

Efecto antibacteriano de aceites esenciales de cítricos en jabones de aceite vegetal reciclado

Antibacterial effect of citrus essential oils in recycled vegetable oil soaps

Nelly Ivonne Guananga-Díaz¹

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador
nguananga@esPOCH.edu.ec

Freddy Román Guananga-Díaz²

Universidad Nacional del Chimborazo - Ecuador
freddyguanangadiaz@gmail.com

Nelly Ximena Luna-Logroño³

Universidad Nacional del Chimborazo - Ecuador
neximoon17@hotmail.com

Angélica Cristina Sánchez-Rosero³

Universidad Nacional del Chimborazo - Ecuador
crissanchezr13@hotmail.com

doi.org/10.33386/593dp.2022.5-3.1512

V7-N5-3 (oct) 2022, pp. 87-100 | Recibido: 02 de septiembre de 2022 - Aceptado: 23 de septiembre de 2022 (2 ronda rev.)
Edición especial

1 Doctora en Ciencias Ambientales en la Universidad Mayor de San Marcos del Perú
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0451-7878>

2 EMagíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5721-4689>

3 Magíster en Ciencias de la Educación, Mención Biología. Docente de la Universidad Nacional del Chimborazo
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3522-0172>

4 Magíster en Seguridad Industrial. Docente de la Universidad Nacional del Chimborazo
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3575-3195>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

Objetivos: elaborar jabones en barra para ropa con aceite vegetal usado, con aroma aceptable, eficientes en la limpieza, y seguros microbiológicamente con la adición de aceites esenciales de cascara de cítricos como antimicrobiano.

Métodos y resultados: Se elaboraron 4 formulaciones de jabón en barra por triplicado con la reacción de saponificación, la extracción de los aceites esenciales de cascara fresca de cítricos se hizo por hidrodestilación en olla de presión y con tubo de cohobación. Se hicieron análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los jabones elaborados y se compararon con los de los jabones comerciales, además de analizar la calidad en cuanto a la remoción de la suciedad, color, textura, y aroma.

Conclusiones: El aceite esencial de cascara de limón en barra de jabón mostro mayor efectividad contra los microorganismos, seguido por el aceite esencial de naranja y el de menor efectividad el aceite de mandarina, hay mayor efectividad contra bacterias y menor efectividad contra mohos y levaduras. Los jabones en barra de aceite vegetal reciclado elaborados se clasifican en Tipo III y Tipo Combinados, tienen buena presentación, aroma y eficiencia en el lavado, con formación de espuma similar a los jabones comerciales.

Palabras clave: hidrodestilación; aceite vegetal reciclado; saponificación; antimicrobiano

ABSTRACT

Objectives: To elaborate bar soaps for laundry with used vegetable oil, with acceptable aroma, efficient in cleaning, and microbiologically safe with the addition of essential oils of citrus peels as antimicrobial.

Methods and results: Four bar soap formulations were prepared in triplicate with the saponification reaction, the extraction of the essential oils from fresh citrus peels was done by hydrodistillation in a pressure cooker and with a coboiling tube. Physicochemical and microbiological analyses of the soaps made were made and compared with those of commercial soaps, in addition to analyzing the quality in terms of dirt removal, color, texture, and aroma.

Conclusions: Lemon peel essential oil in bar soaps showed higher effectiveness against microorganisms, followed by orange essential oil and the least effective was mandarin oil, there is higher effectiveness against bacteria and lower effectiveness against molds and yeasts. The bar soaps made from recycled vegetable oil are classified as Type III and Combined Type, have good presentation, aroma and washing efficiency, with foam formation similar to commercial soaps.

Palabras clave: hydrodistillation; recycled vegetable oil; saponification; antimicrobial

Introducción

Existen diversas alternativas de aprovechamiento para el aceite comestible usado que desechan las en las ciudades, entre las que se hallan la elaboración de jabones, así, residuos altamente contaminantes se convierten en la materia prima de un producto ampliamente utilizado en diversas presentaciones.

La elaboración de jabones data desde hace miles de años (Centro de Educación Ambiental, 2020), y la técnica más difundida es por saponificación, la gama de presentaciones es extensa, desde jabones de uso doméstico, cosmético e industrial, en presentaciones en barra, polvo, y líquidos. La saponificación de grasas o aceites consiste en la hidrólisis de los triglicéridos en medio alcalino (básico) para formar jabones, en este proceso se separan glicerina y ácidos grasos, estos últimos se asocian inmediatamente con los álcalis constituyendo las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón. Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico y es una reacción exotérmica.

La materia prima más importante para la producción del jabón ecológico es el aceite usado de cocina, estos aceites más la presencia de agua, oxígeno y oligoelementos son alimento para bacterias, las bacterias colonizan todo ambiente, como el cuerpo humano, el desequilibrio de la microbiota o la presencia de bacterias patógenas es lo que provoca problemas de salud, se conocen investigaciones sobre infecciones y alergias por uso de jabones cosméticos y de lavado de ropa (Bailey, 2021), ciertas sustancias incorporadas en la formulación de los jabones provocan en personas con atopia, un tipo de condición alérgica, en la cual el sistema inmunológico del cuerpo desencadena la producción de anticuerpos contra sustancias a las que generalmente no es alérgico. Las bacterias pueden existir durante años en el jabón seco en forma latente, sin embargo, un estudio de 1988 demostró que el uso frecuente de diferentes personas no entraña peligro de contaminación, otras investigaciones demuestran que los jabones en uso contienen microorganismos (Hegde & et. al, 2006) (JJ Cabara, 1984) (YO., 1984).

