UEA Agroindustria
PrePrint UEA

Sección Agroindustria
Vol. AGI2324. ep12–166

| Recibido: 14/03/2024 |
| Aceptado: 29/04/2024 |
| Publicado: 12/11/2026 |

Estabilidad microbiológica de una crema de uso cosmético a base de aceites amazónicos

Microbiological stability of a cream for cosmetic use based on Amazon oils

Johana Aracely Cadena Peralta[1], Luis Ramón Bravo Sanchez[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep12-166 Crossref

Resumen

Se formuló una crema para uso cosmético a partir de materias primas propias de la Amazonía ecuatoriana como *Oenocarpus bataua* (ungurahua), *Fevillea cordifolia* (atamuyo), *Mauritia flexuosa* (morete), a partir de las cuales, por su calidad de aceites fijos poliinsaturados, se obtuvo la base emulsionada; como aditivos preservantes se adicionó el conservante orgánico Sharomix y aceites esenciales de *Zingiber officinale* (jengibre), *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Mespilodaphne quixos* (canela amazónica), que además de su potencial poder conservante, pueden otorgar caracteres organolépticos y funcionalidades únicas a dicha crema. Para optimizar las mezclas de aceites esenciales y Sharomix que garanticen una adecuada estabilidad microbiológica en función del tiempo se utilizó un diseño experimental de mezclas el cual se realizó, a través de Design Expert, en dos experimentos, el primero para recuento total de microorganismos y un segundo para mohos y levaduras, por un período de 90 días. Como resultado se obtuvo que los aceites esenciales al ser agregados solos o mezclados en diferentes proporciones a las cremas cosméticas de base emulsionada demostraron poseer poder conservante en la formulación. La mezcla de 0,248 g de Sharomix, 0,103 g de aceite esencial de hierba luisa, 0,242 g de aceite esencial de jengibre y 0,407 g de aceite esencial de canela amazónica preservó respecto al recuento total de microorganismos, por otra parte, en cuanto al poder preservante frente a mohos y levaduras la mezcla óptima fue 0,435 g de Sharomix, 0,125 g de aceite esencial de hierba luisa, 0,017 g de aceite esencial de jengibre y 0,575g de aceite esencial canela amazónica.

Palabras clave morete, atamuyo, ungurahua, canela amazónica, base emulsionada

Abstract

A cream for cosmetic use was formulated from raw materials from the Ecuadorian Amazon such as *Oenocarpus bataua* (ungurahua), *Fevillea cordifolia* (atamuyo), *Mauritia flexuosa* (morete), from which, due to their quality of fixed polyunsaturated oils, the emulsified base was obtained; as preservative additives, the organic preservative Sharomix and essential oils of *Zingiber officinale* (ginger), *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Mespilodaphne quixos* (Amazonian cinnamon) were added, which in addition to their potential preservative power, can provide organoleptic characteristics and unique functionalities to the cream. To optimize the mixtures of essential oils and Sharomix that guarantee adequate microbiological stability over time, an experimental design of mixtures was used, which was carried out, through Design Expert software, divided in two experiments, the first based on total count of microorganisms and the second one for molds and yeasts, for a 90-day period. As a result, it was obtained that the essential oils, when added alone or mixed in different proportions to the emulsified-based cosmetic creams, demonstrated to have preservative power in the formulation. The mixture of 0.248 g of Sharomix, 0.103 g of lemon grass essential oil, 0.242 g of ginger essential oil and 0.407 g of Amazon cinnamon essential oil preserved with respect to the total count of microorganisms; on the other hand, in terms of preservative power against molds and yeasts, the optimal mixture was 0.435g of Sharomix, 0.125g of lemon verbena grass oil, 0.017 g of ginger essential oil and 0.575 g of Amazonian cinnamon essential oil.

Keywords morete, atamuyo, ungurahua, Amazonian cinnamon, emulsified base

Direcciones [1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: Ja.cadenap@uea.edu.ec, lbravo@uea.edu.ec,

Autor para la correspondencia Johana Aracely Cadena Peralta. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: Ja.cadenap@uea.edu.ec

Cómo citar CADENA PERALTA, Johana Aracely, BRAVO SANCHEZ, Luis Ramón and , 2026. Estabilidad microbiológica de una crema de uso cosmético a base de aceites amazónicos. PrePrint UEA. Vol. AGI2324. p. ep12–166. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep12-166

Editores Académicos Willan Orlando Caicedo Quinche

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

Las plantas han sido siempre un elemento fundamental en la elaboración de productos de gran beneficio a lo largo de la historia del hombre, mientras que los aceites esenciales se destacan como auténticos tesoros, ofreciendo una riqueza de beneficios para la salud Bandoli (2009). Estas sustancias volátiles extraídas de plantas, flores, hojas, raíces y frutos contienen la esencia misma de la vida vegetal. A lo largo de la historia, los seres humanos han descubierto y aprovechado las propiedades terapéuticas y aromáticas de estos aceites.

En un mundo donde las amenazas microbianas son omnipresentes, los aceites esenciales se revelan como guardianes naturales dotados de propiedades antioxidantes y antimicrobianas capaces de controlar variedades de patógenos bacterianos, fúngicos y víricos. Los aceites esenciales han sido empleados para combatir bacterias, virus y hongos, debido

a la variedad de beneficios ofrecidos por ellos que abarcan desde el cuidado cutáneo hasta el apoyo emocional, brindan una experiencia de bienestar que trasciende lo físico para nutrir el cuerpo, la mente y el alma. Los aceites esenciales de canela amazónica, hierba luisa y jengibre no solo ofrecen una experiencia aromática agradable, sino que también aportan beneficios para la salud, lo que incluye propiedades antibacterianas que pueden ser valiosas en la prevención de enfermedades y el mantenimiento del bienestar general (Romero 2018).

En la búsqueda continua de productos de cuidado de la piel que sean eficaces y respetuosos con el entorno, el interés en las cremas faciales orgánicas ha experimentado un auge significativo. A medida que la conciencia sobre los riesgos de utilizar ingredientes artificiales o sintéticos crecen, los consumidores buscan alternativas que ofrezcan beneficios reales sin comprometer la salud de su piel ni el ambiente. En este contexto, los aceites esenciales han emergido como una joya natural y desempeñan un papel destacado como conservantes en las cremas faciales orgánicas (Escobedo et al. 2022).

