apoyo técnico y los recursos que permitieron llevar a cabo los ensayos experimentales. De igual manera, agradezco al docente asesor Luis R. Paredes Quiroz, por su orientación, sugerencias y acompañamiento durante todo el proceso. Finalmente, reconozco la inspiración que brindan los productores locales de Abancay, cuyo trabajo con materias primas naturales motivó la creación de un producto sostenible y con identidad regional.

## 6 Referencia

- [1]. Aguilar AR, Alva TA, Bernedo EK, Gomez DJ, Ganoza MM. Shampoo Sólido Natural: Pashoo [bachelor's thesis en Internet]. [Lugar desconocido]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); 2019 [consultado el 8 de diciembre de 2025]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/651789>
- [2]. Begum W, Saha B, Mandal U. A comprehensive review on production of bio-surfactants by bio-degradation of waste carbohydrate feedstocks: an approach towards sustainable development. RSC Adv [Internet]. 2023 [consultado el 8 de diciembre de 2025];13(36):25599-615. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/d3ra05051c>
- [3]. Sohail MA, Hassan SM, Tehseen MS, Shahzad H, Perveen G, Ibrahim MA, Hassan SK. Evaluation of phytochemicals and antioxidant potential of Cymbopogon citratus. Lahore Garrison Univ J Life Sci [Internet]. 2024 [consultado el 8 de diciembre de 2025];8(2):209–222. Disponible en: <https://doi.org/10.54692/lgujls.2024.0802337>
- [4]. Rukikaire K. ONU Programa para el medio ambiente [Internet]. Informe de la ONU sobre contaminación por plásticos advierte sobre falsas soluciones y confirma la necesidad de una acción mundial urgente; 21 de octubre de 2021 [consultado el 6 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-por-plasticos>
- [5]. MINCETUR, PROMPERÚ. gop.pe [Internet]. Ingredientes naturales peruanos para cosmética se abren camino en grandes mercados internacionales; 8 de junio de 2023 [consultado el 13 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/promperu/noticias/775222>
- [6]. Enríquez-Estrella MA, Poveda-Díaz SE, Alvarado-Huatatoca GI. Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. Rev Mex Cienc Agric [Internet]. 30 de enero de 2023 [consultado el 8 de diciembre de 2025];14(1):1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3249>
- [7]. Wahyuni DK, Kharisma VD, Murtadlo AA, Rahmawati CT, Syukriya AJ, Prasongsuk S, Subramaniam S, Wibowo AT, Purnobasuki H. The antioxidant and antimicrobial activity of ethanolic extract in roots, stems, and leaves of three commercial Cymbopogon species. BMC Complement Med Ther [Internet]. 18 de julio de 2024 [consultado el 8 de diciembre de 2025];24(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04573-4>
- [8]. Hassan H, Aboel-Ainin M, Ali S, Darwish A. Antioxidant and Antimicrobial activities of MEOH Extract of Lemongrass (Cymbopogon citratus). J Agric Chem Biotechnol [Internet]. 1 de febrero de 2021 [consultado el 8 de diciembre de 2025];12(2):25-8. Disponible en: <https://doi.org/10.21608/jacb.2021.149473>
- [9]. Saboia CD, Cardoso DT, Santos JV, Saboia CD, Barbosa RT, Teles AM, Mouchrek AN. Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo essencial e do extrato bruto do capim limão (Cymbopogon citratus). Res Soc Dev [Internet]. 28 de mayo de 2022 [consultado el 8 de diciembre de 2025];11(7):e37611730064. Disponible en: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30064>
- [10]. PromPerú. Gobierno del Perú [Internet]. . Ingredientes naturales peruanos para cosmética se abren camino en grandes mercados internacionales; 8 de junio de 2023. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/promperu/noticias/775222>
- [11]. COPECOH. LA CÁMARA DE COMERCIO [Internet]. Informe sectorial del gremio de cosmética e higiene personal 2024; 19 de septiembre de 2024. Disponible en: <https://lacamara.pe/sector-cosmetico-e-higiene-creceria-6-en-2024-y-5-en-2025/>.
- [12]. Lozada P, Victoria-Tinoco L, Muñoz AM, Rojas J. Evaluation of Sebum Control and Safety for Daily Use of a Cosmetic Elastomer Formulated with Vegetable Oils from Peruvian Biodiversity. Cosmetics [Internet]. 2 de abril de 2025 [consultado el 8 de diciembre de 2025];12(2):66. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cosmetics12020066>
- [13]. Aponte GM, Soledad-Rodríguez BE, Delgado JE. Industria de los cosméticos: tendencias de mercado de los biocosméticos. Rev Química [Internet]. 19 de marzo de 2025 [consultado el 8 de diciembre de 2025];39(1):2-14. Disponible en: <https://doi.org/10.18800/quimica.202501.001>
- [14]. TELLO-CERON, Gladys y Mercedes FLORES PIMENTEL. LAS PLANTAS TRADICIONALMENTE USADAS EN LA COMUNIDAD DE COCHARCAS, PROVINCIA DE CHINCHEROS, APURÍMAC, PERÚ. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. 2024, 23((2)), (2). ISSN 1993-9507.
- [15]. Sanjay SD, Dewangan A, Choudhary DR. Formulation and Evaluation of Polyherbal Based Shampoo. Int J Pharmacogn Herb Drug Technol [Internet]. 28 de agosto de 2025 [consultado el 8 de diciembre de 2025];39-53. Disponible en: <https://doi.org/10.64063/3049-1630.vol.2.issue8.4>