Dada la naturaleza de la materia prima de los jabones elaborados en esta investigación se estableció como objetivo lograr jabones en barra para ropa con aroma aceptable, eficientes en la limpieza de ropa, y seguros microbiológicamente, para lo cual se utilizaron aceites esenciales de cascaras de cítricos los cuales tienen efecto antibacteriano como se comprueba en estudios realizados (Ambrosio, 2019) (Galovicová, 2022) (Mancuso, 2019) (Fisher & Phillips, 2006) (Edogbanya P., 2019) (Palazzolo, 2013). En diferentes procesos de obtención de aceites esenciales de cítricos se utilizan las cascaras de estos frutos para luego ser empleados en procesos industriales o artesanales, adicionar estos aceites cítricos a los jabones es una alternativa de antimicrobianos seguros que sustituyan a ingredientes antibacterianos como el triclosan y el triclocarbán, y otros que han sido prohibidos por La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) (FDA, 2016).

Se cuenta con normas técnicas ecuatorianas (NTE), para productos cosméticos, para jabón líquido de tocador, y jabón íntimo y jabón de tocador en barra (INEN 850, 2016) (INEN 2899, 2016) (INEN 841, 2016) todas incluyen requisitos físico – químicos para control de su calidad. También están las normas para agentes tensoactivos líquidos y de jabón en barra (INEN 842, 2015) (INEN 839, 2015), de igual manera solo indican requisitos físico – químicos. En la Resolución 2120 del Reglamento Técnico Andino (Andina, 2020) y en la norma INEN 2867 (INEN 2867, 2015) se presentan requisitos microbiológicos para cosméticos de uso en infantes, y cosméticos en general, establecen:

Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo 5 x UFC/g ó mL

Ausencia de *Pseudomonas aeruginosa* en 1 g o mL.

Ausencia de *Staphylococcus aureus* en 1 g o mL.

Ausencia de *Escherichia coli* en 1 g o mL.

Estos requisitos se tomaron de base para el control microbiológico de los jabones elaborados en este estudio, además de los parámetros físico- químicos en % de: aceites y grasas, humedad, alcalinidad como NaOH, Cloruros y pH especificadas en la INEN 839:2015 (INEN 839, 2015).

Materiales y métodos

Localización geográfica

La recolección de aceites vegetales usados de fuente doméstica se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) con la participación de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, la recolección de cascaras de cítricos y extracción de sus aceites esenciales, y, la elaboración de jabones en barra para ropa con aceites esenciales de dichos cítricos se ejecutó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería de la UNACH, en la ciudad de Riobamba.

Materiales y equipos

Tabla 1

Equipos, Medios de cultivo y reactivos usados en los análisis microbiológicos

Equipos y materiales	Medios de cultivos	Reactivos
Balanza analítica	Agar para recuento en placa CM0463B	De Tinción de Gram
Cámara de flujo laminar	Solución de cloranfenicol 0,1 %	Cristal Violeta
Estufa bacteriológica	Solución de agua peptonada 0,1 %	Alcohol acetona
Autoclave	Caldo de enriquecimiento	Safranina
Microscopio	Agar Mac Conkey	
Baño María	Cultivo en Levine (EMB) Agar	
Cajas Petri BO0263M		
Cuenta colonias		
Tubos 16 x 160 mm		
Pipetas bacteriológicas		

Tabla 2

Equipos, materiales, insumos y reactivos para la elaboración del jabón y extracción de aceites esenciales

ELABORACION DEL JABON		
Equipos y materiales	Insumos	Reactivos
Plato caliente con agitador	Aceite vegetal usado, de fuente doméstica, decantado y filtrado	Hidróxido de sodio
Vaso de precipitación de 2000 mL	Agua	Cloruro de sodio
Embudo	Aceite esencial	
Papel filtro		
Cuchara de madera		
Moldes (tetrapack)		
EXTRACCION de ACEITES ESENCIALES		
Equipos	Insumos	Reactivos
Olla de presión	Cascaras de limón	Éter
Tubo de cohobación	Cascaras de naranja	Sulfato de sodio anhidro
Válvula de tres vías	Cascaras de mandarina	
Termómetro		
Refrigerante		
Reverbero		
Erlenmeyers		
Embudo de separación		
Soporte universal		
Pinzas		
Licuadora		
Capsulas de porcelana		
Estufa		

Metodología

Extracción de aceites esenciales de limón, naranja y mandarina.