Entre los diversos conservantes que se utilizan en la industria cosmética, los parabenos, el fenoxietanol y el alcohol bencílico han sido tradicionalmente opciones comunes. Sin embargo, la creciente demanda de alternativas naturales y la búsqueda de ingredientes eficaces y seguros dan lugar al desarrollo de conservantes innovadores, como Sharomix Sánchez (2015). Sharomix se destaca como una solución confiable y eficiente en el campo de conservantes para productos cosméticos con certificación orgánica. Estos conservantes se desarrollan con precisión, ofrecen una protección robusta contra el crecimiento de microorganismos no deseados y aseguran la integridad del producto (Espinoza 2018).

El jengibre, conocido por su componente activo gingerol, demuestra actividades antimicrobianas contra diversos patógenos entre los que se incluyen bacterias y hongos, lo que sugiere su capacidad para inhibir el crecimiento microbiano Guanoluisa et al. (2017). Por otro lado, la hierba luisa, rica en compuestos como el citral, ha exhibido propiedades antimicrobianas que pueden contribuir a la protección contra microorganismos indeseados Azuero et al. (2016). La canela amazónica, reconocida por su contenido de cinamaldehído, también ha demostrado actividad antimicrobiana, mostrando potencial contra bacterias y levaduras (Montero et al. 2017).

Sin embargo, los cosméticos orgánicos al basarse de ingredientes naturales pueden ser más susceptibles a la proliferación de microorganismos. Por lo tanto, el análisis microbiológico se realiza con el fin de evaluar la eficacia de los conservantes utilizados en la formulación y para asegurar que los niveles de microorganismos presentes cumplan con los estándares de seguridad establecidos por las regulaciones.

Los análisis microbiológicos ayudan a garantizar la calidad microbiológica de las cremas cosméticas orgánicas y la capacidad antioxidante y antibacteriana que poseen los aceites esenciales, donde se ayude a mantener la integridad del producto a lo largo de su vida útil. Además, este análisis es esencial para cumplir con las normativas regulatorias y para generar confianza en los consumidores respecto a la seguridad y la calidad de los productos cosméticos.

El objetivo del estudio fue determinar la capacidad de los aceites esenciales de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), canela amazónica (*Mespilodaphne quixos*) y jengibre (*Zingiber officinale*) como preservantes naturales, al ser agregados solos o mezclados en diferentes proporciones a las cremas cosméticas de base emulsionada preparadas a partir de aceites amazónicos fijos de morete (*Mauritia flexuosa*), atamuyo (*Fevillea cordifolia*) y ungurahua (*Oenocarpus bataua*), determinando así su poder conservante en la formulación.

2. Metodología

2.1. Lugar y locación

La investigación fue desarrollada en la Universidad Estatal Amazónica, en los laboratorios de Química y Microbiología ubicados en el bloque C, la misma que está ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza Vía Napo Km 2 ½, Paso Lateral S/N y Teniente Hugo Ortíz E45, como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1 | Geolocalización Universidad Estatal Amazónica. Tomado de Google maps, 2023.

2.2. Materialesy métodos

En el desarrollo de la presente investigación se manejaron materias primas propias de la Amazonía ecuatoriana como *Oenocarpus bataua* Mart (ungurahua), *Fevillea cordifolia* L. (atamuyo), *Mauritia flexuosa* L.f. (morete), *Zingiber officinale* (jengibre), *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Mespilodaphne quixos* (canela amazónica), mismos que fueron obtenidos en su estado natural en distintos lugares de la Amazonía y posteriormente se trasladaron a los laboratorios pertenecientes a la Universidad Estatal Amazónica para su posterior extracción de aceites fijos y esenciales para garantizar su pureza.

2.3. Extracción de aceites esenciales

La extracción de aceites esenciales se realizó de manera separada con el uso de 5000 g de hojas de *Mespilodaphne quixos*, 4000 g de hojas de *Cymbopogon citratus* y 19000 g de rizomas de *Zingiber officinale*, se colocó en un extractor de aceites esenciales de escala semi industrial, las cuales se sometieron al método de arrastre de vapor durante un período de 2 horas y 30 minutos dentro del extractor. Posteriormente, se desarrolló la separación del hidrólato del

aceite esencial mediante el proceso de decantación, almacenándose este último en un recipiente opaco y hermético para garantizar su preservación.

2.3.1. Rendimiento de aceites esenciales

La siguiente fórmula nos permite calcular el rendimiento en porcentaje, lo que facilita la evaluación de la eficiencia del proceso de extracción del aceite esencial.

Esta fórmula es fundamental en la industria de los aceites esenciales, ya que permite a los productores y fabricantes medir y mejorar la eficiencia de sus procesos de producción. Al comparar la cantidad de aceite esencial obtenido con la cantidad de materia prima utilizada, podemos determinar cuán efectivo ha sido el proceso de extracción.

$$\text{Rend}\,(\%) = \left(\frac{\text{Cant. de aceite esencial obtenido}}{\text{Cant. de materia prima utilizada}}\right) \times 100 \quad (1)$$

2.4. Elaboración de la crema base.

Para la elaboración de la crema base se utilizó la fórmula estandarizada por Granda & Agila, (2023) como se muestra en la **Tabla 1** con referencia a 100 g.

Tabla 1 | Crema cosmética elaborada con aceites fijos y esenciales amazónicos

Emulsificante	4,4
Manteca de cacao	15
Agua purificada	64,4
Atamuyo	0,45
Morete	4,35
Ungurahua	10,2
Preservante	1
Cantidad	100g

El proceso de elaboración de la crema se llevó a cabo mediante la combinación de componentes en dos fases distintas, en la fase acuosa se utilizó agua destilada, mientras que en la fase oleosa se incorporaron los emulsificantes, manteca de cacao, aceite de atamuyo, aceite de morete y aceite de ungurahua. Ambas fases fueron calentadas por separado en vasos de precipitación a baño maría hasta llegar a una temperatura de 70°C que facilitó su mezcla y manipulación, una vez llegada a la temperatura adecuada se utilizó un emulsionador de marca SilentCrusher M para la combinación de las dos fases, durante este proceso, se agitó continuamente hasta que la mezcla alcance la textura deseada, lo que garantizó una emulsión homogénea y estable lista para añadir los aceites esenciales y conservante Sharomix donde finalmente la crema cosmética resultante fue almacenada en recipientes para su posterior análisis.

