

Universidad Autónoma de Baja California

Instituto de Ingeniería



Programa:

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

Maestría en Ingeniería

Desarrollo de un producto de valor agregado que utilice aceites esenciales provenientes de residuos agroindustriales de Mexicali.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
INGENIERÍA

Alumna:

Iracema Guadalupe Valenzuela Espinoza

Director de tesis:

Dr. José Ramón Ayala Bautista

Codirector de tesis:

Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega

Agosto 2022, Mexicali, Baja California

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Agradezco al Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, por haberme dado la oportunidad de entrar a su seno científico para la realización del presente trabajo, así como un agradecimiento de antemano a los múltiples docentes que me brindaron sus consejos y apoyo. En especial, a mis directores de tesis el Dr. José Ramón Ayala Bautista y el Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo en este periodo, en el cual aprendí mucho de ellos, su experiencia, consejos y su amplia capacidad para el desarrollo de la tesis entre otras cosas más. Estaré eternamente agradecida por el gran apoyo que me dieron y el trato de gran calidad humana que me brindaron.

Agradezco especialmente al Dr. Alan Ayala Bautista y a mi colega el M Jesús Manuel Armenta Gálvez, lo cuales me ayudaron a ingresar al programa de posgrado.

De igual manera, agradezco a los Doctores; Daniela Guadalupe Lucia Montes Núñez y Héctor Enrique Campbell Ramírez. Porque sus consejos, siempre buenos, se ven reflejados en mi trabajo de tesis.

Agradezco a mis padres y hermanos, por su comprensión y apoyo en el transcurso de mi profesión. Sin ellos no hubiera logrado una meta más en mi vida profesional.

Finalmente, agradezco a Andrés Leal por su gran apoyo, amor y confianza brindada durante esta etapa de mi vida.

RESUMEN

Los aceites esenciales (AE) son compuestos naturales, líquidos volátiles, de composición compleja con agradable aroma, que provienen de plantas a las que aportan olores particulares, generalmente gratos. Estos AE pueden ser obtenidos mediante el aprovechamiento de material residual. Dichos AE pueden ser utilizados tanto como producto primario o en complemento para la elaboración de otros productos. El gel antibacterial se ha vuelto un producto esencial en el sector salud por la alta demanda de consumo debido a la contingencia mundial por la COVID-19. El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar un producto de valor agregado a partir de aceites esenciales provenientes de residuos agroindustriales de Mexicali. Para ello, se obtuvo aceite esencial de naranja, toronja y eucalipto residual por el método de hidrodestilación. El aceite esencial se utilizó para el desarrollo de distintas formulaciones de gel antibacterial, cumpliendo con las especificaciones de calidad. A estas formulaciones de gel antibacterial se le hicieron pruebas fisicoquímicas tales como viscosidad y pH, al igual que pruebas de actividad antimicrobiana. Se seleccionaron dos formulaciones de gel antibacterial y mediante pruebas sensoriales se le determinaron propiedades organolépticas tales como consistencia, olor, color, suavidad, entre otras. Estas determinaciones se llevaron a cabo por medio de encuestas aplicadas a la población de Mexicali, Baja California. El rendimiento promedio de las extracciones de aceite esencial de cáscara de naranja fue de 23.67 mililitros por cada kilogramo. Los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas de los geles antibacteriales fueron de viscosidad promedio de 0.50 P y pH promedio de 5. Para las dos formulaciones seleccionadas la viscosidad fue de 0.11 P y pH de 7. A través de la encuesta de prueba sensorial se determinó la aceptación del producto por parte del 96% de los encuestados. La muestra 1 resultó ser más aceptable con un 99%, mientras que la muestra 2 obtuvo el 87% de aceptación. Por lo anterior fue posible el desarrollo de un gel antibacterial con aceite esencial extraído de cáscara de naranja residual.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.2 HIPÓTESIS.....	11
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.3.1 Objetivos específicos.....	11
1.4 ANTECEDENTES	12
1.4.1 Gel antibacterial.....	12
1.4.2 AE como uso aromaterapia.....	14
2 MARCO TEÓRICO	17
2.1 Biomasa	17
2.2.1 Química de los AE.....	17
2.3 Producción de material vegetal	20
2.3.1 Producción de naranja	20
2.3.2 Producción de toronja.....	21
2.3.3 Producción de Eucalipto.....	23
2.4 Métodos de extracción.....	24
2.4.1 Destilación con agua (Hidrodestilación)	24
2.4.2 Destilación por arrastre con vapor de agua	25
2.4.3 Extracción con disolventes	26
2.4.4 Hidrodifusión.....	27
2.4.5 Extracción con solvente.....	27
2.4.6 Extracción asistida por la radiación de microondas (MWHD).....	28
2.4.7 La extracción con fluidos en condiciones supercríticas	29
2.5 Análisis de cromatografía de gases/masa de AE de naranja, eucalipto y toronja (GC-MS) mediante diferentes técnicas de extracción.....	29
2.5.1 AE de naranja	29
2.5.2 AE de eucalipto	32
2.5.3 AE de toronja.....	33
2.6 AE con efectos antibacterianos.....	34
2.6.1 Utilización de E. coli y S. aureus en métodos generales de análisis-determinación de la actividad microbiana.....	35
2.6.2 Escherichia coli ATCC 11229.....	35
2.6.3 Staphylococcus aureus ATCC 6538.....	38
2.7 Evaluaciones sensoriales	39

2.7.1	Los sentidos	40
2.7.2	Funcionamiento de un panelista en análisis sensoriales	43
2.7.3	Tipos de pruebas sensoriales	43
3	METODOLOGÍA	44
3.1	Extracción de AE de naranja	44
3.2	Obtención de AE de eucalipto	46
3.3	Formulación piloto de gel antibacterial	49
3.4	Pruebas físico-químicas.....	50
3.4.1	Determinación de viscosidad.....	50
3.4.2	Determinación de la viscosidad por el método de caída de bola.....	51
3.4.3	Determinación de pH.....	51
3.4.4	NMX-BB-040-SCFI-1999-Métodos generales de análisis- determinación de actividad antimicrobiana en productos germicidas.....	52
3.5	Pruebas sensoriales.....	54
3.5.1	Muestreo poblacional para pruebas sensoriales.....	54
3.5.2	Definición del objetivo para las pruebas sensoriales.....	54
3.5.3	Diseño del Instrumento.....	56
3.5.4	Estrategia de aplicación de instrumento	57
3.6	Procedimiento para pruebas sensoriales	58
3.7	Prototipo de envase de gel antibacterial.....	59
4	RESULTADOS..... ;Error! Marcador no definido.	
4.1	Obtención de AE de naranja y toronja.....	60
4.2	Obtención de AE de eucalipto	62
4.3	Formulación piloto de gel antibacterial.....	64
4.4	Pruebas de actividad antimicrobianas.....	70
4.5	Pruebas físico-químicas.....	72
4.6	Pruebas sensoriales.....	75
4.7	Prototipo de gel antibacterial	82
5	CONCLUSIONES.....	85
6	REFERENCIAS	86
7	ANEXOS	89
8	PRODUCTOS ACADEMICOS	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. . Micrografías electrónicas de barrido de un tricoma glandular peltado de menta.....	18
Figura 2. Unidad de isopreno. Obtenido de PubChem.....	19
Figura 3. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Internacional. Fuente FAO. 531 Elaboración propia.....	20
Figura 4. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Nacional. Fuente SIAP. Elaboración propia.	21
Figura 5. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Baja California. Fuente SIAP. Elaboración propia.	21
Figura 6. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Internacional. Fuente FAO. Elaboración propia.....	22
Figura 7. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Nacional. Fuente SIAP. Elaboración propia.	22
Figura 8. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Baja California. Fuente SIAP. Elaboración propia.	23
Figura 9. Principales Estados con cultivo de eucalipto en México hasta el 2014. Elaboración propia con datos del SIAP.	24
Figura 10. Diagrama del proceso del método destilación por arrastre de vapor. ...	26
Figura 11. Diagrama del proceso del método de extracción por solvente.	27
Figura 12. Diagrama esquemático a nivel laboratorio de método de extracción asistida por la radiación de microonda.	29
Figura 13. Diagrama del proceso del método extracción por fluidos supercríticos-CO ₂	29
Figura 14. Estructura de la bacteria Escherichia coli, representa los antígenos de superficie O, K, H y algunos factores de virulencia.	37
Figura 15. Estructura celular de Staphylococcus aureus y factores patógenos.....	38
Figura 16. Sensograma. Obtenido de: J. Sancho. Introducción al Análisis Sensorial de los 945 Alimentos.	40
Figura 17. Los 5 sentidos	41
Figura 18. Pretratamiento de cáscara de naranja.	45
Figura 19. Equipo utilizado para pruebas de hidrodestilación de cáscara de naranja y toronja.....	45
Figura 20. Decantador para recopilar el AE del agua flora.....	46
Figura 21. Hoja de eucalipto recolectada del campus UABC Mexicali I.	46
Figura 22. Pretratamiento de hoja de eucalipto.....	47
Figura 23. Equipo utilizado para pruebas de hidrodestilación de hoja de eucalipto.....	47
Figura 24. Decantador para recopilar el AE del agua.	48

Figura 25.	Muestra de geles antibacteriales.	50
Figura 26.	Viscosímetro CAP 2000+ BROKFIELD.....	51
Figura 27.	Tiras reactivas de papel para medir pH.	52
Figura 28.	Muestra de gel antibacterial.....	54
Figura 29.	Densidad poblacional de Mexicali. Elaboración en ArcGIS a partir de información de INEGI.....	55
Figura 30.	Muestras 1 y 2 de gel antibacterial con código QR.....	58
Figura 31.	Delimitación de las zonas encuestadas en la ciudad de Mexicali.....	59
Figura 32.	AE de naranja y toronja extraídos y recolectados en viales ambar.....	60
Figura 33.	Comparación del rendimiento en cada extracción de cáscara de naranja y toronja.....	62
Figura 34.	Equipo de extracción por arrastre de vapor de agua.....	63
Figura 35.	Caldera sussman electric boiler modelo MBA3.....	63
Figura 36.	Mantenimiento de la caldera sussman electric boiler modelo MB3. (a). Mantenimiento de tuberías (b).....	63
Figura 37.	Rendimientos en cada extracción de hoja de eucalipto.	64
Figura 38.	Muestra 1 de gel antibacterial en frasco.	64
Figura 39.	Muestra 2 de gel antibacterial en frasco	65
Figura 40.	Muestra 3 de gel antibacterial en frasco.	66
Figura 41.	Muestra 4 de gel antibacterial en frasco	66
Figura 42.	Muestra 5 de gel antibacterial en frasco.	67
Figura 43.	Muestra 6 de gel antibacterial en frasco	67
Figura 44.	Muestra 7 de gel antibacterial en frasco	68
Figura 45.	Muestra 8 de gel antibacterial en frasco	68
Figura 46.	Difusión en agar de AE de naranja.	71
Figura 47.	Discos de difusión de pruebas antimicrobianas. a) Halo de inhibición de muestra 10 para S. aureus. b) Halo de inhibición de muestra 11 para S. aureus. c) Halo de inhibición de muestra 11 para E. coli.	72
Figura 48.	Medición de pH en las primeras 11 muestras de gel antibacterial elaboradas.....	73
Figura 49.	Medición de pH para las 2 muestras selecciona de gel antibacterial con AE de naranja.	75
Figura 50.	Número de encuestados por sexo.....	75
Figura 51.	Frecuencia del consumo de gel antibacterial.	76
Figura 52.	Satisfacción de la apariencia de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.....	77