Inicialmente se obtuvieron los porcentajes de humedad de las cascaras de los cítricos por diferencia entre el peso de las capsulas de porcelanas finales -después del secado por 24h a 105°C- y el peso de las capsulas vacías. Los aceites esenciales de las cascaras frescas de cítricos se extrajeron por hidrodestilación en olla de presión y con tubo de cohobación. Los 500 g de cascaras frescas de los cítricos se licuaron en 1000 mL de agua y se colocaron en una olla de presión, se cerró la tapa y acoplo los demás materiales, se colocó sobre un plato caliente con agitador, manteniendo la temperatura

no mayor de 95 °C durante 50 minutos. Los aceites esenciales tienen un mayor punto de ebullición respecto al agua, pero en la mezcla de aceite esencial más agua presenta un punto de ebullición inferior y por esto puede ser destilada. El tubo de cohobación contribuyó al retorno del agua evitando que el sistema de hidrodestilación quede sin agua y se quemó (SENA, 2017)

El destilado recogido se transvaso a un embudo de decantación y se dejó reposar 2 días, se separaron las capas, la capa superior (aceite esencial) se separó y agregó el agente secante Na₂SO₄ anhídrido y se filtró. Para purificar el aceite: al producto anhidro se trasvaso a un embudo de decantación y se adiciono 10 mL de éter, se decantó y trasvaso la capa orgánica a un vaso previamente pesado (3 veces mínimo). Luego se calentó a baño María para eliminar las trazas de éter (o dicloro metano) y purificar la esencia. Una vez frío se pesó para obtener por diferencia la cantidad de aceite esencial, y se procedió a medir el volumen para calcular el rendimiento.

El rendimiento en base húmeda (Ramos, 2013) se expresa en la siguiente formula:

$$\% R = \frac{v}{m} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

= volumen de aceite esencial obtenido mL.

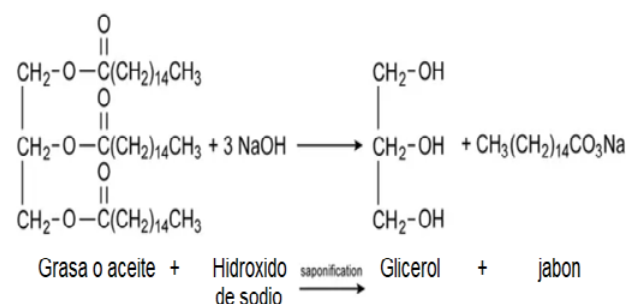
= masa del material vegetal, g.

Elaboración de jabones en barra para ropa a partir de aceite comestible usado

Se inicia con la preparación del aceite vegetal usado, primero se deja decantar, se separa el sobrenadante y se filtra, luego se procede a elaborar el jabón con la técnica básica de saponificación de grasas y aceites que se resume en el grafico 1, en donde se presenta la reacción general del proceso:

Figura 1

Proceso de saponificación



Para cada formulación se empleó:

Aceite de cocina usado doméstico	200 mL
Agua	200 mL
Na (OH)	40 g
NaCl	10 g
Aceite esencial cítrico	5 mL

La cantidad de hidróxido de sodio se determinó de acuerdo con el índice de saponificación de los aceites que hacían la mezcla del aceite usado.

Se elaboró por triplicado cada formulación:

Con aceite esencial de limón.

Con aceite esencial de naranja

Con aceite esencial de mandarina

Cada formulación se trasvaso a moldes y se procedió al desmolde a las 72 horas, las barras de jabón obtenidas se almacenaron durante 6 meses.

Para el cálculo del rendimiento se pesaron los jabones a los 30 días (rendimiento real), y se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{m}{m_t} \times 100 \quad (2)$$

El rendimiento teórico se obtuvo a partir de la ecuación estequiométrica de la reacción.

Caracterización físico-química y microbiológica de los jabones de aceite comestible usado.

Se emplearon los métodos indicados en la tabla 3, para la caracterización de los jabones elaborados:

Tabla 3

Parámetros y métodos de los análisis físico – químicos y microbiológicos

Análisis físico – químicos	
PARAMETRO	METODO/PROCEDIMIENTO
% Aceites y grasas	EPA 418.1
% Humedad	GRAVIMETRÍA INTERNO
% Alcalinidad como NaOH	STANDARD METHODS 2320 – B
% Cloruros	STANDARD METHODS 3500 – Cl E
pH	POTENCIOMETRICO/ NTE INEN-OIML R 87
Análisis microbiológicos UFC/g	
Aceites y Grasas	EPA 418.1
Aerobios mesófilos	ISO 4833
Mohos y Levaduras	ISO 7954
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ISO 22717:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	ISO 22718
<i>Escherichia coli</i>	ISO 21150: 2006

Calidad de los jabones

Se analizaron el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 839 para el jabón en barra expuestos a continuación:

Presentar textura firme y ser homogéneo en su composición promedio.

No debe dejar olor, color o residuo objetables en los objetos lavados.

Puede producir espuma durante el lavado.

Estar libre de materias extrañas a su composición, manteniendo como principal agente de lavado el producto de la saponificación de ácidos grasos.

Pueden contener carga inerte, pigmentos, colorantes, antioxidantes, suavizantes, coadyuvantes y agentes enzimáticos.

Cumplir con los Requisitos fisicoquímicos para el jabón en barra indicados en esta norma.

Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva: media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad.

Correlación entre las variables fisicoquímicas.

Resultados

Rendimiento de la extracción de aceites esenciales

Con la técnica de extracción por hidrodestilación con tubo de cohobación y a presión se obtuvieron los siguientes resultados a partir de las cascaras frescas de los cítricos:

Rendimiento del 6,8 % de aceite esencial de cascaras de limón sutil (*Citrus aurantifolia*) con un promedio de humedad de 74.0%

Rendimiento del 3,2 % de aceite esencial de cascaras de naranja de la variedad Valencia común (*Citrus sinensis*) con un promedio de humedad del 70.9 %

Rendimiento del 2,3 % de aceite esencial de cascaras de mandarina variedad Dancy (*Citrus reticulata*), con un promedio de humedad del 69.2 %

Rendimiento de la elaboración de jabones

Tabla 4

Rendimiento porcentual de la reacción de saponificación de los jabones de aceites vegetales usados de origen doméstico.