2.5. Diseño experimental para optimizar la formulación de una crema cosmética con aceites esenciales

Los datos tomados en función del tiempo (7 días, 30 días y 90 días) se procesaron mediante un diseño experimental de mezcla, que constó de 23 formulaciones donde 6 de ellas cuentan con réplicas, se empleó diferentes cantidades de aceites esenciales de jengibre, hierba luisa, canela y Sharomix para evaluar la eficacia como acción conservante que indica la formulación y asegurar que los niveles de microorganismos presentes cumplan con los estándares de seguridad establecidos por las regulaciones, como se puede evidenciar en la **Tabla 2**.

Tabla 2 | Diseño experimental de crema cosmética con aceites esenciales

No	A:Sh	B:HL	C:J	D:CA
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0,25	0,25	0,25	0,25
3	0,125	0,125	0,125	0,625
4	0,5	0,5	0	0
5	0	0	0,5	0,5
6	0,5	0	0,5	0
7	0,5	0	0,5	0
8	0,5	0	0	0,5
9	0,25	0,25	0,25	0,25
10	0,5	0,5	0	0
11	0,125	0,625	0,125	0,125
12	0	0,5	0	0,5
13	0	0,5	0	0,5
14	0,625	0,125	0,125	0,125
15	0	0	0	1
16	0	0	0,5	0,5
17	0,125	0,125	0,625	0,125
18	0,333	0	0,333	0,333
19	1	0	0	0
20	0	1	0	0
21	0	0,5	0,5	0
22	0	0,5	0,5	0
23	0,25	0,25	0,25	0,25

La inclusión de aceites naturales en la composición de sustancias conservantes para cremas cosméticas puede contribuir tanto a su eficacia como a sus propiedades generales. Es primordial llevar a cabo pruebas de compatibilidad, estabilidad y seguridad al desarrollar una combinación de aceites naturales en vez de emplear un conservante convencional.

2.6. Siembra en placas "Compact dry" de aerobios mesófilos totales

Para iniciar la siembra, se realizó la esterilización de los tubos y puntas de micropipeta utilizando una autoclave de marca HMC HIRAYAMA, a una temperatura de 121°C a 15 psi durante 20 minutos. Luego, se tomó la muestra de 1 gramo de crema y se diluyó en 9 ml de agua estéril para obtener una dilución de 1/10 de cada una de las formulaciones del diseño experimental que se detallan en la **Tabla 2**.

El proceso de siembra se llevó a cabo en la cámara de flujo laminar de marca Biomedis® ESCO donde se inoculó 1 ml de la dilución 1/10 de la crema en las placas compact dry TCR, las cuales contienen un medio de cultivo cromogénico deshi-

dratado y listo para su uso inmediato. Esta acción se realizó con la ayuda de una micropipeta de volumen regulable de la marca pipet4u®pro posteriormente se colocaron las placas en una incubadora de marca Memmert y se mantuvieron a una temperatura de 35 ±2°C durante un período de 48±3 horas. Después de transcurir este tiempo de incubación, se procedió al conteo de colonias.

2.6.1. Siembra en placas "Compact dry" de Mohos y levaduras (YM)

Para la siembra en placas "Compact dry" de Mohos y levaduras (YM), se repitió el proceso anterior donde se agregó 1 ml de la dilución 1/10 de la crema a la placa compact dry YM que contiene un medio de cultivo cromogénico deshidratado, preparado para su uso inmediato. Posteriormente, las placas fueron colocadas en la incubadora de marca Memmert a la temperatura de 25 ± 2°C durante un período de 3 a 7 días. Una vez completado este tiempo de incubación, se llevó a cabo el recuento de colonias.

2.7. Análisis de Compact Dry

Se realizó el análisis de cada una de las muestras periódicamente a los 7 días, 30 días y 90 días después de haber sido envasados en su recipiente final y de esta manera tener un criterio certero de su estabilidad microbiológica. Para calcular las unidades formadoras de colonias se utilizó la fórmula:

$$\text{UFC/g} = \frac{A}{V} \times Df \qquad (2)$$

Donde:

A= recuento promedio de colonias dentro de la misma dilución y muestra.

V= volumen colocado en placa (en términos de Compact Dry, 1,0 ml).

Df = factor de dilución, recíproco de dilución (ejemplo $\frac{1}{10^3}$ = 1000).

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados

Después de realizar el proceso de extracción de los aceites esenciales se procedió a calcular el rendimiento obtenido y se demostró que hierba luisa presentó mejor rendimiento en comparación con canela y jengibre, según se describe en la **Tabla 3**.

Tabla 3 | Rendimiento de aceites esenciales

Cantidad de materia prima		Cantidad de aceite esencial obtenido	Rendimiento
Canela	5000g	26,95g	0,539%
Hierba luisa	4000g	23,74g	0,5935%
Jengibre	19000g	9,14g	0,0481%

3.1.1. Recuento Total de Microorganismos en la crema cosmética (TCR)

Se efectuó el análisis de cada una de las muestras de manera regular a los 7, 30 y 90 días después de haber sido envasadas en su recipiente final y así tener un criterio certero de su estabilidad microbiológica. Los resultados obtenidos se reflejan en la **Tabla 4**.

Tabla 4 | Recuento Total de Microorganismos en la crema cosmética (TCR)

Fórmula	A: Sh	B: HL	C: J	D:CA	ufc/g 7 días	ufc/g 30 días	ufc/g 90 días
1	0	0	1	0	370	480	850
2	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0	0
3	0,125	0,125	0,125	0,625	70	100	270
4	0,5	0,5	0	0	120	150	410
5	0	0	0,5	0,5	50	160	160
6	0,5	0	0,5	0	190	340	630
7	0,5	0	0,5	0	70	100	120
8	0,5	0	0	0,5	60	100	130
9	0,25	0,25	0,25	0,25	90	90	100
10	0,5	0,5	0	0	70	80	260
11	0,125	0,625	0,125	0,125	60	170	260
12	0	0,5	0	0,5	290	420	810
13	0	0,5	0	0,5	220	360	740
14	0,625	0,125	0,125	0,125	210	380	760
15	0	0	0	1	10	10	10
16	0	0	0,5	0,5	110	170	480
17	0,125	0,125	0,625	0,125	200	320	600
18	0,333	0	0,333	0,333	110	160	370
19	1	0	0	0	90	130	390
20	0	1	0	0	430	520	890
21	0	0,5	0,5	0	310	420	790
22	0	0,5	0,5	0	330	430	790
23	0,25	0,25	0,25	0,25	70	90	270

Los resultados del análisis estadístico se exponen enseguida. En la **Tabla 5** se evidencian los datos recopilados a los 7 días; se constató que el modelo matemático de la ecuación predictiva se adaptó a un modelo cúbico, tanto para este periodo (7 días) como para los lapsos de 30 y 90 días.