Figura 53. Satisfacción del color de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial..	77
Figura 54. Satisfacción del esparcimiento de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.....	78
Figura 55. . Satisfacción de la absorción de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.....	79
Figura 56. Sensación en la piel después de aplicar las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.....	79
Figura 57. Satisfacción en el olor durante de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.....	80
Figura 58. Disposición de los encuestados para utilizar el gel antibacterial a base de AE 8 de naranja.	81
Figura 59. (a) Prototipo 1 (b) Prototipo 2.....	82
Figura 60. Estructura por pieza de prototipo 1.....	83
Figura 61. Estructura por pieza de prototipo 2.....	84
Figura 62. (a) Prototipo físico de envase prueba 1. (b) Adaptador de envase.....	84
Figura 63. Prototipo físico de envase prueba 2.	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación propuesta para gel antibacterial con AE de naranja como producto.....	12
Tabla 2. Marcas comerciales de gel antibacterial con productos orgánicos, no agresivos.....	13
Tabla 3. Marcas de AE de toronja que se encuentran en el mercado.....	15
Tabla 4. Nomenclatura de terpenos para isoprenos.....	19
Tabla 5. Análisis de cromatografía de gases por el método de extracción de hidrodestilación.	30
Tabla 6. Análisis de cromatografía de gases por el método extracción con fluidos en condiciones supercrítica- CO ₂ ,	30
Tabla 7. Análisis de cromatografía de gases por el método de extracción de hidrodestilación asistida por microondas sin solvente (HMS).	31
Tabla 8. Análisis de cromatografía de gases por el método extracción de agua condiciones supercríticas- CO ₂	32
Tabla 9. Análisis de cromatografía de gases por el método de extracción de hidrodestilación (HD) y hidrodestilación asistida por microondas (MWHHD).	32
Tabla 10. Análisis de cromatografía de gases mediante el método de hidrodestilación.	33
Tabla 11. Análisis de cromatografía de gases mediante el método de hidrodestilación y extracción hidrodestilación por microondas sin solvente.	33

Tabla 12.	Equipo y material utilizado en pruebas de hidrodestilación de cáscara de naranja, toronja y eucalipto.	48
Tabla 13.	Primera formulación propuesta de gel antibacterial.	49
Tabla 14.	Ventajas y desventajas de los dos sitios web que se estudiaron. Elaboración propia.....	57
Tabla 15.	Rendimiento obtenido mediante la extracción de AE de naranja.....	60
Tabla 16.	Rendimiento obtenido mediante la extracción de AE de toronja.....	61
Tabla 17.	Características sobresalientes de cada muestra propuesta de gel antibacterial... ..	69
Tabla 18.	Resultados del análisis fisicoquímico de las 11 muestras propuestas de gel antibacterial con AE.	73
Tabla 19.	Resultados del análisis fisicoquímico de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial con AE de naranja.....	73
Tabla 20.	Análisis general de preguntas y resultados de las pruebas sensoriales del gel antibacterial de AE de naranja.....	81

INTRODUCCIÓN

Los AE son compuestos naturales, líquidos volátiles, de composición compleja con agradable aroma, que provienen de plantas a las que aportan olores particulares, generalmente gratos, y que son extraídos mediante múltiples técnicas, de las cuales la más común es la destilación. Estos AE se obtienen mediante el aprovechamiento de material residual vegetal, que en este caso son la cáscara de cítricos. La obtención de la cáscara de naranja se da en forma de residuo, procedentes de establecimientos que procesan el fruto para obtención de jugo en la ciudad de Mexicali.

A lo largo de los años se han evaluado las composiciones y beneficios de los AE. Una característica importante de estos compuestos es su hidrofobicidad, que les permite insertarse entre los lípidos de la membrana citoplásmica bacteriana. La alteración de su permeabilidad provoca la salida de moléculas muy importantes y de iones, provocando la muerte del microorganismo. Los AE obtenidos de hierbas aromáticas, poseen terpenos y terpenoides con efectos antibacterianos contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, y algunas especies de Gram-negativos (Solórzano-Santos F, 2012).

La recuperación del aceite se efectúa generalmente por métodos mecánicos “presión en frío de la cáscara”, sin embargo, también se realiza el proceso de extracción del aceite por medio de hidrodestilación (HD), destilación con vapor (VD), hidrodestilación asistida por

microondas (MWHD), extracción con solvente (SE) y extracción con fluidos supercríticos (CO₂) (SFE). La calidad del aceite depende de factores que influyen sobre la composición como las condiciones geobotánicas del medio (clima, altitud, tipo de suelo, cantidad de lluvias, etcétera.), edad de la planta y estado fenológico, método de cultivo (uso de fertilizantes, abono, pesticidas, otros químicos, etcétera.), época de recolección, modo de manejo y almacenamiento del material vegetal (fresco, seco, fermentado, etcétera.) y método de obtención del aceite (destilación, maceración, prensado, extracción con solventes, extracción con fluidos supercríticos, etcétera (Catherine Argyropoulou, 2007) (E, 2012).

El gel antibacterial se ha vuelto un producto esencial en el mercado por la alta demanda de consumo debido a la situación de la contingencia mundial por la COVID-19 (Juárez, 2010). Por lo tanto, se desarrolló un gel antibacterial que utilice AE extraído de la cáscara de naranja. El producto desarrollado presentó una estructura física líquida.

Las pruebas sensoriales surgen como una disciplina para medir la calidad de los productos, conocer la opinión y mejorar la aceptación por parte del consumidor. Las pruebas sensoriales son importantes para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos y productos, así como su promoción. Los resultados obtenidos de estas pruebas permiten evaluar la competitividad de las nuevas propuestas en los mercados. Además, la evaluación sensorial permite desarrollar innovación, aseguramiento de la calidad, la promoción y venta de productos (marketing) (Hernández, 2005).

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Hernández, 2005).

En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso. No obstante, es difícil que un producto con baja valoración hedónica tenga éxito en el mercado por muchos esfuerzos que haga el departamento de marketing. Por todo esto, las pruebas hedónicas de consumidores previas al trabajo de marketing resultan ser de mucha utilidad en la gestación y puesta en el mercado de nuevos productos (Regueiro V. G., 2014).

1.1 JUSTIFICACIÓN

La adecuada utilización de los residuos es de vital importancia debido a su impacto económico, social y ambiental en una determinada población. En Mexicali, la cáscara residual de naranja, toronja y hoja de eucalipto se desechan. En la actualidad dichos residuos no son aprovechados, por lo que se plantea la utilización de estos como materia prima para la extracción de AE, con la finalidad de desarrollar un producto sensorial. Una de las áreas en la industria de limpieza, que ha sido poco estudiada e investigada, es el área de la evaluación sensorial, tan importante como el control fisicoquímico y microbiológico en el aseguramiento de la calidad de los productos de limpieza. La evaluación sensorial surge como una disciplina para medir la calidad de los productos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de estos por parte del consumidor.

Los AE obtenidos de hierbas aromáticas, contienen terpenos y terpenoides tales como limoneno, beta-Mirceno, linalool, entre otros. Estos poseen efectos antibacterianos contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, y algunas especies de Gram-negativos, por lo que se propuso el desarrollo de un producto sensorial con un porcentaje óptimo de AE de naranja en su composición, para inhibir la actividad de estos microorganismos.

1.2 HIPÓTESIS

Es posible el desarrollo de un producto sensorial que utilice AE de residuos agroindustriales de Mexicali, que presente propiedades sensoriales, propiedades fisicoquímicas y actividad antimicrobiana, así como la aceptación significativa en los diferentes aspectos organolépticos.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un producto de valor agregado que utilice AE provenientes de residuos agroindustriales de Mexicali.

1.3.1 Objetivos específicos

- Seleccionar la fuente principal de residuos agroindustriales y seleccionar la técnica de extracción de AE adecuada.
- Estandarizar los parámetros de la técnica de extracción seleccionada para mantener una producción constante de AE.
- Formular un producto de valor agregado que utilice AE de residuos agroindustriales.

- Realizar pruebas fisicoquímicas y antimicrobianas al AE y producto desarrollado.
- Determinar el tamaño de muestra y propuesta de encuesta para realizar las pruebas sensoriales de aceptación.
- Realizar las pruebas sensoriales de aceptación y el análisis de datos.

ANTECEDENTES

1.3.2 Gel antibacterial

Desde el 2019 se ha mantenido una lucha para mitigar el virus letal denominado SARS-CoV-2, el cual ha cobrado más de 33 mil vidas en sus primeros tres meses del mismo año. Este nuevo SARS-CoV-2 ha generado un incremento en la compra de geles antibacteriales a nivel mundial, y esta tendencia perdurará ya que los hábitos de higiene cambiarán radicalmente al término de esta pandemia.

El gel antibacterial se ha vuelto un producto esencial en el mercado por la alta demanda de consumo debido a la situación en la que nos encontramos actualmente. Por lo tanto, se desarrolló un gel antibacterial que utilice AE extraído de la cáscara de naranja con la formulación mostrada en la Tabla 1 (Juárez, 2010). El producto desarrollado tiene estructura física líquida ya que es un gel antibacterial con un porcentaje de AE de naranja al 1%.

Tabla 1. Formulación propuesta para gel antibacterial con AE de naranja como producto.

Componentes para el gel	Porcentajes
Carbómero	1%
Trietanolamina	0.30%
Alcohol isopropílico	20%
Etanol	40%
AE naranja	1%
Agua (cantidad suficiente para completar la cantidad total)	100 mL

Si se analizó el proyecto desde la demanda, donde los consumidores utilizan gel antibacterial como una solución antiséptica, y también como un reemplazo del jabón y agua. Los geles antibacteriales se utiliza para prevenir transmisiones de microorganismos por tener contacto con objetos o superficies contaminadas. La mejor calidad de vida de los consumidores, origina un aumento en el gasto de salud y cuidado personal. El aumento de la conciencia por la limpieza de manos, junto con el apoyo de entidades como la OMS,

FDA y otros, aumentan generosamente la demanda de geles antibacteriales (Loomba, 2019).