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA	RENDIMIENTO %
JARL	Jabón de aceite reciclado con esencia de limón.	JARL1	81,82
		JARL2	80,84
		JARL3	76,46
JARN	Jabón de aceite reciclado con esencia de naranja.	JARN1	79,10
		JARN2	80,00
		JARN3	81,20
JARM	jabón de aceite reciclado con esencia de mandarina.	JARM1	81,60
		JARM2	80,98
		JARM3	81,20
JARc	jabón de aceite reciclado	JARc1	79,40
		JARc2	81,30
		JARc3	80,90
=			80,40

La reacción de saponificación de todas las formulaciones realizadas dio en promedio el 80,40 % de rendimiento porcentual del producto de interés –jabón-, como se ha expuesto hay un segundo producto que se forma y es el glicerol.

Parámetros microbiológicos: Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales en los jabones de aceite comestible usado

Después del almacenamiento de seis meses de los jabones elaborados, se realizaron los análisis microbiológicos, y se compararon los resultados con los de jabones que se expenden en el mercado.

Los resultados se presentan en la tabla 5.

Respecto a la norma NTE INEN 2867 todos los jabones cumplen con ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, pero una barra de Jabón de aceite reciclado con esencia de naranja excede con 1250 UFC/g el límite máximo de mesófilos aerobios, y una barra de jabón de aceite reciclado con esencia de mandarina se excede con 50 UFC/g, puesto que son barras de jabones sin usar podría decirse que estas bacterias colonizaron y se desarrollaron en este medio por sus nutrientes. Las barras de jabón con aceite esencial de limón presentan ausencia de todos los microorganismos analizados, es decir este aceite mostro eficacia en la acción antimicrobiana. Una barra del jabon (JARM) con aceite esencial de mandarina, del jabón de aceite reciclado (JARc) y del jabón industrial para todo tipo de ropa (JIR) presentaron aerobios mesófilos, moho y levaduras, también en una barra de jabón industrial en barra con detergente (JID) se identificó levaduras.

Parámetros fisicoquímicos de los jabones

Ver tabla 6

Tabla 5

Análisis Microbiológicos de los jabones de aceites vegetales usados de origen doméstico e industriales

CODIGO	DESCRIPCION	M U E S - T R A	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS UFC/g					
			AEROBIOS MESÓFILOS ¹	MOHOS ²	L E V A D U - R A S ³	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ⁴	<i>Staphylococ- cus aureus</i> ⁵	<i>Escherichia coli</i> ⁶
JARL	Jabón de aceite reciclado con esencia de limón.	JARL1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARL2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARL3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JARN	Jabón de aceite reciclado con esencia de naranja.	JARN1	1,75 x	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARN2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARN3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JARM	jabón de aceite reciclado con esencia de mandarina.	JARM1	5,50 x	Ausencia	1,1	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARM2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARM3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JARc	jabón de aceite reciclado	JARc1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARc2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JARc3	1,03 x 10 ²	3 x	0,5 x 10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JIB	jabón industrial en barra para ropa de bebe	JIB1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JIB2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JIB3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JIR	jabón industrial para todo tipo de ropa.	JIR1	6 x	4 x	1,2 x	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JIR2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JIR3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
JID	jabón industrial en barra con detergente	JID1	Ausencia	Ausencia	1 x	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JID2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		JID3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: ¹ISO 4833 ^{2,3}ISO 7954 ⁴ISO 22717:2006 ⁵NTE INEN-ISO 22718 ⁶NTE INEN-ISO 21150

Tabla 6

Resultado del análisis físico – químicos de los jabones de aceites vegetales usados de origen doméstico e industriales

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA	PARÁMETROS FÍSICO –QUÍMICOS (%)				
			ACEITES GRASAS ¹	y HUMEDAD ²	ALCALINIDAD COMO NaOH ³	CLORUROS ⁴	pH ⁵
JARL	Jabón de aceite reciclado y esencia de limón.	JARL1	48,20	23,53	0,26	0,74	9,86 ± 0,03
		JARL2	46,50	22,86	0,29	0,79	9,80 ± 0,03
		JARL3	44,80	23,90	0,26	0,74	9,54 ± 0,04
JARN	jabón de aceite reciclado y aceite esencial de naranja.	JARN1	51,6	28,38	0,31	0,87	9,61 ± 0,05
		JARN2	53,40	29,13	0,30	0,81	9,50 ± 0,10
		JARN3	52,60	29,45	0,32	0,76	9,57 ± 0,08
JARM	jabón de aceite reciclado y esencia de mandarina.	JRM1	55,14	24,66	0,38	0,77	8,60 ± 0,01
		JRM2	54,89	24,38	0,37	0,75	8,40 ± 0,03
		JRM3	55,74	24,83	0,35	0,78	8,45 ± 0,02
JARc	jabón de aceite reciclado (blanco)	JARc1	52,20	25,88	0,46	0,78	8,50 ± 0,02
		JARc2	53,00	25,70	0,41	0,72	8,30 ± 0,04
		JARc3	52,80	26,05	0,38	0,75	8,45 ± 0,05
JIB	jabón industrial en barra para ropa de bebe	JIB1	45,80	11,74	0,29	0,91	7,78 ± 0,03
		JIB2	47,23	10,96	0,32	0,88	7,90 ± 0,03
		JIB3	49,06	12,07	0,34	0,91	7,98 ± 0,05
JIR	jabón industrial para todo tipo de ropa.	JIR1	56,90	17,17	0,46	0,80	8,5 ± 0,02
		JIR2	59,46	18,01	0,41	0,77	8,2 ± 0,08
		JIR3	57,29	18,89	0,38	0,75	8,2 ± 0,05
JID	jabón industrial en barra con detergente	JID1	59,22	16,70	0,38	0,91	8,7 ± 0,01
		JID2	60,81	15,92	0,40	0,89	8,6 ± 0,03
		JID3	61,40	16,34	0,42	0,87	8,6 ± 0,05