Tabla 5 | Resultados de tratamiento estadístico para Recuento Total de microorganismos a los 7 días

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	P-value	
Modelo	3,212E+05	22944,19	261,08	< 0,0001	Sig.
A-Sh	7323,41	7323,41	83,33	< 0,0001	
B-HL	7329,79	7329,79	83,40	< 0,0001	
C-J	7345,53	7345,53	83,58	< 0,0001	
D-CA	7321,12	7321,12	83,31	< 0,0001	
AB	2556,31	2556,31	29,09	0,0007	
AC	9646,02	9646,02	109,76	< 0,0001	
AD	1,04	1,04	0,0118	0,9162	
BC	455,31	455,31	5,18	0,0524	
BD	2007,70	2007,70	22,85	0,0014	
CD	4256,39	4256,39	48,43	0,0001	
ABC	269,78	269,78	3,07	0,1179	
ABD	7322,91	7322,91	83,33	< 0,0001	
ACD	7953,36	7953,36	90,50	< 0,0001	
BCD	31,56	31,56	0,3591	0,5656	
Residual	703,06	87,88			
Falta de ajuste	303,06	303,06	5,30	0,0548	No Sig.
Error Puro	400,00	57,14			

El valor de F de 261,08 y un valor de p inferior a 0,0001 indican que el modelo predictivo es estadísticamente significativo, pues en general valores menores que 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos; en este caso: los cuatro posibles preservantes: Sharomix, y los tres aceites esenciales mencionados, pero también las combinaciones binarias Sharomix + cualquiera de los aceites (hierba luisa, jengibre o canela amazónica), e incluso las combinaciones Sharomix + hierba luisa + canela y Sharomix + jenjibre + canela.

En la **Figura 2** se observa el gráfico del modelo matemático predictivo, donde se observa la relación entre los valores experimentales y los predichos por el modelo que resultó ser significativo.

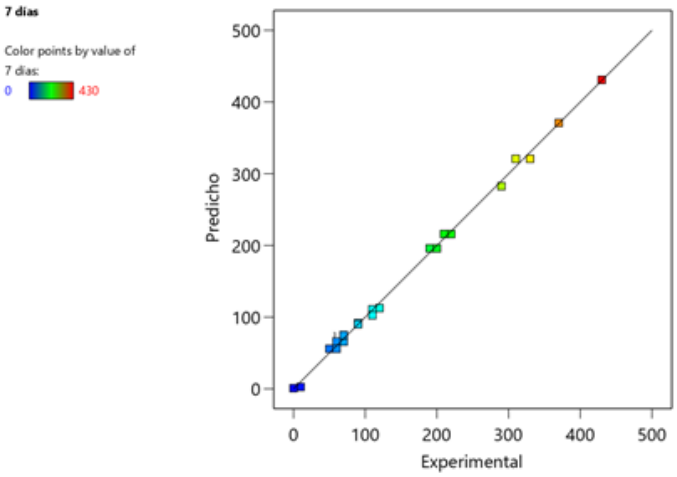

Figura 2 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático de predicción a los 7 días para TCR.

En la **Tabla 6** se observan los resultados obtenidos a los 30 días de experimentación. Como se puede observar, el modelo predictivo también resultó ser significativo y la falta de ajuste no lo fue.

Tabla 6 | Resultados de tratamiento estadístico para Recuento Total de Microorganismos a los 30 días

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	P-value	
Modelo	5,639E+05	40280,93	309,58	< 0,0001	Sig.
A-Sh	20238,07	20238,07	155,54	< 0,0001	
B-HL	20249,89	20249,89	155,63	< 0,0001	
C-J	20276,77	20276,77	155,84	< 0,0001	
D-CA	20238,99	20238,99	155,55	< 0,0001	
AB	5412,28	5412,28	41,60	0,0002	
AC	18795,95	18795,95	144,46	< 0,0001	
AD	2531,45	2531,45	19,46	0,0023	
BC	252,85	252,85	1,94	0,2008	
BD	2276,62	2276,62	17,50	0,0031	
CD	11260,46	11260,46	86,54	< 0,0001	
ABC	0,7018	0,7018	0,0054	0,9433	
ABD	8215,27	8215,27	63,14	< 0,0001	
ACD	22496,08	22496,08	172,90	< 0,0001	
BCD	128,16	128,16	0,9850	0,3500	
Residual	1040,91	130,11			
Falta de ajuste	340,91	340,91	3,41	0,1073	No Sig.
Error Puro	700,00	100,00			

Como se pudo observar en la **Tabla 6**, los resultados se comportaron de manera similar al de los 7 días, reiterándose la necesidad de utilizar Sharomix en alguna proporción en la mayoría de las mezclas. En la **Figura 3** se observa el gráfico del modelo matemático predictivo para los 30 días, observándose igualmente una buena correlación entre los resultados experimentales y los predichos.

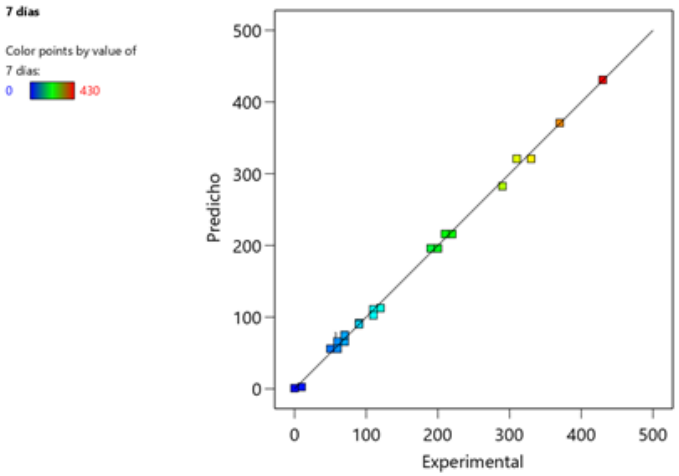

Figura 3 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático de predicción a los 30 días para TCR.

A los 90 días los resultados fueron los observados en la **Tabla 7**.

Tabla 7 | Resultados de tratamiento estadístico para Recuento Total de Microorganismos a los 90 días.