Otra oportunidad a favor al desarrollar este producto es que los geles antibacteriales más comunes poseen ingredientes químicos que generan daños a la salud, por lo que el mercado de geles antibacteriales con insumos químicos no tendrá el mismo crecimiento que el mercado de geles antibacteriales con insumos naturales (Loomba, 2019).

El uso de productos naturales ha presentado gran auge en los últimos años y más si se trata de un producto sin componentes químicos y que sea amigable con el medio ambiente que evite tanto el daño de salud de las personas como la contaminación ambiental. Los países que prefieren estos tipos de productos son México, países occidentales y europeos, debido al uso de lo natural, población y clima.

1.3.2.1 Mercado competitivo

La Tabla 2 muestra las diferentes marcas que se encuentran en el mercado en México de gel antibacterial con productos orgánicos, no agresivos.

Tabla 2. Marcas comerciales de gel antibacterial con productos orgánicos, no agresivos.

Marcas comerciales	Descripción
	<p>Es una empresa experta en sanitación, esta empresa tiene más de 30 años desarrollando productos químicos ecológicos especializados en la desinfección y salinización. Cuenta con un gel antibacterial con ingredientes activos basados en sales cuaternarias. Elimina virus y bacterias.</p>



TEASANA®
HERBOLARIA MEXICANA



GEL ANTIBACTERIAL HERBAL.

Es una empresa 100% mexicana dedicada al impulso de productos derivados de la Herbolaria Mexicana.

70% Alcohol Etilico.

Mata el 99% de los gérmenes más comunes e hidrata tu piel.

Adicionado con glicerina, aceite de caléndula, AE de manzanilla y de eucalipto.

Gel antibacterial para manos con un contenido del 70% de alcohol etílico y con AE de Árbol del té y Lavanda los cuales tienen propiedades antibacteriales, antivirales, antimicóticas y fungicidas además de contar con emolientes que no resecan la piel.

1.3.3 AE como uso aromaterapia

Los AE se caracterizan por su olor pronunciado y penetrante, generalmente agradable, que representa el olor del vegetal del que proviene, pero generalmente menos suave. Tienen sabor cáustico, acre e irritante y a veces aromático, dulce y delicado (Bandoni, 2003).

Se propuso el desarrollo de un segundo producto, que utilice AE puro, para aclarar la piel, relajación mediante difusor o relajante en algunas zonas de la piel. Utilizando simplemente AE como tal en complemento con otros aceites o productos naturales como cuidado de la piel en aplicaciones de aromaterapia mediante difusor.

1.3.3.1 Mercado competitivo

En la siguiente tabla se describen algunos productos que se encuentran en el mercado de AE de cáscara de toronja, se enfoca principalmente en el sector de México ya que se busca que sea un producto local. En la Tabla 3 se muestran algunos de los rivales con los cuales se puede competir.

Tabla 3. Marcas de AE de toronja que se encuentran en el mercado.

Marcas comerciales	Descripción
 <div data-bbox="256 613 715 705" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Ingredientes</p> <p>Citrus aurantium (toronja) extracto de corteza Miel de abeja natural de California 100% natural</p> </div>	<p>Es una empresa de Estados Unidos, ofrece calidad y bienestar en sus productos. Sus productos son totalmente orgánicos y puros. Son líderes del movimiento actual de los AE.</p> <p>Principales componentes</p> <p>Limoneno</p>
	<p>Estas empresas de productos básicamente orgánicos cuentan con una variedad de AE donde su lema es bienestar, armonía en sus consumidoras. Son productos 100% mexicanos, naturales y libres de maltrato animal</p> <p>Para el AE de Toronja de esta marca sus ingredientes son</p>
 <div data-bbox="288 1554 762 1749" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>PRODUCTO VEGANO</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>NO PROBADO EN ANIMALES</p> </div> </div> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">100% NATURAL, 100% PURO</p> </div>	<p>Ingredientes: AE de toronja y coco fraccionado.</p> <p>Bienat Aromaterapia México es una tienda 100% digital dedicada a vender productos de aromaterapia al menudeo y mayoreo. Es un potente revitalizador que estimula los neurotransmisores que provocan la euforia. La toronja es conocida por ser auxiliar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sentirte con más energía ➤ Tratar la piel y el cabello grasos ➤ Saciar tu apetito ➤ Combatir la celulitis ➤ Aumentar la circulación ➤ Tensar la piel

**Kila
Boca**
Marcas Mexicanas



Kila Boca es una tienda veracruzana que promueve e impulsa a los emprendedores y el comercio local. Es una plataforma para comercializar los productos originales, únicos y sustentables. Marca Mexicana

- Reductor de grasa en la piel
- Elimina los malos olores
- Disminuye dolores articulares
- Auxilia en calambres y molestias menstruales
- Evita retención de líquidos
- Disminuye alergias. Combate las estrías

1.3.3.2 *Formulación genérica para AE como aplicación en aromaterapia*

En este caso se planteó utilizar AE puro, por lo que su formulación es 100% AE dependiendo del aceite que se vaya a utilizar o en el caso de utilizarse mezclas de aceites será un porcentaje de cada AE, verificando antes si se pueden mezclar entre ellos.

1.3.3.3 *Propiedades físicas de los AE*

- Líquidos a temperatura ambiente
- Muy raramente son coloreados
- Su densidad es inferior a la del agua
- Poseen un índice de refracción elevado.
- Desvían la luz polarizada.
- Son liposolubles y solubles en los disolventes orgánicos habituales
- Punto de ebullición es superior a los 100 °C.

1.3.3.4 *Evidencia sobre el efecto terapéutico del AE de naranja*

De acuerdo con el estudio de (Goes, 2012), 40 estudiantes masculinos, con edades entre 18 y 30 años, fueron seleccionados, bajo la metodología de Inventario de rasgos de ansiedad, donde se encontró que los individuos expuestos al aroma de prueba (2.5 y 10 gotas) presentaron una ausencia de alteraciones significativas ($p > 0.05$) en los niveles de ansiedad, tensión subjetiva y tranquilidad a lo largo de la situación de ansiedad. Se requieren más estudios para conocer la relevancia clínica de la aromaterapia para los trastornos de ansiedad. Los presentes resultados indican una actividad ansiolítica aguda

del aroma de AE de naranja, lo que brinda respaldo científico a su uso como tranquilizante por parte de aromaterapia.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Biomasa

Con el nombre de biomasa se entiende a un conjunto heterogéneo de materias orgánicas, tanto por su origen como por su naturaleza y composición, que puede emplearse para obtener energía y otros productos de valor. La biomasa como materia orgánica originada en un proceso biológico, tiene carácter de energía renovable porque su contenido energético procede de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético (Argyropoulou, 2007).

2.2 AE

Los AE son compuestos naturales, líquidos volátiles, de composición compleja con agradable aroma, que provienen de plantas a las que aportan olores particulares, generalmente gratos, y que son extraídos mediante múltiples técnicas de las cuales la más común es la destilación (Díaz, 2002). Los AE son formas altamente concentradas de la parte de la planta de la cual se extraen; sin embargo, los aceites también pueden presentar cambios en la composición y en la localización de una parte de la planta a otra. Por ejemplo, en el árbol de naranja el aceite de neroli se obtiene de las flores, el aceite de naranja de la cáscara de la fruta en sí, y el AE del petitgrain de las hojas del árbol. Son tres aceites diferentes dependiendo de la parte del árbol utilizada (Padrini & Lucheroni., 2000).

2.2.1 Química de los AE

Los compuestos químicos de las plantas se clasifican en metabolitos primarios y metabolitos secundarios. Las plantas producen una gran variedad de metabolitos secundarios relacionados con los mecanismos de adaptación e importantes para mediar las interacciones entre las plantas y el entorno biótico. Entre los metabolitos secundarios, los AE son productos naturales muy importantes, que tienen diferentes actividades terapéuticas y biológicas. Los AE volátiles son mezclas complejas de principios olorosos almacenados en células y glándulas vegetales, en la Figura 1 se muestra un tricoma glandular peltado de menta a nivel molecular.

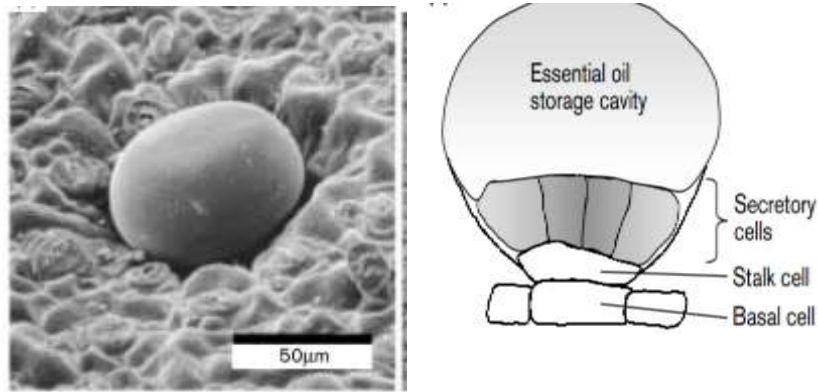


Figura 1. Micrografías electrónicas de barrido de un tricoma glandular peltado de menta.

Los componentes de los AE de las plantas se dividen principalmente en dos clases químicas distintas: terpenos y fenilpropanoides. Además, los compuestos terpénicos se pueden dividir en dos categorías principales: (1) hidrocarburos, principalmente mono, sesqui- y diterpenos; y (2) sus compuestos oxigenados, por ejemplo, alcoholes, óxidos, aldehídos, cetonas, fenoles, ácidos, ésteres y lactonas. Varios factores pueden influir en la composición de los aceites, como las condiciones de crecimiento, el clima, la altitud, el tipo de suelo, los métodos y prácticas agrícolas, la etapa de desarrollo, la parte de la planta extraída y el tiempo de cosecha (Baser, 2010).

2.2.1.1 Terpenos

Los terpenos y terpenoides son el resultado de la condensación de isopreno (2-metil-1,3-butadieno), una unidad de pentacarbonato con dos enlaces insaturados y, por lo tanto, muchas veces se denominan isoprenoides como se aprecia en la figura 2. Tienen muchas estructuras isoméricas cíclicas o lineales, y varios grados de insaturaciones, sustituciones y derivados oxigenados, generalmente llamados terpenoides (Zuzarte, 2015).

Los terpenos se clasifican de acuerdo con el número de unidades de isopreno en su estructura, por ejemplo, hemiterpenos (una unidad), monoterpenos (dos unidades), sesquiterpenos (tres unidades), diterpenos (cuatro unidades), etc. En la Figura 2 se muestra la estructura molecular de unidad de isopreno.