Nota: ¹EPA 418.1 ²GRAVIMETRIA INTERNO ³STANDARD METHODS 2320 – B ⁴STANDARD METHODS 3500 – CI E ⁵STANDARD METHODS

Utilizamos como variable auxiliar, TIPO DE JABON, entonces diferenciamos los datos de los jabones con aceites esenciales, sin aceite esencial y los del comercio, tabla 7.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de los análisis físico -químicos según tipo de jabón.

Informe		% aceites y grasas	% humedad	% alcalinidad como NaOH	% cloruros	potencial hidrogeno
JARL	Media	46,5000	23,4300	,2700	,7567	9,7333
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	1,70000	,52716	,01732	,02887	,17010
	CV coef variabilidad %	3,65	2,24	6,41	3,8	1,74
JARN	Media	52,5333	28,9867	,3100	,8133	9,5600
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	,90185	,54921	,01000	,05508	,05568
	CV coef variabilidad %	1,71	1,89	3,22	6,77	0,58
JARM	Media	55,2567	24,6233	,3667	,7667	8,4833
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	,43684	,22723	,01528	,01528	,10408
	CV coef variabilidad %	0,79	0,92	4,16	1,99	1,22
JARc	Media	52,6667	25,8767	,4167	,7500	8,4167
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	,41633	,17502	,04041	,03000	,10408
	CV coef variabilidad %	0,79	0,67	9,69	4,0	1,23
JIB	Media	47,3633	11,5900	,3167	,9000	6,9233
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	1,63408	,57000	,02517	,01732	,12503
	CV coef variabilidad %	3,44	4,91	7,94	1,92	1,80
JIR	Media	57,8833	18,0233	,4167	,7733	8,3000
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	1,37929	,86008	,04041	,02517	,17321
	CV coef variabilidad %	2,38	4,77	9,69	3,25	2,08
JID	Media	60,4767	16,3200	,4000	,8900	8,6333
	N	3	3	3	3	3
	Desv. Desviación	1,12758	,39038	,02000	,02000	,05774
	CV coef variabilidad %	1,86	2,39	5,00	2,24	0,66
Total	Media	53,2400	21,2643	,3567	,8071	8,5786
	N	21	21	21	21	21
	Desv. Desviación	4,98090	5,83108	,05969	,06520	,88494
	CV coef variabilidad %	9,35	27,42	16,73	8,07	10,31

En conjunto los datos analizados presentan la mayor dispersion con la variable % de humedad (27,42 %) seguido del % de alcalinidad como NaOH (16,73%), los demás parámetros están entre el 8,07 y 10,31 %, los jabones comerciales tienen menor % de humedad, mayor % alcalinidad como NaOH, mayor % de aceites y grasas, mayor % de cloruros y menor pH

Las correlaciones entre variables se establecieron con los parámetros fisicoquímicos como se aprecia en la tabla 8:

Tabla 8

Correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos

		Tipo de jabon	% aceites y grasas	% humedad	% alcalinidad como NaOH	% cloruros	potencial hidrogeno
Tipo de jabon	Correlación de Pearson	1	,657**	-,707**	,678**	,509*	-,610**
	Sig. (bilateral)		,001	,000	,001	,018	,003
	N	21	21	21	21	21	21
% aceites y grasas	Correlación de Pearson	,657**	1	-,050	,729**	,065	,012
	Sig. (bilateral)	,001		,829	,000	,779	,960
	N	21	21	21	21	21	21
% humedad	Correlación de Pearson	-,707**	-,050	1	-,125	-,667**	,742**
	Sig. (bilateral)	,000	,829		,589	,001	,000
	N	21	21	21	21	21	21
% alcalinidad como NaOH	Correlación de Pearson	,678**	,729**	-,125	1	-,036	-,274
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,589		,877	,229
	N	21	21	21	21	21	21
% cloruros	Correlación de Pearson	,509*	,065	-,667**	-,036	1	-,447*
	Sig. (bilateral)	,018	,779	,001	,877		,042
	N	21	21	21	21	21	21
potencial hidrogeno	Correlación de Pearson	-,610**	,012	,742**	-,274	-,447*	1
	Sig. (bilateral)	,003	,960	,000	,229	,042	
	N	21	21	21	21	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

El tipo de jabón se correlaciona significativamente con los porcentajes de aceites y grasas, alcalinidad como NaOH y negativamente con humedad y pH, otras correlaciones significativas son aceites y grasas con alcalinidad como NaOH, humedad con cloruros y con pH, cloruros con humedad, y pH con humedad.