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	p-value	
Modelo	1,901E+06	1,358E+05	116,27	< 0,0001	Sig.
A-Sh	76014,47	76014,47	65,10	< 0,0001	
B-HL	76035,60	76035,60	65,12	< 0,0001	
C-J	76091,47	76091,47	65,17	< 0,0001	
D-CA	75961,83	75961,83	65,06	< 0,0001	
AB	16692,63	16692,63	14,30	0,0054	
AC	49848,09	49848,09	42,69	0,0002	
AD	5659,11	5659,11	4,85	0,0589	
BC	573,78	573,78	0,4914	0,5032	
BD	18173,78	18173,78	15,56	0,0043	
CD	16526,74	16526,74	14,15	0,0055	
ABC	9,40	9,40	0,0081	0,9307	
ABD	26299,78	26299,78	22,52	0,0015	
ACD	58134,09	58134,09	49,79	0,0001	
BCD	749,86	749,86	0,6422	0,4461	
Residual	9341,19	1167,65			
Falta de ajuste	3574,52	3574,52	4,34	0,0757	No Sig.
Error Puro	5766,67	823,81			

A los 90 días se observa un resultado muy similar, todos los aceites esenciales en diferentes combinaciones o proporciones manifiestan poder preservante y la mayoría de los términos significativos incluyen Sharomix. En la **Figura 4** se observa el gráfico del modelo matemático predictivo para los 90 días, con resultados análogos a los obtenidos para los otros tiempos de ensayo.

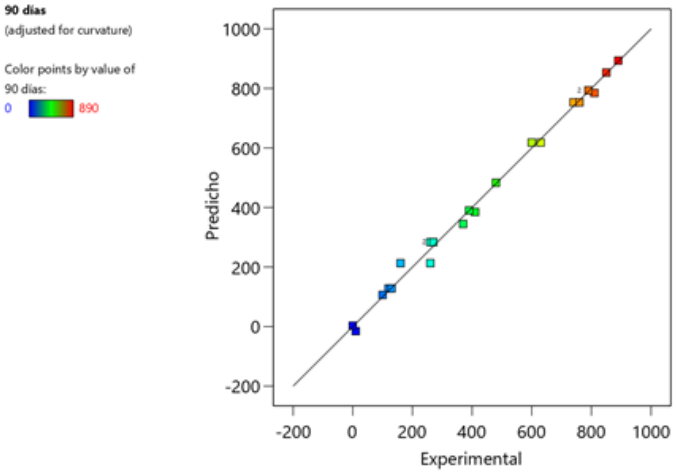

Figura 4 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático de predicción a los 90 días para TCR.

En resumen, el modelo de optimización para el recuento total de microorganismos ha identificado una combinación óptima para preservar la crema. Según los resultados, esta combinación más efectiva consiste en una masa total de preservante de 1 gramo por cada 100 gramos de crema, distribuida de la siguiente manera: 0,248 g de Sharomix, 0,103 g de aceite esencial de hierba luisa, 0,242 g de aceite esencial de jengibre y 0,407 g de aceite esencial de canela amazónica. Esta misma mezcla es capaz de minimizar el valor del conteo microbiano.

3.1.2. Análisis microbiológico Mohos y Levaduras en la crema cosmética (YM).

Tabla 8 | Recuento total de mohos y levaduras en la crema cosmética (YM)

Run	A: Sh	B: HL	C: J	D:CA	ufc/g 7 días	ufc/g 30 días	ufc/g 90 días
1	0	0	1	0	390	530	500
2	0,25	0,25	0,25	0,25	20	140	4000
3	0,125	0,125	0,125	0,625	90	150	200
4	0,5	0,5	0	0	150	200	2600
5	0	0	0,5	0,5	70	210	10
6	0,5	0	0,5	0	210	390	10
7	0,5	0	0,5	0	90	390	300
8	0,5	0	0	0,5	80	150	500
9	0,25	0,25	0,25	0,25	20	140	200
10	0,5	0,5	0	0	90	130	1220
11	0,125	0,625	0,125	0,125	80	220	0
12	0	0,5	0	0,5	310	470	0
13	0	0,5	0	0,5	240	460	3500
14	0,625	0,125	0,125	0,125	230	430	1100
15	0	0	0	1	30	60	2600
16	0	0	0,5	0,5	130	220	1100
17	0,125	0,125	0,625	0,125	220	370	1000
18	0,333	0	0,333	0,333	130	210	0
19	1	0	0	0	110	180	1380
20	0	1	0	0	450	570	1500
21	0	0,5	0,5	0	330	470	1500
22	0	0,5	0,5	0	20	140	500
23	0,25	0,25	0,25	0,25	40	60	540

El análisis se llevó a cabo de forma periódica a partir de los 7 días, 1 mes y 3 meses desde la fecha de envasado en su recipiente final. Los resultados de estas evaluaciones se detallan en la **Tabla 8**.

El análisis estadístico reveló un modelo matemático polinomial tipo 2FI, el cual resultó significativo, presentando una falta de ajuste no significativa para los tres períodos de estudio. Los resultados específicos correspondientes al período de 7 días se detallan en la **Tabla 9**.

Tabla 9 | Resultados de tratamiento estadístico para Mohos y Levaduras a los 7 días.

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	P-value	
Modelo	2,859E+05	28592,02	8,85	0,0006	Sig.
A-Sh	21215,39	21215,39	6,57	0,0264	
B-HL	21051,73	21051,73	6,52	0,0269	
C-J	21082,41	21082,41	6,53	0,0268	
D-CA	21089,14	21089,14	6,53	0,0268	
AB	69016,67	69016,67	21,36	0,0007	
AC	1,017E+05	1,017E+05	31,47	0,0002	
AD	67722,54	67722,54	20,96	0,0008	
BC	15659,67	15659,67	4,85	0,0499	
BD	37085,64	37085,64	11,48	0,0061	
CD	18019,63	18019,63	5,58	0,0377	
Residual	35538,86	3230,81			
Falta de ajuste	15088,86	3772,22	1,29	0,3593	No Sig.
Error Puro	20450,00	2921,43			

El valor de F igual a 8,85 indica que el modelo predictivo es significativo y que solo hay un 0,06% de probabilidad de que un valor de ese tamaño pueda ser debido al llamado "ruido"; un p-value inferior a 0,05 indica que los términos de la ecuación son significativos, tal es el caso de todas las mezclas binarias de Sharomix con aceites esenciales y de los aceites entre sí.

En la **Figura 5** se observa el gráfico que correlaciona los valores experimentales y los predichos por el modelo al cabo de los 7 días.