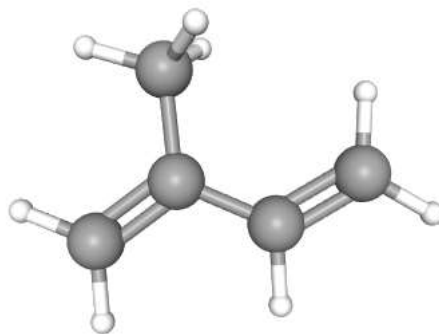


Figura 2. Unidad de isopreno. Obtenido de PubChem.

Los AE son mezclas extremadamente complejas de compuestos de bajo peso molecular y están formados por compuestos orgánicos que consisten en una estructura relativamente inerte de átomos, principalmente carbono, hidrógeno y oxígeno, y ocasionalmente nitrógeno y azufre. Comprender la química de la composición de los AE es muy útil para conocer su toxicidad. Se debe estar familiarizado con los componentes químicos de los AE para la investigar de sus efectos peligrosos. En la Tabla 4 se muestra las nomenclaturas de algunos terpenos para los isoprenos con sus átomos y unidades.

Tabla 4. Nomenclatura de terpenos para isoprenos.

Átomos de carbono	Unidades de isopreno	Nomenclatura
40	8	Tetraterpenos
30	6	Triterpenos
25	5	Sesterterpenos
20	4	Disterpenos
15	3	Sesquiterpenos
10	2	Monoterpenos

Los terpenoides son terpenos modificados bioquímicamente en los que las enzimas pueden agregar moléculas de oxígeno y eliminar o mover un grupo metilo. Un oxígeno que contiene terpenos se llama terpenoide. Por otro lado, los terpenoides también llamados isoprenoides que son una familia oxigenada de terpenos como hidrocarburos como fenoles, alcoholes, cetonas, aldehídos, ácidos, ésteres y éteres.

La actividad biológica y el aroma característico de los AE se inducen generalmente a partir de monoterpenos, sesquiterpenos y derivados oxigenados de los mismos, que son estructuras lipofílicas.

2.3 Producción de material vegetal

2.3.1 Producción de naranja

Las principales exportaciones se realizan a Estados Unidos, Reino Unido y Países bajos. Actualmente se satisface 100% de los requerimientos nacionales con producción interna. La producción de naranja se presenta en la Figura 3 en el contexto internacional. Mostrando un pico de producción en el año 2014.

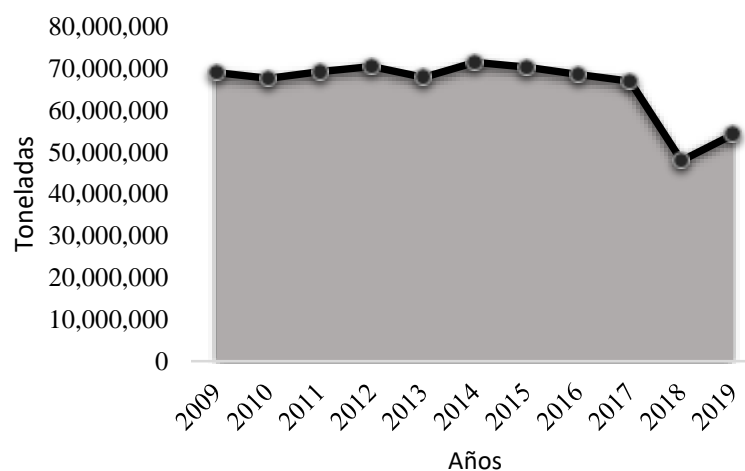


Figura 3. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Internacional. Fuente FAO. Elaboración propia.

Los cítricos son frutos de alto consumo en México y uno de los principales productos de exportación. En la Figura 4 muestra del año 2012 al 2019 las toneladas producidas de naranja a nivel Nacional.

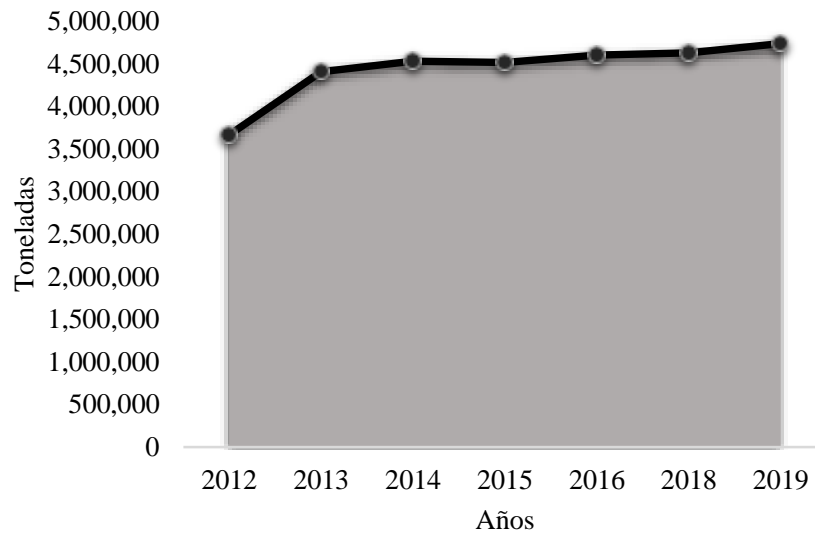


Figura 4. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Nacional. Fuente SIAP. Elaboración propia.

En Figura 5 se representa la producción de naranja en Baja California de 2012 a 2019, donde la producción más alta fue en 2018 con 3,925 toneladas.

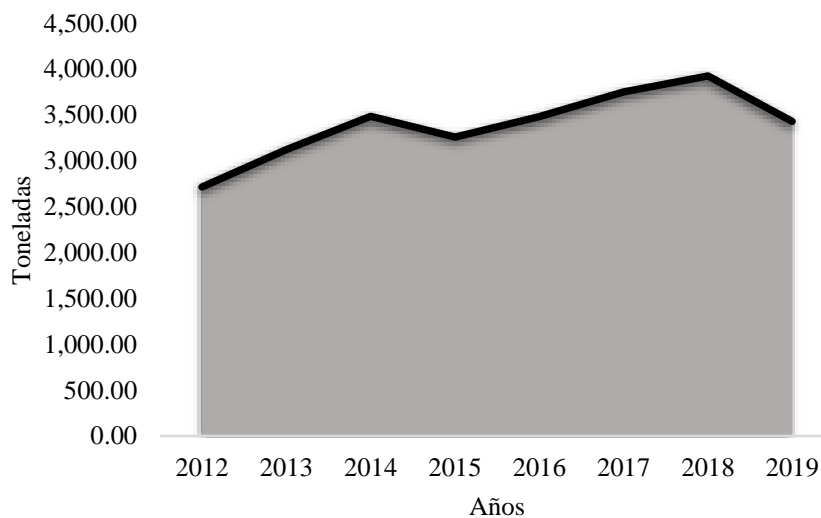


Figura 5. Producción de Naranja en el periodo de 2012-2019 Baja California. Fuente SIAP. Elaboración propia.

2.3.2 Producción de toronja

De acuerdo con información de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Alimentación (SADER), México está colocado como el cuarto productor a nivel mundial

de toronja. En la Figura 6 se presenta la producción de toronja de 2012 a 2019 a nivel internacional.

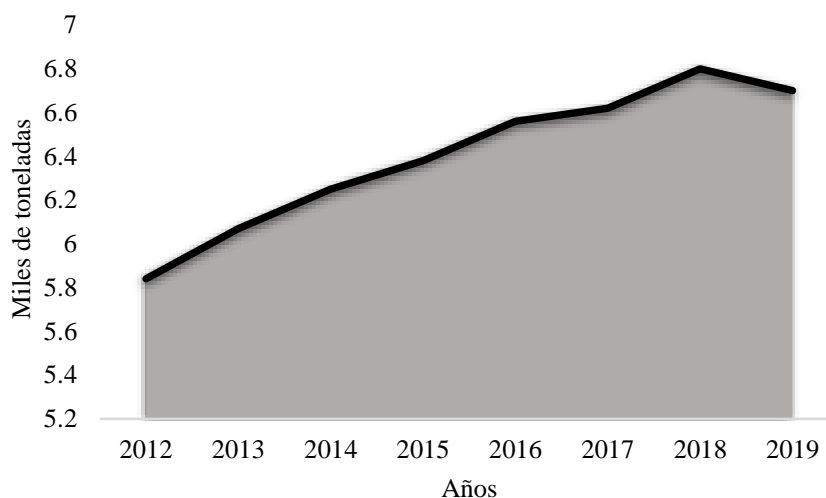


Figura 6. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Internacional. Fuente FAO. Elaboración propia.

Veracruz es el Estado líder en la producción del fruto, con más de la mitad del total nacional. Sonora es donde se da el mejor rendimiento nacional, con 25 toneladas por hectárea. La Figura 7 muestra las toneladas producidas a nivel nacional de 2012 al 2019.

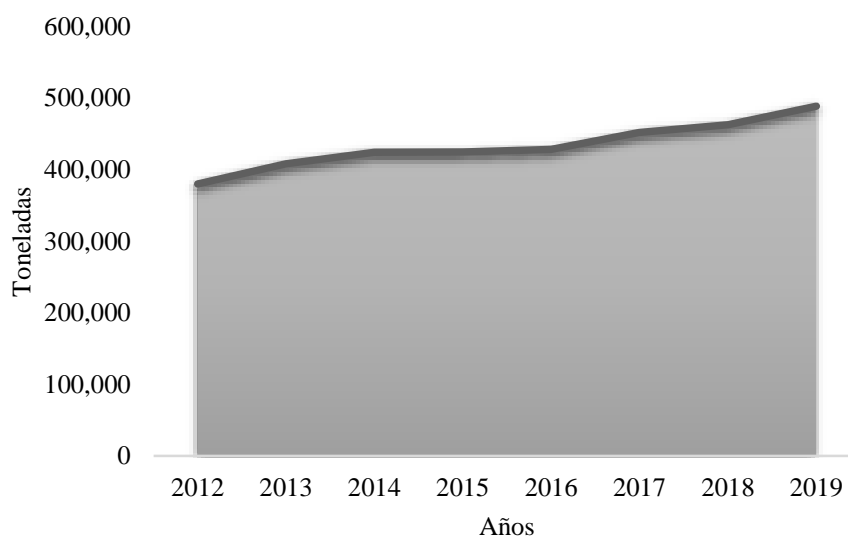


Figura 7. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Nacional. Fuente SIAP. Elaboración propia.