Calidad de los jabones

Los jabones elaborados presentaron textura firme y homogeneidad en su composición, no tienen mal olor, ni dejan manchas en los objetos lavados, forman espuma durante el lavado, no tienen materias

extrañas a su composición, se observan similares a barras de jabón comerciales, el ingrediente extra son los aceites esenciales de cítricos, excepto los jabones elaborados como blancos o referentes cumplen con los requisitos fisicoquímicos de la norma clasificándose como Tipo III y Tipo Combinado.

La prueba de remoción de suciedad se desarrolló sobre telas con diverso tipo de suciedad y se comparó con los jabones comerciales, resultando en similar eficiencia.

Discusión

La limpieza corporal, de los ambientes, y todos los elementos que utilizamos como la ropa son importantes en el área de la salud, la eficiencia no solo abarca remover suciedad y microorganismos, sino también no ser agresivos con quien utiliza estos productos, los diversos productos adicionados en jabones antibacteriales de uso personal, se han ido retirando (Corp, 2016) según la regla final emitida por la FDA para proteger al consumidor. En busca de fabricar jabones que cumplan con el objetivo de limpieza y asepsia, se han venido desarrollando diversos estudios en donde se incluyan otras alternativas (Kowser R. & et. al, 2022).

La propuesta de esta investigación de incorporar aceites esenciales de cítricos como antimicrobianos en jabones en barra para la ropa

elaborados con aceites vegetales usados elimina o al menos aminoraría los efectos ambientales de estos desechos, la manera de comprobar si se logró el objetivo es demostrando científicamente, en este punto los análisis fisicoquímicos y microbiológicos basados en normas nos permite evaluar lo conseguido.

El rendimiento en la extracción de aceites esenciales de cítricos en este estudio de 6,8%, 3,2% y 2,3%, para aceite esencial de limón, naranja y mandarina, difieren de otros estudios. Se registran diferentes técnicas de extracción y eficiencia en estos procesos, una investigación sobre extracciones de aceite esencial de cascaras de mandarinas (*Citrus reticulata Blanco*) mediante hidrodestilación (HD), hidrodestilación asistida por microondas (MAHD) y extracción por microondas (ME) (DAO & et. al, 2020) obtuvo el 3,6 %, 6,8 % y 5,5 % en cada técnica respectivamente, en este estudio el rendimiento de aceite de mandarina (2,3 %) está por debajo de estos valores, en otro estudio determinaron (Salih, 2015) por destilación a vapor (SD) y destilación de vapor asistida por microondas (MASD) que los mejores rendimientos de aceite esencial se dan con MASD, obteniendo un rendimiento de 1,150 %, 1,115 %, 0.940 % para naranja, limón y mandarina respectivamente, estos rendimientos son inferiores a los obtenidos.

Cabe mencionar que el rendimiento de los aceites esenciales de cítricos no solo está sujeto a las técnicas de extracción utilizadas que van desde las convencionales hasta las innovadoras (Putnik & et. al, 2017), sino también a la variedad del cítrico, calidad de maduración y poscosecha, y partes del cítrico que se utilizan (Salvatore, Nicoletti, & Andolfi, 2022).

Una vez desarrollado el proceso de saponificación se determinó a los 30 días el rendimiento porcentual de las diferentes formulaciones de jabón en barra, así se aseguró que el proceso de maduración del jabón se complete, estequiométricamente se determinó un rendimiento del 80.40% de jabón y 19,6% de glicerina, en la industria la glicerina es retirada debido a su valor en la industria cosmética, lo cual resta hidratación, en este estudio se conservó la

glicerina para asegurar el cuidado de las manos y suavidad de las texturas de las telas.

Para comprobar el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales cítricos se realizaron análisis microbiológicos para: aerobios mesófilos, mohos, levaduras, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, estos análisis no los piden las normas para jabones en barra para ropa, pero si ha permitido analizar al efecto de los aceites esenciales.

Los Aerobios Mesófilos requieren de temperaturas entre 30 – 37°C y presencia de oxígeno, las barras de jabón elaboradas se almacenaron a temperatura ambiente que oscilo entre 9 a 19°C de mayo a octubre, se desconocen las condiciones de los jabones comerciales analizados, la presencia de aerobios mesófilos podría significar que no fue efectiva la acción del aceite esencial como antimicrobiano, o que se dio una contaminación durante el almacenaje o el proceso del análisis microbiológico, ya que los aerobios mesófilos son parte de la microflora de la piel humana (Gonzales-Montiel & et. al, 2019).