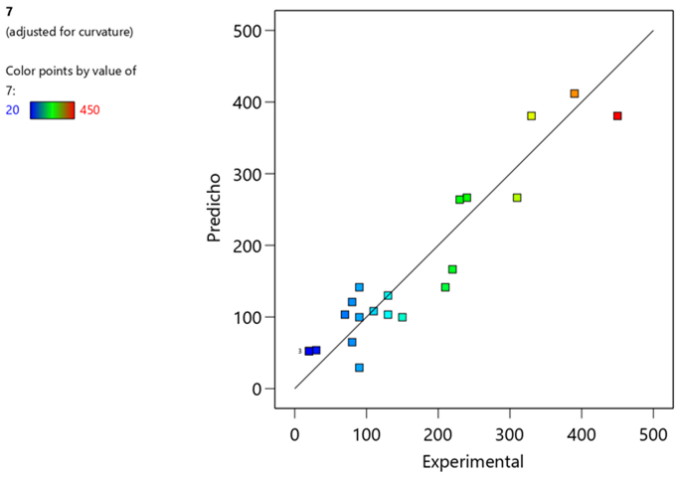

Figura 5 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático de predicción a los 7 días para YM

La **Tabla 10** corresponde al estudio estadístico correspondiente a los 30 días.

Tabla 10 | Resultados de tratamiento estadístico para Mohos y Levaduras a los 30 días

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	P-value	
Modelo	4,860E+05	48599,46	32,04	< 0,0001	Sig.
A-Sh	11703,66	11703,66	7,72	0,0180	
B-HL	11543,47	11543,47	7,61	0,0186	
C-J	11565,16	11565,16	7,63	0,0185	
D-CA	11572,44	11572,44	7,63	0,0185	
AB	1,339E+05	1,339E+05	88,31	< 0,0001	
AC	1,159E+05	1,159E+05	76,42	< 0,0001	
AD	1,148E+05	1,148E+05	75,69	< 0,0001	
BC	24255,10	24255,10	15,99	0,0021	
BD	1,173E+05	1,173E+05	77,34	< 0,0001	
CD	9691,97	9691,97	6,39	0,0281	
Residual	16682,71	1516,61			
Falta de ajuste	9132,71	2283,18	2,12	0,1818	No Sig.
Error Puro	7550,00	1078,57			

El valor de F implica que el modelo es significativo. Los términos significativos en el modelo predictivo son: A, B, C, D, AB, AC, AD, BC, BD, CD. La **Figura 6** corresponde al gráfico de correlación entre lo experimental y lo predijo, para los 30 días.

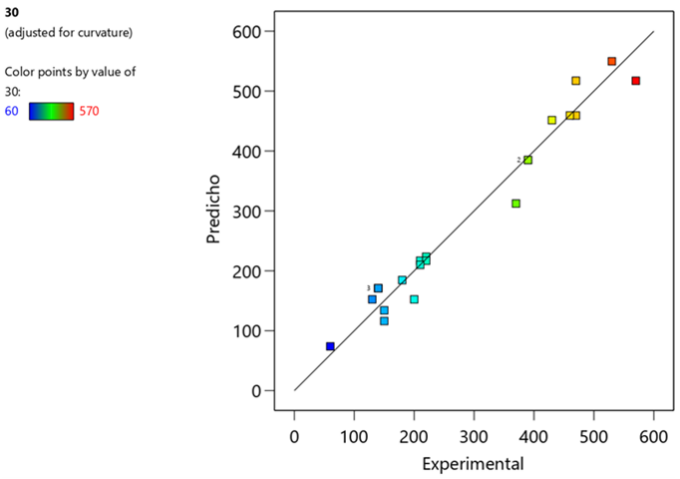

Figura 6 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático de predicción a los 30 días para YM

Finalmente, a los 90 días se obtuvieron los resultados relejados en la **Tabla 10.**

Cómo se puede observar se obtuvieron resultados similares a los otros tempos de estudio. En la **Figura 7** de muestra el gráfico que expresa la correlación entre valor experimental y predicho a través del modelo matemático.

Una vez concluido el diseño experimental de mezclas para la optimización del poder preservante de los aditivos en estudio (para 1 g de conservante total utilizado en la formulación por cada 100 g de crema), la mezcla que resultó óptima fue: 0,435 g de Sharomix, 0,125 g de aceite esencial de hierba luisa, 0,017 g de aceite esencial de jengibre y 0,575 g de aceite esencial canela amazónica.

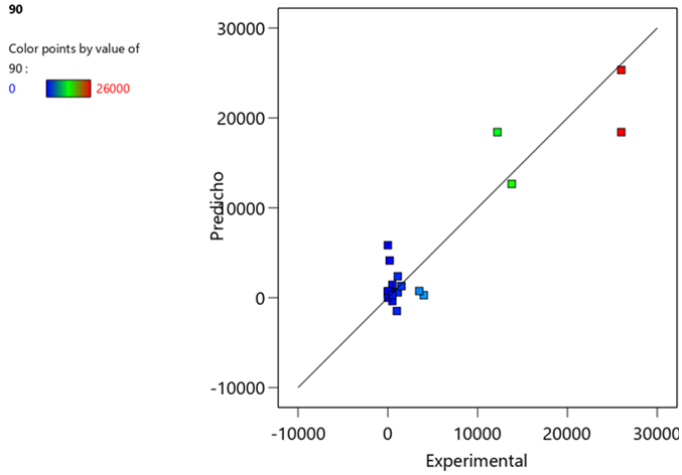

Figura 7 | Relación entre los valores experimentales y predichos por el modelo matemático.

Tabla 10 | Resultados de tratamiento estadístico para Mohos y Levaduras a los 90 días

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-value	p-value	
Modelo	1,147E+09	1,147E+08	7,01	0,0017	Sig.
A-Sh	5,508E+06	5,508E+06	0,3367	0,5734	
B-HL	5,538E+06	5,538E+06	0,3385	0,5724	
C-J	5,557E+06	5,557E+06	0,3397	0,5718	
D-CA	5,580E+06	5,580E+06	0,3411	0,5710	
AB	3,586E+07	3,586E+07	2,19	0,1668	
AC	83248,95	83248,95	0,0051	0,9444	
AD	4,464E+07	4,464E+07	2,73	0,1268	
BC	3,566E+07	3,566E+07	2,18	0,1679	
BD	3,587E+08	3,587E+08	21,93	0,0007	
CD	1,764E+08	1,764E+08	10,78	0,0073	
Residual	1,799E+08	1,636E+07			
Falta de ajuste	6,903E+07	1,726E+07	1,09	0,4307	No Sig.
Error Puro	1,109E+08	1,584E+07			

3.2. Discusión

3.2.1. Extracción de aceites esenciales

La extracción de aceites esenciales de diferentes plantas presenta resultados diversos y reveladores que se detallan a continuación.