En el Estado de Baja California se explota una superficie considerable de cítricos entre los cuales destacan la naranja, limón, mandarina, toronja. De acuerdo con la Figura 8 las

toneladas producidas de 2012 a 2019 en Baja California la producción más alta fue en 2018 con 226 toneladas.

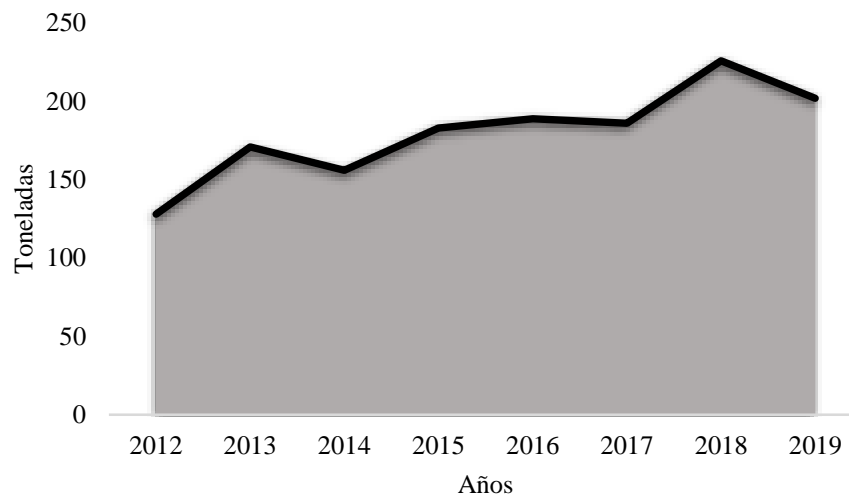


Figura 8. Producción de Toronja en el periodo de 2012-2019 Baja California. Fuente SIAP. Elaboración propia.

2.3.3 Producción de Eucalipto

La demanda de productos derivados de la madera de eucalipto sigue siendo, a nivel internacional, una industria que muestra un mayor crecimiento sostenido. El consumo mundial de madera se reparte entre las necesidades energéticas como leña, carbón vegetal y de celulosa, ya que pueden fabricarse múltiples productos de uso en la vida cotidiana como: papel sanitario, pañales e higiénicos; derivados como el celofán o la cola de empapelar; formica, papeles especiales, filtros, y elaboración de fibras textiles como el rayón.

Entre las diversas plantaciones forestales desarrolladas en México, el eucalipto representa el 18.31% con una superficie de 32,451 ha (CONAFOR , 2014). La distribución de plantaciones de eucalipto por entidad federativa se aprecia en la Figura 9.

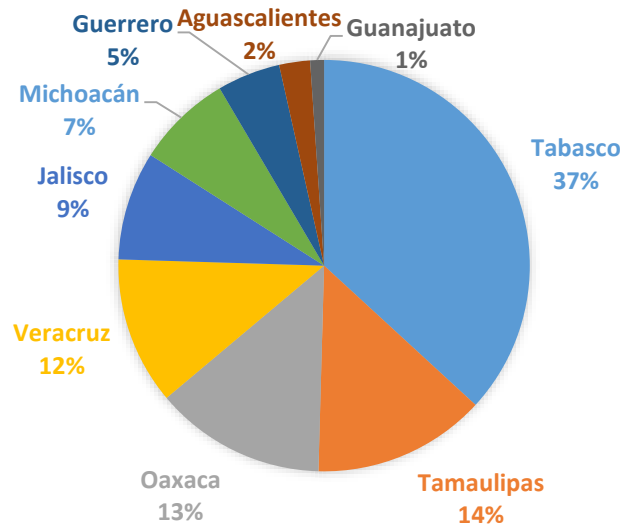


Figura 9. Principales Estados con cultivo de eucalipto en México hasta el 2014.
Elaboración propia con datos del SIAP.

2.4 Métodos de extracción

La recuperación del aceite se efectúa generalmente por métodos mecánicos “presión en frío de la cáscara”, sin embargo, también se realiza el proceso de extracción del aceite por medio de hidrodestilación (HD), destilación con vapor (VD), hidrodestilación asistida por microondas (MWHd), extracción con solvente (SE) y extracción con fluidos supercríticos (CO₂) (SFE). La calidad del aceite depende de factores que influyen sobre la composición como las condiciones geobotánicas del medio (clima, altitud, tipo de suelo, cantidad de lluvias, etcétera.), edad de la planta y estado fenológico, método de cultivo (uso de fertilizantes, abono, pesticidas, otros químicos, etcétera.), época de recolección, modo de manejo y almacenamiento del material vegetal (fresco, seco, fermentado, etcétera.) y método de obtención del aceite (destilación, maceración, prensado, extracción con solventes, extracción con fluidos supercríticos, etcétera) (Catherine Argyropoulou, 2007) (E, 2012)

Según sea el vegetal al que se le extraerá el AE se utilizan diversos procedimientos físicos y químicos de extracción, donde su correcta aplicación será lo que determine la calidad obtenida.

2.4.1 Destilación con agua (Hidrodestilación)

El principal objetivo de la destilación en agua es llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal aromático, de tal manera que los vapores

generados puedan ser condensados y colectados. El aceite, que es inmiscible en agua, se separa posteriormente.

En la destilación con agua el material vegetal siempre debe encontrarse en contacto con el agua, si el calentamiento del equipo es con fuego directo, el agua presente en la cámara extractora debe ser suficiente y permanente para llevar a cabo toda la destilación a fin de evitar el sobrecalentamiento y carbonización del material vegetal, dado que este hecho provoca la formación de olores desagradables en el producto final; el vegetal debe ser mantenido en constante agitación a fin de evitar aglomeraciones o sedimentación del mismo en el fondo del recipiente, lo cual puede provocar su degradación térmica (Catherine Argyropoulou, 2007) .

El tiempo total de destilación es función de los componentes presentes en el AE.

Los AE poseen un punto de ebullición superior al del agua, pero en la mezcla de AE más agua presenta un punto de ebullición inferior y por esto puede ser destilada. Al pasar por el condensador los vapores se enfrían, se condensan y se transforman en un líquido formado por dos fases inmiscibles:

- Fase orgánica: Es la parte que contiene el AE.
- Fase acuosa: La cual contiene cierta cantidad de esencia como es el caso del agua de rosas debido a que los AE contienen una fracción de componentes solubles en el agua.

La separación de estas fases es posible gracias a la diferencia de densidades y a la inmiscibilidad debido a que la fase orgánica es la fase menos densa y flota sobre la fase acuosa, pero pueden existir excepciones (Ortuño, 2006).

2.4.2 Destilación por arrastre con vapor de agua

En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, se coloca en un recipiente cerrado y sometida a una corriente de vapor de agua, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias muy volátiles, por ejemplo, las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, a la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada (Catherine Argyropoulou, 2007).

La destilación por arrastre con vapor que se utiliza para extraer la mayoría de los AE es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y adicionar tensión de vapor a la de los componentes volátiles del aceite esencial; los vapores que salen de la cámara extractora se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite finalmente se separan en un dispositivo decantador o vaso florentino (Catherine Argyropoulou, 2007).

La técnica es útil, cuando la sustancia en cuestión a presión atmosférica hierve por encima de los 100°C y se descomponen en su punto de ebullición o por debajo de este, logrando separar en diferentes cantidades las muestras de las mezclas con grandes cantidades de sólidos. En una mezcla binaria de líquidos completamente inmiscibles, cada componente ejerce su propia tensión de vapor, de manera que la presión total del sistema es la suma de las presiones parciales de ambos componentes.

El porcentaje de AE que se ha extraído por esta técnica es del 93% y el 7% restante puede ser extraído por otros métodos (P., 2005). En la Figura 10 se observa el diagrama del proceso de método de destilación por arrastre de vapor.

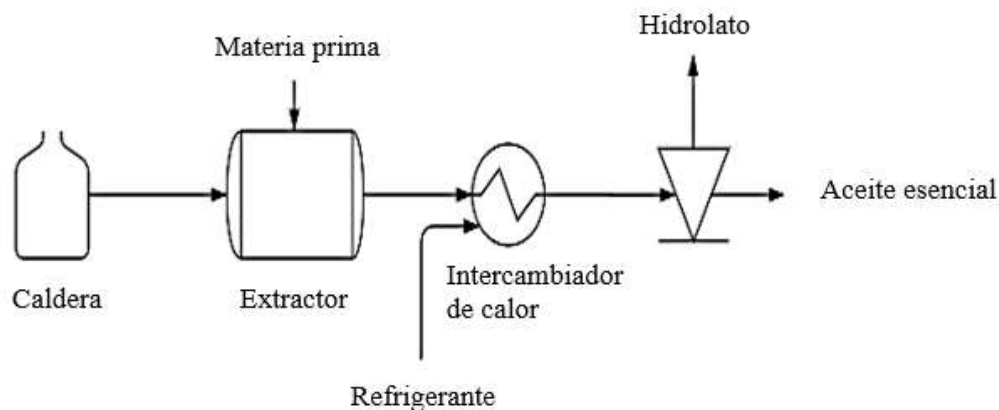


Figura 10. Diagrama del proceso del método destilación por arrastre de vapor.

El proceso de extracción por arrastre con vapor de agua es el método más utilizado por la industria para la extracción de AE de las plantas medicinales y aromáticas.

2.4.3 Extracción con disolventes

La muestra seca y molida se pone en contacto con disolventes orgánicos tales como alcohol y cloroformo, entre otros. Estos disolventes solubilizan y extraen otras sustancias como grasas y ceras, obteniéndose al final una oleorresina o un extracto impuro. Se utiliza a escala de laboratorio porque a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes, esencias contaminadas con otras sustancias, y por el riesgo de explosión e incendio característico de muchos disolventes orgánicos volátiles (Martinez, 2003). En la Figura 11 se muestra el diagrama del proceso de método de extracción por solvente.