Debemos tomar en cuenta que los hongos pueden crecer como mohos o como levaduras. Algunas especies son dimórficas, es decir a temperatura de 37 °C (temperatura corporal) son capaces de crecer como levaduras, y a 25 °C (temperatura ambiente) se desarrollan como mohos (hongos filamentosos), los resultados indican presencia de moho en el jabón de aceite reciclado (blanco) y en el jabón industrial para todo tipo de ropa, el moho puede hallarse tanto al aire libre como en interiores, crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, y se propaga y reproduce mediante esporas, las esporas del moho pueden sobrevivir en condiciones ambientales como la sequedad, que no favorecen el crecimiento normal del moho, como se ha indicado la temperatura ambiente local no llega a los 25 °C, por lo tanto los jabones elaborados no estuvieron a la temperatura adecuada para estos microorganismos, en cuanto a la humedad se han desarrollado al 25,88 % y al 18,02 %. Su presencia se asume a la resistencia de las esporas, al hallarse en el medio ambiente

y que el material orgánico de los jabones puede servir de comida para el moho

También se encontraron levaduras en el jabón de aceite reciclado con esencia de mandarina, jabón de aceite reciclado (blanco), jabón industrial para todo tipo de ropa y jabón industrial en barra con detergente, con el 24,66 %, 26,05 %, 17,17 % y 16,70 % de humedad respectivamente. El aceite esencial de cascara de limón presenta la mayor eficiencia antimicrobiana, seguida del aceite esencial de naranja y finalmente mandarina, otro estudio difiere de estos resultados encontrando que la esencia de naranja tiene el mayor efecto antimicrobiano, seguido por el de limón (Edogbanya PRO, 2019),

De acuerdo al cumplimiento de la norma INEN 839 respecto a los requisitos de los parámetros fisicoquímicos, el jabón en barra con esencia de limón (JARL) es de Tipo III, y los jabones JARN, JARM y JARc son de Tipo Combinado, es decir los jabones obtenidos son apropiados para utilizarlos en el lavado de ropa, estos parámetros se correlacionan entre sí (tabla 8) a diferente significancia, principalmente por el Tipo de jabón, si bien la fórmula base y el procedimiento son iguales, difieren en el aceite esencial, cada ingrediente es parte del proceso del saponificación.

Los jabones elaborados actúan de forma eficiente en la limpieza, a excepción de las barras de jabón con aceite esencial de limón, todos los demás presentan algún microorganismo incluyendo los jabones comerciales, deduciendo que los otros aceites son menos eficientes, el encontrar microorganismos en los jabones comerciales evidencia un problema, se han encontrado microorganismos en jabones en uso (Sharma & et. al, 2021) en este caso son jabones que estaban en sus empaques. Es importante que en su función de limpieza los jabones no afecten la piel de quien los utiliza, el hecho de conservar la glicerina aminora el efecto secante.

Conclusiones

Con el uso de sosa cáustica, aceite vegetal

reciclado y adición de aceites esenciales de cítricos se obtuvieron jabones duros para el lavado de ropa que se clasifican en Tipo III y Combinados, buena eficiencia en la remoción de suciedad, el de mayor efecto antimicrobiano presentaron las barras de jabón con aceite esencial de limón, seguido por el aceite de naranja y de menor actividad antimicrobiana la mandarina, presentaron menor eficiencia contra mohos y levaduras inclusive los jabones comerciales.

Referencias bibliográficas

- Ambrosio, C. (27 de 11 de 2019). Descifrando la actividad antibacteriana selectiva y la composición química de los aceites esenciales de cítricos. (9), 17719. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-019-54084-3>
- Andina, C. (27 de 5 de 2020). *Reglamento Técnico Andino sobre especificaciones técnicas microbiológicas de productos cosméticos*. Recuperado el 19 de 7 de 2022, de https://www.invima.gov.co/documents/20143/448427/Resolucion_microbiologia_2120.pdf
- Bailey, A. (16 de 9 de 2021). *Verywellhealth*. Recuperado el 26 de 7 de 2022, de Una descripción general de las alergias al detergente para ropa: <https://www.verywellhealth.com/laundry-detergent-allergies-signs-symptoms-and-treatment-5198934>
- Centro de Educación Ambiental. (30 de 3 de 2020). *Historia del jabón. De la antigüedad al siglo XXI*. (C. d. Campo, Ed.) Recuperado el 31 de 7 de 2022, de <https://diario.madrid.es/cieacasadecampo/wp-content/uploads/sites/61/2020/03/Anexo-1-Historia-del-Jab%C3%B3n.pdf>
- Corp, R. (2016). Recuperado el 25 de 07 de 2022, de <https://www.registrar-corp.com/es/fda-issues-final-rule-on-the-removal-of-triclosan-and-triclocarban-from-antibacterial-soaps/>
- DAO, T., & et. al. (2020). Estudio comparativo del aceite esencial de mandarina (Citrus