Canela Amazónica (*Mespilodaphne quixos*): El aceite esencial extraído de las hojas de *Mespilodaphne quixos* contiene compuestos bioactivos conocidos por sus propiedades antimicrobianas. El cinamaldehído, que constituye la mayor parte de su composición química, exhibe propiedades antibacterianas y antifúngicas, convirtiéndolo en un recurso valioso en la lucha contra diversas infecciones y microorganismos patógenos. Se obtuvo un rendimiento de 26,95 g de aceite esencial a partir de 5000 g de hojas, equivalente al 0,539 de rendimiento de este. Si se comparan los resultados de productividad de las hojas de *Mespilodaphne quixos* obtenidas en la Universidad Estatal Amazónica resulto inferior a los valores mencionados por Paredes et al. (2010) cuyo rendimiento de esencia de una planta es de 1-3%, la diferencia puede imputarse a la etapa de recolección y el paraje de procedencia, contenido de humedad u otros cambios genéticos.

Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*): La hierba luisa contiene componentes aromáticos como citronela, geraniol y limoneno, además de un componente antimicrobiano clave: el citral. Este compuesto, con su aroma cítrico distintivo, desempeña un papel fundamental en la protección contra microorganismos no deseados, convirtiendo a la misma en un aliado natural para mantener un entorno saludable. Se obtuvo 23,74 g de aceite esencial de 4000 g de hierba luisa, lo que representa al 0.539% de rendimiento. Al comparar los resultados obtenidos con la hierba luisa fresca obtenida en la Universidad Estatal Amazónica esta resulta mayor al porcentaje expresado por Meza et al. (2013) donde obtuvieron el 0,45% de rendimiento promedio de aceite esencial de muestra vegetal fresca. Este rendimiento es superior al obtenido en investigaciones previas, posiblemente debido a diferencias en la metodología o en la calidad de la materia prima.

Jengibre (*Zingiber officinale):* El aceite esencial de jengibre, obtenido de sus raíces, contiene componentes como el gingerol, el zingibereno y el beta-bisaboleno, conocidos por sus propiedades antibacterianas y antiinflamatorias. Estos elementos no solo otorgan al aceite su característico aroma cálido y especiado, sino que también lo convierten en una herramienta eficaz en la defensa contra microorganismos no deseados. Después de colocar 19000 g de hojas de canela se obtuvo 9,14 g de aceite esencial, lo que representa al 0.0481% de rendimiento de este. El rendimiento obtenido de la materia vegetal resultó menor al compararlo con el rendimiento obtenido por Quispe et al. (2018) el cual fue el 0,75% de rendimiento máximo de extracción del aceite esencial, la diferencia puede imputarse a la etapa de recolección y el paraje de procedencia, contenido de humedad u otros cambios genéticos

3.2.2. Diseño experimental de crema cosmética con aceites esenciales

El diseño experimental busca evaluar la estabilidad en la formulación de la crema cosmética al incorporar diferentes combinaciones y concentraciones de aceites esenciales. Se requiere no solo alcanzar una formulación estéticamente atractiva y con un aroma característico sino también maximizar los posibles beneficios para la piel derivados de las propiedades únicas de los aceites esenciales seleccionados y a la vez aprovechar sus características como antimicrobianos para valorar su contribución a la estabilidad microbiológica (preservantes naturales). Cada muestra incorpora una mezcla específica, compuesta por aceites esenciales cuidadosamente elegidos por sus propiedades hidratantes, antioxidantes, aromáticas y antimicrobianas.

3.2.3. Compact Dry de Recuento Total de Microorganismos en la crema cosmética (TC)

El análisis microbiológico en cremas cosméticas orgánicas es un proceso fundamental para garantizar la seguridad y la calidad del producto. Este tipo de análisis se centra en la detección y cuantificación de microorganismos, como bacterias, hongos y levaduras, que podrían estar presentes en la crema. La importancia radica en prevenir la contaminación microbiológica que podría comprometer la salud del usuario y la integridad del producto, además de lograr que esta se mantenga en el tiempo (Fernandez 2019).

El nivel de detección de microorganismos con el medio de cultivo compact dry TC tiene gran similitud que otros métodos de recuento de colonias aeróbicas, un ejemplo es la investigación realizada por De Vaugelade et al. (2017) que demuestra según la comparación del método TC compacto seco con el método estándar ISO 21149:2006, tuvieron un rendimiento igual de bueno. Se logró la demostración de que el método Compact Dry TC puede constituir una herramienta alternativa útil para la enumeración rápida de bacterias mesófilas aeróbicas en emulsiones cosméticas.

3.2.4. Compact Dry Mohos y Levaduras en la crema cosmética (YM)

Compact Dry YM es un método de prueba listo para usar para la enumeración de levaduras y mohos en productos a base de frutas. Las placas están preesterilizadas y contienen nutrientes incorporados no tejidos suplementados con antibióticos y un sustrato de enzima cromogénico, fosfato de 5-bromo-4-cloro-3-indoxil, sal de p -toluidina (X-phos), para facilitar el recuento de colorantes, y agua fría. -agente gelificante soluble Kodaka et al. (2006). La realización de análisis microbiológicos específicos, enfocados en mohos y levaduras, en cremas cosméticas orgánicas es una práctica esencial para garantizar la seguridad y calidad y estabilidad microbiológica de estos productos.

El control microbiológico específico para mohos y levaduras se erige como una herramienta crucial para preservar la calidad percibida, la seguridad y la efectividad de las cremas cosméticas orgánicas un ejemplo del mismo es la investigación realizada por Kodaka et al. (2006) donde sus resultados obtenidos de los estudios sobre la comparación del rendimiento del Compact Dry YM con el del Método BAM para la estimación de recuentos de colonias de levaduras y mohos, demostró que estos 2 métodos funcionaron igualmente bien. Por lo tanto, las placas Compact Dry YM podrían ser un conveniente método alternativo para pruebas microbiológicas rutinarias de alimentos para la enumeración de levaduras y mohos en productos a base de frutas y otros productos a lo largo de su ciclo de vida.