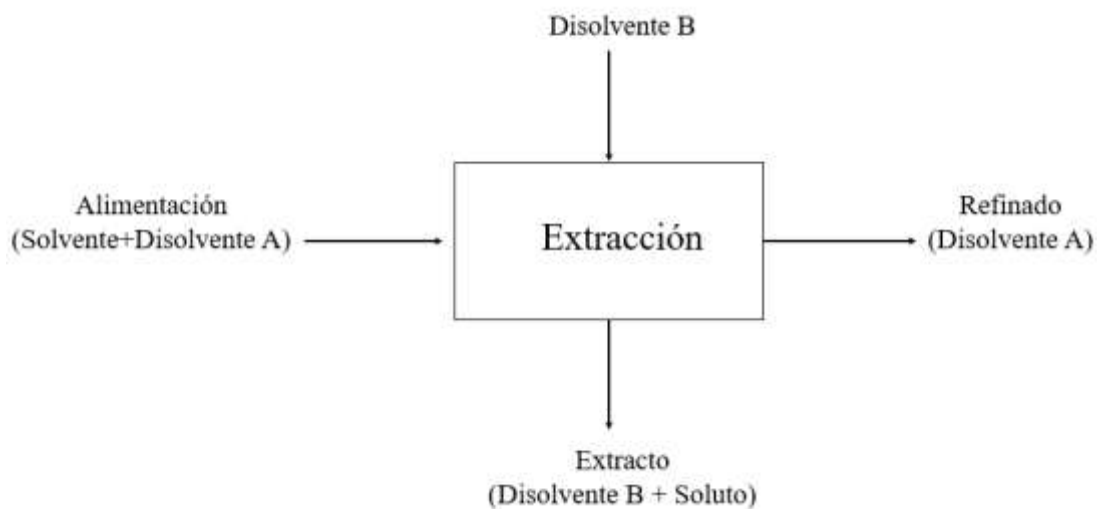


Figura 11. Diagrama del proceso del método de extracción por solvente.

2.4.4 Hidrodifusión

El método de extracción por hidrodifusión es un proceso de extracción en cuyo vapor se suministra a un contenedor que contiene materiales vegetales. Esta técnica solo se aplica en muestras de plantas secas que pueden dañarse a temperatura de ebullición. En el proceso de destilación al vapor. El vapor se aplica desde la parte inferior del generador de vapor, mientras que en el método de hidrodifusión, el vapor se suministra desde la parte superior del generador (Vian, Fernandez, Visinoni, & Chemat, 2008).

2.4.5 Extracción con solvente

El material previamente debe de ser molido o picado, para permitir mayor área de contacto entre el sólido y el solvente, el proceso busca que el sólido y el líquido, estén en movimiento continuo, para lograr mejor eficiencia en la operación. El proceso se realiza preferiblemente a temperatura y presión ambiente, y también puede ejecutarse por lotes

o formas continuas. Los solventes más empleados son: éter etílico éter isopropílico, acetato de etilo, acetona, cloroformo, los solventes se recuperan por destilación y pueden ser reutilizados.

En la etapa de recuperación de los solventes, después de los condensadores ha de disponerse de una unidad de enfriamiento, para la menor pérdida del solvente. (Lopez, 2009).

2.4.6 Extracción asistida por la radiación de microondas (MWHD)

Este método consiste en sumergir el material vegetal en un medio disolvente que puede ser el hexano o tolueno y utilizar la radiación de microondas, que causan movimientos de moléculas por migración de iones y rotación de dipolos, los que permiten un rápido calentamiento del agua contenida en el material vegetal, debido a la presión de vapor generada por este calentamiento se rompen las estructuras celulares, que contienen la esencia, la cual migra hacia el disolvente. La extracción asistida por la radiación de microondas es ampliamente utilizada a nivel de laboratorio, por su rapidez en la extracción y bajo consumo de energía, como se muestra en la Figura 12 (Lopez, 2009).

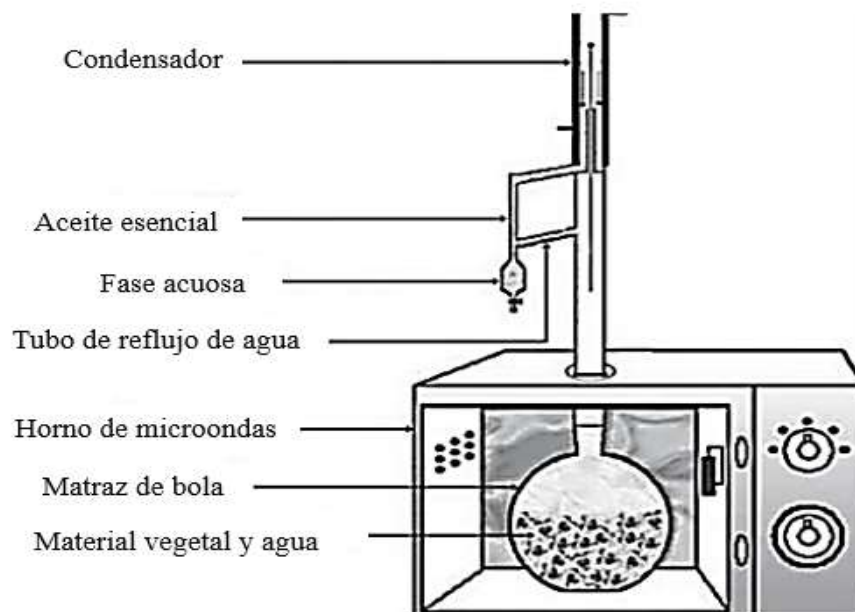


Figura 12. Diagrama esquemático a nivel laboratorio de método de extracción asistida por la radiación de microonda.

La principal ventaja de esta técnica es su velocidad, pues pueden lograrse extracciones en minutos, cuando comparativamente una técnica tradicional como la hidrodestilación necesita varias horas.

2.4.7 La extracción con fluidos en condiciones supercríticas

Es el desarrollo más reciente. Se fundamenta en el punto en el que un gas o vapor ya no puede ser licuado por cambios de presión y/o temperatura y tiene la ventaja de no alterar la composición del AE ni dejar ningún resto de disolventes. Presenta los inconvenientes derivados del alto costo del equipo necesario, así como de un costo de operación también elevado, debido al empleo de altas presiones y equipos con cierres herméticos para trabajo con gases. Además, suele extraer compuestos ajenos al aroma como pigmentos o ceras, que se incorporan al AE. La sustancia más empleada suele ser el CO₂ puesto que representa baja viscosidad, baja tensión superficial y un alto coeficiente de difusión que permite incrementar el contacto con la superficie del material. Es capaz de penetrar pequeños poros o rendijas, asegurando así una extracción más eficiente en un menor tiempo. (Ortuño, 2006) (Sánchez F. J., 2006). En la Figura 13 se presenta el diagrama del proceso de método de extracción por fluidos supercríticos- CO₂.

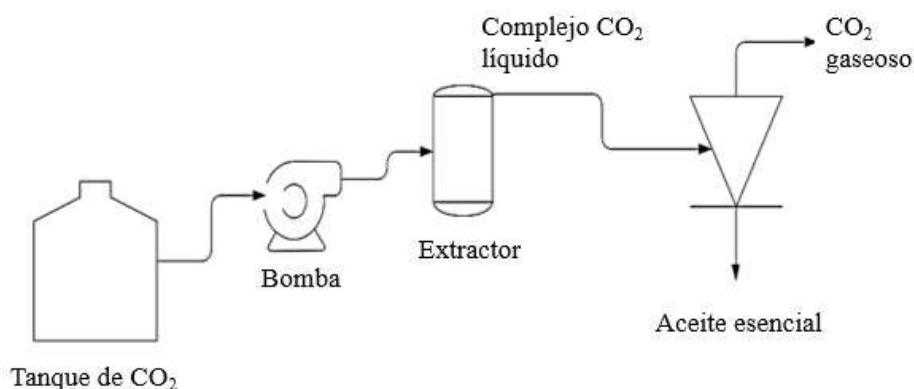


Figura 13. Diagrama del proceso del método extracción por fluidos supercríticos- CO₂.

2.5 **Análisis de cromatografía de gases/masa de AE de naranja, eucalipto y toronja (GC-MS) mediante diferentes técnicas de extracción**

2.5.1 AE de naranja

En la Tabla 5 quedan descritos los 13 compuestos identificados por el método de hidrodestilación. Los compuestos con mayor concentración fueron D-limoneno con 77.39%, mirceno con 6.08% y linalol con 5.13% (Golmohammadi, 2018).

Tabla 5. Análisis de cromatografía de gases por el método de extracción de hidrodestilación.

No.	Compuestos	HD Concentración (%)
1	α -pineno	1.17
2	Sabineno	1.41
3	β -Mirceno	6.08
4	D-limoneno	77.39
5	1-Oxtanol	2.18
6	1-Linalool	5.13
7	P-Menton-8-tiol	0.44
8	Decanal	2.92
9	Z-Cital	0.63
10	E-Cital	0.66
11	1-Ciclo hexano-1-Carbocaldehido	1.03
12	Dedecal	0.41
13	Sinensal	0.35
Total		100

Se identificaron 10 compuestos por el método de extracción con fluidos supercríticos, como se representan en la Tabla 6. El análisis arrojó que el AE contenía 94.49% de monoterpenos de hidrocarburos, en el que los principales compuestos encontrados fueron D-limoneno con 89.13%, mirceno con 3.14% y n-Nonano con 2% (Golmohammadi, 2018).

Tabla 6. Análisis de cromatografía de gases por el método extracción con fluidos en condiciones supercrítica- CO₂.

No.	Compuestos	Concentración (%)
1	n-nonano	2.0
2	α -Pineno	0.72
3	Sabineno	0.55
4	β -Mirceno	3.41
5	n-Decano	0.40
6	n-Octanal	0.35
7	D-limoneno	89.13
8	p-Menton-8tiol	0.22
9	Dodecanal	0.82
10	Simensal	0.20

Total	97.8
--------------	------

El análisis cromatógrafo que se presenta en la Tabla 7, realizado por el método de hidrodestilación por microondas sin solvente, arrojó que más del 99.77% son monoterpenos. El compuesto con mayor concentración fue D-limoneno con 94.88% (Njoku, 2014)

Tabla 7. Análisis de cromatografía de gases por el método de extracción de hidrodestilación asistida por microondas sin solvente (HMS).

No.	Compuestos	HMS concentración (%)
1	α -Pinen	0.75
2	Sabineno	0.53
3	β -Pinen	0.04
4	β -Mirceno	1.59
5	α -Felandreno	0.28
6	δ -3-Caren	0.24
7	D-Limoneno	94.88
8	γ - Terpineno	0.22
9	Linalol	0.29
10	Cotronelol	0.01
11	Terpineol-4-ol	0.01
12	α -Terpineol	0.02
13	Nerol	0.02
14	Neral	0.01
15	Geranial	0.06
16	Alcohol perilla	0.01
17	Sesquiterpenos	0.16
18	α -Copaenc	0.01
19	β - Elemeno	0.01
20	(E)-cariofileno	0.01
21	Trans- α - Bergameta	0.01
22	α -Humuleno	0.02
23	(E)- β Ferneseno	0.01
24	Valenceno	0.09
25	Sesquiterpenos oxigenados	0.04
26	Oxido de cariofileno	0.02
27	β -Sinensal	0.01
26	Nootkatone	0.01
27	n-nonal	0.15
28	Decanal	0.18

29	Undecanal	0.06
30	Acetato de α -Terpinino	0.01
31	Acetato de citronelilo	0.01
Total de compuestos oxigenados totales (%)		99.77

2.5.2 AE de eucalipto

En la Tabla 8 se muestra el análisis cromatógrafo de gases realizado por el método de extracción de agua a condiciones supercríticas- CO₂. El compuesto con mayor concentración fue 1-8 cineol con 46.92% (Jimenez-Carmona, 1999).