- reticulata Blanco) extraído por métodos de hidrodestilación asistida por microondas, extracción por microondas e hidrodestilación de Tien Giang, Vietnam. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 991 012129, 991(9 -11). doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012129>
- Edogbanya P., S. M. (2019). Estudio comparativo sobre los efectos antimicrobianos de los aceites esenciales de cáscaras de tres frutos cítricos. *MOJ Biología y Medicina*, 4(2), 49 - 54. doi:10.15406/mojbm.2019.04.00113
- Edogbanya PRO, e. a. (28 de 5 de 2019). Comparative study on the antimicrobial effects of essential oils from peels of three citrus fruits. *MedCrave*, 4(2), 41 - 54. doi:10.15406/mojbm.2019.04.00113
- FDA. (2 de 9 de 2016). *La FDA emite la regla definitiva sobre la seguridad y la eficacia de los jabones antibacterianos*. Recuperado el 20 de 5 de 2022, de <https://www.fda.gov/>
- Fisher, K., & Phillips, C. (717 de 2006). El efecto de los aceites esenciales de limón, naranja y bergamota y sus componentes en la supervivencia de *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* in vitro y en los sistemas alimentari. (U. d. Escuela de Salud, Ed.) *Journal of Applied Microbiology*, 101(6), 1232-1240. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03035.x>
- Galovicová, L. (2022). The Potential Use of *Citrus aurantifolia* L. Essential Oils for. (T. Caffi, Ed.) *Agronomía 2022*, 12(3), 735. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030735>
- Gonzales-Montiel, L., & et. al. (2019). Calidad microbiológica del jabón líquido de dispensadores recargables y evaluación de su eficiencia en el lavado de manos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 986 - 994.
- Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/141.pdf>
- Hegde , P., & et. al. (2 de 17 de 2006). Contaminación microbiana de jabón en barra “En uso” en clínicas dentales. *Indio J Dent Res*, 17(70), 70 - 3. doi:10.4103/0970-9290.29888
- Hegde PP, A. A. (17 de abril - junio de 2006). Contaminación microbiana de jabón en barra “en uso” en clínicas dentales. *Indian J Dent Res [serie en línea]*, 17(2), 70 - 3. doi:10.4103/0970-9290.29888
- INEN. (7 de 2015). Recuperado el 18 de 7 de 2022, de [normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec): https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_839.pdf
- INEN 2867. (03 de 2015). *PRODUCTOS COSMÉTICOS. REQUISITOS*. Recuperado el 081 de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2867.pdf
- INEN 2899. (2 de 2016). *PRODUCTOS COSMÉTICOS. JABÓN ÍNTIMO. REQUISITOS*. Recuperado el 27 de 7 de 2022, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2899.pdf>
- INEN 839. (7 de 2015). *NTE INEN 839. AGENTES TENSOACTIVOS. JABÓN EN BARRA. REQUISITOS*. Recuperado el 26 de 7 de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_839.pdf
- INEN 841. (1 de 2016). *PRODUCTOS COSMÉTICOS. JABÓN DE TOCADOR EN BARRA*. Recuperado el 26 de 7 de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_841.pdf
- INEN 842. (7 de 2015). *AGENTES TENSOACTIVOS. JABÓN LÍQUIDO. REQUISITOS*. Recuperado el 27 de 7 de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_842.pdf

- INEN 850. (2016). *PRODUCTOS COSMÉTICOS. JABÓN LÍQUIDO DE TOCADOR*. Recuperado el 27 de 7 de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_850.pdf
- JJ Cabara, M. B. (7 de 1984). Contaminación de jabones en barra en condiciones “en uso”. *J Medio Ambiente Pathol Toxicol Oncol*, 5(4 - 5), 1 -14. Recuperado el 15 de 02 de 2022, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6394740/>
- Kowser R., T., & et. al. (2022). Efficacy of herbal anti-microbial soap in Tinea corporis: A randomized controlled study. *Journal of ethnopharmacology*, 287. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114934>
- Mancuso, M. (2019). Detección de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de cítricos frente a bacterias patógenas y cepas de *Candida*. *Flavour and Fragrance Journal*, 34(3), 187 - 200. doi:<https://doi.org/10.1002/ffj.3491>
- Palazzolo, E. (2013). Uso actual y potencial de los aceites esenciales de cítricos. *Current Organic Chemistry*, 17, 3042 -3049. doi:[10.2174/13852728113179990122](https://doi.org/10.2174/13852728113179990122)
- Putnik, P., & et. al. (mayo de 2017). Estrategias innovadoras, “verdes” y novedosas para la extracción de compuestos bioactivos de valor agregado de los desechos de cítricos: una revisión. *Molecules*, 22(5), 680. doi:[10.3390/molecules22050680](https://doi.org/10.3390/molecules22050680)
- Ramos, A. M. (2013). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de aceites esenciales e hidrosoles de Rosmarinus officinalis y Taraxacum officinale frente a microorganismos patógenos*. Recuperado el 14 de 5 de 2022, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11850/RamosPencueAdrianaMarcela2014.p>
- Salih, I. K. (09 de 2015). Extraction of Essential Oils from Citrus By-Products Using. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, 16(13), 11 - 22. doi:[ISSN: 1997-4884](https://doi.org/10.3390/horticulturae8050396)
- Salvatore, M., Nicoletti, R., & Andolfi, A. (30 de 04 de 2022). (E. A. Ruffo, Ed.) *Horticulturae*, 8(5), 396. doi:<https://doi.org/10.3390/horticulturae8050396>
- SENA. (2017). *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas*. (S. N. Aprendizaje, Ed.) Recuperado el 1 de 8 de 2022, de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#
- Sharma, y., & et. al. (24 de 11 de 2021). Contaminación de jabones en barra ‘en uso’ en clínicas dentales de hospital universitario. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 8(12). doi:<https://dx.doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20214615>
- YO., M. (8 de 1984). Flora microbiana de los productos de jabón en uso. *Aplicación Environ Microbiol.*, 48(2), 338 - 41. Recuperado el 24 de 2 de 2022, de [10.1128/aem.48.2.338-341.1984](https://doi.org/10.1128/aem.48.2.338-341.1984)