4. Conclusiones

Las 23 formulaciones que incluyeron aceites esenciales de hierbaluisa, canela amazónica y jengibre en distintas proporciones, dentro de cremas cosméticas de base emulsionada, mostraron un efecto conservante satisfactorio. Estas cremas, elaboradas con aceites fijos amazónicos de morete, atamuyo y ungurahua, mantuvieron su eficacia durante todo el periodo de estudio, desde los 7 hasta los 90 días. Esto sugiere que la combinación de estos aceites esenciales con los aceites fijos amazónicos puede ser una estrategia prometedora para la conservación de productos cosméticos a lo largo del tiempo.

La mezcla compuesta por 0,248 g de Sharomix, 0,103 g de aceite esencial de hierbaluisa, 0,242 g de aceite esencial de jengibre y 0,407 g de aceite esencial de canela amazónica demuestra una mejor capacidad de preservación cuando se considera el recuento total de microorganismos. Por otro lado, al evaluar su eficacia preservante frente a mohos y levaduras, se determina que la mezcla óptima consiste en

0,435 g de Sharomix, 0,125 g de aceite esencial de hierba luisa, 0,017 g de aceite esencial de jengibre y 0,575 g de aceite esencial de canela amazónica. Estos hallazgos sugieren que la combinación de estos ingredientes puede ofrecer una protección eficaz contra la proliferación de microorganismos, proporcionando una opción de preservación versátil y efectiva para productos cosméticos.

Contribuciones de los autores

Johana Aracely Cadena Peralta: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Luis Ramón Bravo Sanchez: Concepción del trabbajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

AZUERO , Andrea, JARAMILLO JARAMILLO, Camila y SAN MARTIN, DIANA. 2016. Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador. 3 de SEPTIEMBRE de 2016, Vol. 9, 20, págs. 11-18.

BANDOLI, Arnaldo. 2009. *Son realmente útiles los aceites esenciales.* Santiago de Chile : Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas, 2009. Vol. 8. 0717 7917.

DE VAUGELADE, S. 2016. Comparison of the compact dry TC method with the standard method ISO 21149: 2006 for determining aerobic colony counts in cosmetic emulsion. 2016, Vol. 39, págs. 17-24.

ESCOBEDO, Lizbeth , GARCÍA, Irma y MEDINA, Miguel. 2022. *Diseño, manufactura y control de calidad de crema facial natural.* México : s.n., 2022. 2448-8003.

ESPINOZA CASTRO, Carlos Andrés. 2018. Plan de negocios para la producción y comercialización de exfoliantes faciales a base de arándanos importados desde Chile, en la ciudad de Quito. *Universidad de las Américas, Quito.* [En línea] 24 de noviembre de 2018. http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9957.

FERNANDEZ RAMÓN, Francisca. 2019. *Seguridad y seguridad de los productos cosmeticos en el derecho español.* 2019. 2301-0665.

Google. 2023. Geolocalizacion de Universidad Estatal Amazónica. *Geolocalizacion de Universidad Estatal Amazónica.* [En línea] 2023. https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Estatal+Amaz%C3%B3nica+-+UEA/@-1.4689521,-77.9985698,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d3e095452fca23:0xf701ae5f94cacb94!8m2!3d-1.4689575!4d-77.9959949!16s%2Fg%2F11clgbxbj6?hl=es&entry=ttu.

GUANOLUISA JAMI, Sandy Alexandra y HIDALGO ARAUJO, Paola Daniela. 2017. *Efecto antimicrobiano del extracto, aceite esencial de jengibre zingiber officinale) sobre cepas de enterococcus faecalis: Estudio in vitro.* Quito : Estudio in vitro, 2017. págs. 89-97. Vol. 19. 1390-9967 / 1390-7468.

JIMÉNEZ JIMÉNEZ, William Johnny. 2022. *Actividad antioxidante y antimicrobiana del aceite esencial de citrus sinenis, citrus paradisis y citrus reticulata.* Guayaquil : Saberes del Conocimiento, 2022. págs. 399-407. Vol. 6. 2588-0748.

KODAKA, Hidemasa, MIZUOCHI, Shingo y TERAMURA, Hahime. 2006. Comparación del Compact Dry YM con el método BAM de la FDA para la enumeración de levaduras y mohos en productos a base de frutas: método de rendimiento probado SM 100401. *Journal of AOAC INTERNATIONAL.* 2006, Vol. 89, 1, págs. 127-138.

MEZA ANGOS, Katherine Lourdes y VARGAS DUQUE, Gabriela Geoconda. 2013. Evaluación de la actividad anntibacteriana in vitro del aceite esencial de hierba luisa(cymbopogon citratus (dc) stapf), poaceae en una formulacion cosmética con finalidad antiacneíca. evaluación de la actividad anntibacteriana in vitro del aceite esencia. *Evaluación de la actividad anntibacteriana in vitro del aceite esencial de hierba luisa(cymbopogon citratus (dc) stapf), poaceae en una formulacion cosmética con finalidad antiacneíca. evaluación de la actividad anntibacteriana in vitro del aceite esencia.* [En línea] 15 de MAYO de 2013. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6005/1/UPS-QT03735.pdf.

MONTERO RECALDE, Mayra, y otros. 2017. *Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial de Canela (Cinnamomum zeylanicum) sobre Cepas de Salmonella.* 2017. págs. 987 - 993. Vol. 28. 1609-9117.

PAREDES PUNINA, Diego Orlando y QUINATOA CHICAIZA, Fabián Danilo. 2010. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES. *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES.* [En línea] 29 de julio de 2010. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1710/1/15T00453.pdf.

QUISPE DÍAZ, Katherine Fiorella y TACO HUAMANI, Ronald John. 2018. repositorio unsa. *Evaluación del tiempo de extracción, factor de empaquetamiento, humedad del rizoma, en el rendimiento de la extracción del aceite esencial de jengibre (zingiber officinale roscoe) por arrastre de vapor, caracterización fisicoquimica del aceite esencial y.* [En línea] 23 de septiembre de 2018. https://repositorio.unsa.edu.pe/items/353e6742-1706-41b1-8a3f-c49090fd6282.

ROMERO ALCEDO, María. 2018. *Usos tradicionales y actuales de los aceites esenciales.* Sevilla : s.n., 2018.

SÁNCHEZ ALAYÓN, Sara. 2015. Crema humectante y regeneradora a base de sebo animal. *Crema humectante y regeneradora a base de sebo animal.* [En línea] junio de 2015. [Citado el: 11 de Marzo de 2024.] https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4857/CREMA%20HUMECTANTE%20Y%20REGENERADORA%20A%20BASE%20DE%20SEBO%20ANIMAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y.