Tabla 8. Análisis de cromatografía de gases por el método extracción de agua condiciones supercríticas- CO₂.

No.	Compuestos	Extracción de agua condiciones supercríticas- CO ₂
1	α -Pino	9.784
2	β -Pino	0.641
3	β -Mirreno	0.941
4	1-8, cineol	46.923
5	1-Isopropilo-4-metil-3-ciclohexano-1-ol	0.765
6	Propanoato de linalyn	4.716
7	3,7-Dietano-2,6-octadien-1-ol	0.823
8	2-Acetato de hidroxicineol	0.440
9	No identificado	2.085
10	Triciclo	0.923
12	No identificado	2.085
13	No identificado	0.375
14	Biciclo	0.249
Total		72.991

Se comparó el análisis por dos métodos, hidrodestilación (HD) e hidrodestilación asistida por microondas (MWHD) como se aprecia en la Tabla 9. Por cada método se encontraron 12 compuestos, el 89.07% representado por el método de hidrodestilación y el 94.04% por el método MWHD. El compuesto con mayor concentración fue el 1,8-cineol con 42.10% y 48.51% (Hashemi-Moghaddam, 2013).

Tabla 9. Análisis de cromatografía de gases HD y MWHD.

No.	Compuestos	HD	MWHD
1	α -Pino	3.67	9.47

2	1,8-cineol	42.10	48.51
3	Trans-Pinocarveol	3.85	2.23
4	Pinocationica	2.87	1.46
5	Bicicloelemeno	0.74	1.41
6	β -Elemeno	0.78	0.64
7	Calareno	1.27	0.88
8	Aromadendreno	19.5	18.31
9	Aloaromadendreno	5.41	4.67
10	β -Selineno	1.58	1.41
11	Ledeno	2.94	2.95
12	Spathulenol	1.38	2.10
Total		89.07	94.04

2.5.3 AE de toronja

En la Tabla 10 se describe el análisis de cromatografía de gases por el método de hidrodestilación. El limoneno representa la concentración mayor con 70.04%, así como linalol 20.7%, mirceno 4% y n-octanal 2% (Soto, 2013).

Tabla 10. Análisis de cromatografía de gases mediante el método de hidrodestilación.

Compuestos	HD (%)
Limoneno	70.04
Mirceno	4.00
α -Pino	1.60
Linalol	20.7
n-octanal	2.00
(E)-cariofileno	1.64
Total	99.98

En la Tabla 11 se hizo una comparación de dos métodos de extracción. Por el método de hidrodestilación se encontraron compuestos que representan el 97.5% de concentración y por el método de hidrodestilación por microondas sin solvente (HMS) se encontró una concentración de 99.6% (Conde-Hernández, 2017).

Tabla 11. Análisis de cromatografía de gases mediante HMS y HD.

No.	Compuestos	HMS	HD
1	α -Pino	0.4	0.7

2	Sabineno	0.3	0.6
3	β -Pino	0.8	1.2
4	β -Mirce	0.7	0.9
5	α -Pino		0.1
6	α -Terpino	0.07	1.0
7	Limoneno	91.5	88.6
8	β -3-Care	0.1	0.5
9	Terpinoleno	0.2	0.5
10	Linalol	1.1	0.7
11	1-Octanol	0.2	0.1
12	n-nonanol	0.2	0.1
13	Tras-Limoneno oxido	0.9	0.6
14	Citronela	0.4	0.2
15	α -Terpineon	0.3	0.2
16	Tras-Carveol	0.1	
17	Decanal	0.3	
18	Nerol	0.1	0.2
19	Nerol	0.1	0.3
20	Geraniol	0.3	0.1
21	Geranial	0.4	0.3
22	β -Cubenen	0.3	0.2
23	(E)-Cariofileno	0.2	0.4
24	(E)- β -Farneseno	0.4	
Total		99.6	97.5

2.6 AE con efectos antibacterianos

Una característica importante de los AE es su hidrofobicidad, lo que les permite insertarse entre los lípidos de la membrana citoplásmica bacteriana. La alteración de su permeabilidad provoca la salida de moléculas muy importantes y de iones, provocando la muerte del microorganismo. Los AE obtenidos de hierbas aromáticas, poseen terpenos y terpenoides con efectos antibacterianos contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, y algunas especies de Gram-negativos (Solórzano-Santos F, 2012).

Los microorganismos residentes son habitantes permanentes de la piel como los son *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Propionibacterias* y *Corynebacterias*. Estos suelen encontrarse en la capa superficial de la piel y de bajo de las células más superficiales del estrato cornea. En la piel intacta, por lo general no causan infección, pero en el tejido corporal estéril o en piel no intacta pueden causar infecciones. Los

microorganismos pueden sobrevivir más tiempo en la piel a comparación con bacilos gramnegativos transitorios (Evans, 1950).

La desinfección se describe como un proceso que elimina la mayoría de los microorganismos patógenos sobre objetos inanimados. La actividad germicida es el principal aspecto a evaluar en los desinfectantes. Existen una gran cantidad de métodos para evaluar este parámetro, las que se pueden encontrar en la normatividad nacional actual (Norma NMX-BB-040-SCFI-1999. Métodos generales análisis. Determinación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas., 1999)

La palabra antiséptico designa a un germicida que se aplica en piel u otros tejidos vivos, a diferencia de los desinfectantes, que estas son sustancias que se utilizan sobre objetos inanimados ya que pueden dañar la piel y otros tejidos. La utilización de antisépticos es un proceso muy frecuente en todas las organizaciones del cuidado de la salud.

2.6.1 Utilización de *E. coli* y *S. aureus* en métodos generales de análisis-determinación de la actividad microbiana

Existen puntos críticos, en los cuales se puede comprometer la inocuidad de los alimentos. Los brotes por *S. aureus* y *E. coli* han sido asociados en su gran mayoría al manejo deficiente de los alimentos por las personas que realizan la preparación de los productos frescos (Norma NMX-BB-040-SCFI-1999. Métodos generales análisis. Determinación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas., 1999) (Abdul-Raouf UM, 1993). La temperatura de almacenamiento constituye el factor principal para el desarrollo de bacterias. Estas bacterias poseen dosis infecciosas bajas, y son fácilmente aumentadas porque pueden desarrollarse rápidamente en los alimentos, cuando encuentran condiciones propicias para su desarrollo (Parrilla CC, 1993).

La *E. coli* y *S. aureus* pueden causar implicaciones clínicamente severas. La intoxicación por *S. aureus* se debe a la ingestión de exotoxinas, que provocan náuseas, vómito, dolores abdominales y diarrea (DW., 1994). La *E. coli* causa severos desórdenes gastrointestinales, y en ambos casos, se ha reportado la muerte por infecciones de ambos organismos patógenos.

2.6.2 *Escherichia coli* ATCC 11229

Es una bacteria descubierta en 1885 por el pediatra alemán Dr. Theodor Escherich que se ha transformado en uno de los microorganismos más estudiados en microbiología

(Troller, 1993). Fue denominada *Bacterium coli commune*, y se aisló de heces de niños sanos con pocas horas de nacimiento (Bettelheim, 2007) y luego fue rebautizada en 1919, en honor a su descubridor, como *Escherichia coli* (Escherich, 1988).

Este bacilo Gram negativo, móvil y anaerobio facultativo pertenece al orden de las Eubacteriales, familia *Enterobacteriaceae*, Tribu *Escherichieae*, género *Escherichia*, especie *coli* (Kaper, 2005). Es la especie anaerobia facultativa más abundante de la flora normal del tracto intestinal del hombre y de algunos animales siendo una de las primeras especies bacterianas en colonizar al recién nacido, quien adquiere las primeras cepas del canal del parto y de las heces de su madre. Posteriormente las colonizaciones son a causa de la ingestión de alimentos contaminados con este microorganismo (Brenner, 1984). *E. coli* puede sobrevivir en el agua y los alimentos (Troller, 1993) siendo su hábitat "normal" el colon de organismos de sangre caliente. Allí se produce una simbiosis: el intestino brinda un ambiente propicio para la bacteria, mientras que esta aporta nutrientes esenciales para el epitelio intestinal, favorece una respuesta inmune en el huésped y beneficia la síntesis de vitamina K. Al mismo tiempo, ciertas cepas de *E. coli* actúan como un factor de inhibición de crecimiento de patógenos entéricos (Sussman, 1985).

2.6.2.1 Aspectos morfológicos

Escherichia coli es un bacilo recto, móvil, gram-negativo. Mide entre 1 y 1,5 μm por 2 a 6 μm , y puede aparecer aislado o en pares. Su estructura está constituida por una pared bacteriana, fimbrias, flagelos peritricos y una membrana externa. No obstante, sólo ciertas cepas poseen cápsula y flagelos, y no se han descrito formas esporuladas (Eckburg, y otros, 2005). El antígeno superficial somático "O" se encuentra determinado por los azúcares de las cadenas laterales del lipopolisacárido (LPS) que conforman la membrana externa de las gram-negativas. Se trata de un polisacárido termoestable, enmascarado por el antígeno K (capsular) en bacterias que tienen cápsula (Blanco J. , y otros, 2001) tal como se presentada en la Figura 14. Los antígenos flagelares "H" se encuentran presentes en cepas que son móviles. Tienen naturaleza proteica y son termolábiles, inactivándose a 100 °C/30 min. (Sánchez S. G.-S., 2009).

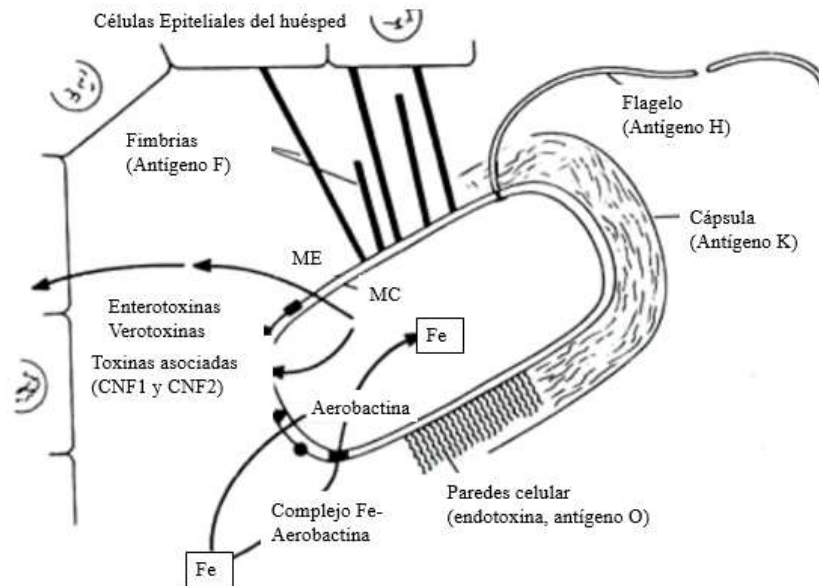


Figura 14. Estructura de la bacteria *Escherichia coli*, representa los antígenos de superficie O, K, H y algunos factores de virulencia.

2.6.2.2 Enfermedades más comunes por *Escherichia coli*

- Infección de la próstata (prostatitis)
- Infección de la vesícula biliar
- Infecciones que se desarrollan después de apendicitis y diverticulitis
- Infecciones de heridas (incluidas las heridas producidas durante la cirugía)
- Infecciones en úlceras de decúbito (úlceras por presión)
- Infecciones del pie en personas con diabetes
- Neumonía
- Meningitis en recién nacidos
- Infecciones del flujo sanguíneo

E. coli pueden causar infecciones fuera del intestino si este está desgarrado (perforado) o dañado, por ejemplo, por una lesión o una enfermedad, como la enfermedad inflamatoria del intestino. En ese caso, las bacterias pueden abandonar el intestino y extenderse a las estructuras cercanas, que no tienen defensas contra ellas, o pueden entrar en el torrente sanguíneo (Blanco J. E., y otros, 1996).

2.6.2.3 Síntomas de infecciones por *E. coli*

Comienzan habitualmente con dolor abdominal con retortijones intensos acompañados de diarrea acuosa, que suele convertirse en sanguinolenta en las 24 horas siguientes. (en

ocasiones esta enfermedad se conoce como colitis hemorrágica.) Suele presentarse dolor abdominal y diarrea muchas veces al día; también se siente una frecuente necesidad de defecar, aunque la mayoría de las veces no se consiga. La mayoría de los infectados no tienen fiebre.

Debido a que la infección se propaga fácilmente, a menudo las personas deben ser hospitalizadas y aisladas. La diarrea puede remitir por sí sola en el 85% de los afectados, por lo general en un período de entre 1 y 8 días siempre que no aparezcan complicaciones.

2.6.3 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

Staphylococcus aureus es más resistente que la mayoría de las bacterias Gram negativa; crece en un amplio rango de temperaturas, de pH, concentraciones de cloruro de sodio, incluso es capaz de permanecer activo en superficies secas y de formar biopelículas (Troller, 1993).

Es una bacteria en forma de coco como se parecía en la Figura 15, que mide de 0.8mm a 1.2mm, Gram positiva, anaerobia facultativa, no esporulada, inmóvil, catalasa positiva, capaz de producir toxinas y otras enzimas relacionadas con su patogenicidad.

S. aureus posee un arsenal de elementos que justifican su capacidad patogénica y de defensa ante los mecanismos de defensa del huésped y los antimicrobianos utilizados para su combate (Troller, 1993).

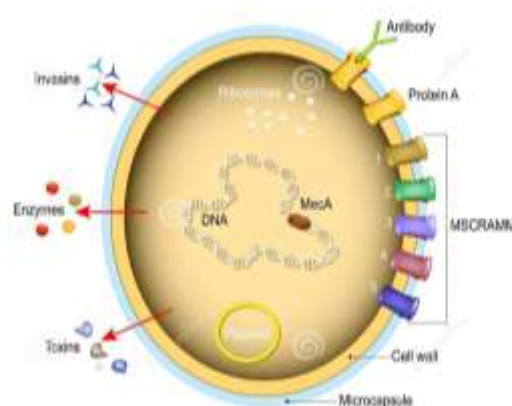


Figura 15. Estructura celular de *Staphylococcus aureus* y factores patógenos

2.6.3.1 Enfermedades más comunes por *Staphylococcus aureus*

1. Infecciones de la piel: Los tipos más comunes de infecciones por estafilococos.

2. Bacteriemia: Infección del torrente sanguíneo que puede llevar a una sepsis, una respuesta inmune muy seria a la infección.
3. Infecciones de los huesos
4. Endocarditis: Infección del revestimiento interno de las cámaras y válvulas del corazón.
5. Intoxicación por alimentos
6. Neumonía
7. Síndrome del shock tóxico: Afección potencialmente mortal causada por toxinas de ciertos tipos de bacterias.

2.6.3.2 *Síntomas de infecciones por Staphylococcus aureus*

1. Las infecciones de la piel pueden verse como granos o forúnculos. Pueden estar enrojecidos, inflamados y causar dolor. En ocasiones hay pus u otro líquido. Se pueden convertir en impétigo y desarrollar una costra en la piel, o celulitis, un área inflamada y roja de la piel que se siente caliente.
2. Las infecciones de los huesos pueden causar dolor, hinchazón, calor y enrojecimiento en el área infectada. También puede tener escalofríos y fiebre.
3. La endocarditis causa algunos síntomas parecidos a la gripe, como fiebre, escalofríos y fatiga. También causa síntomas como latidos rápidos del corazón, dificultad para respirar y acumulación de líquido en sus brazos o piernas.
4. La intoxicación por alimentos generalmente causa náusea y vómitos, diarrea y fiebre. Si pierde demasiados líquidos, también puede deshidratarse.
5. Los síntomas de la neumonía incluyen fiebre alta, escalofríos y tos que no mejoran. También puede tener dolor de pecho y dificultad para respirar.
6. El síndrome de shock tóxico causa fiebre alta, presión arterial baja repentina, vómitos, diarrea y confusión. Es posible que tenga una erupción similar a una quemadura solar en algún lugar de su cuerpo. Este síndrome puede conducir a fallo orgánico.

2.7 **Evaluaciones sensoriales**

La evaluación sensorial se define como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones de aquellas características de productos, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Schutz, 1971). Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un producto por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que

lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos (Boustani, 1990) . La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo con la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo. Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Hernández, 2005).

Las diferentes percepciones de un producto se presentan en la Figura 16.

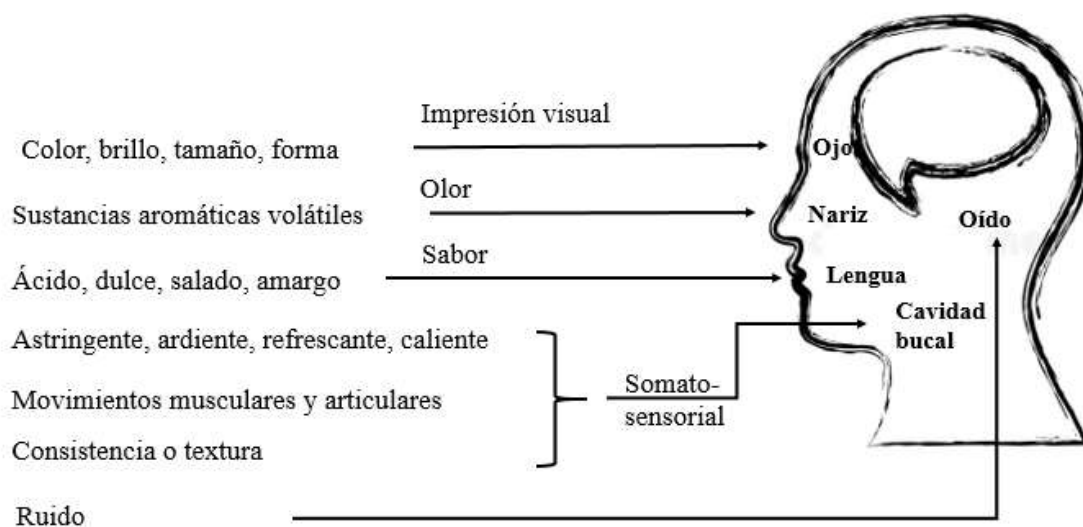


Figura 16. Sensograma. Obtenido de: J. Sancho. Introducción al Análisis Sensorial de los 945 Alimentos.

2.7.1 Los sentidos

En pocas palabras los sentidos son aquellos que el ser humano posee para percibir y detectar lo que el mundo lo rodea.

Los cinco sentidos se clasifican en:

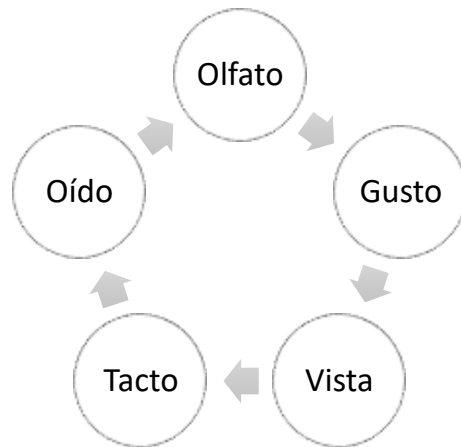


Figura 17. Los 5 sentidos

2.7.1.1 Olfato

Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el primer atributo tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que se esparcen por el aire llegando hasta la nariz y el segundo consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca. Al igual que el sentido de la vista las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo a las experiencias del individuo (Hernández, 2005).

2.7.1.2 Gusto

Mediante el sentido del gusto se pueden percibir los gustos básicos de los alimentos o sustancias en general, siendo la lengua el órgano principal del gusto. Los receptores de este sentido, llamados papilas gustativas, se hallan en las mucosas de la lengua, de la faringe y hasta el paladar, amígdalas, epiglotis y esófago proximal. Hay cinco tipos de papilas de formas distintas, pero todas son pequeñas estructuras de células receptoras o botones gustativos, sensibles a las sustancias químicas disueltas en la saliva (Ureña, Arrigo y Giron, 1999). El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo o ácido (también están el picante y el alcohólico, pero en realidad no son gustos o sabores, sino que el primero es una sensación dolorosa y el segundo es un adormecimiento de la lengua); mientras que el sabor sui generis del alimento consiste en una combinación de gusto y aroma. Se estima que la mayor contribución al sabor se debe al aroma (Meilgaard, 2006).

2.7.1.3 Vista

La generación de imágenes y la percepción del color se producen cuando la luz que entra al lente del ojo se enfoca en la retina, donde los conos y bastones la convierten en impulsos

nerviosos que viajan al cerebro vía el nervio óptico (Hernández, 2005). Las propiedades sensoriales más importantes asociadas con el sentido de la vista son el color y la apariencia. El color por su parte es considerado relevante para el caso de la evaluación sensorial en la industria alimenticia, debido a que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor sin siquiera haberlo probado (Hutchings, 1977).

“La primera impresión que se recibe siempre es la visual que cumple el rol de factor de decisión al momento de la compra”

2.7.1.4 *Tacto*

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. No puede hablarse de “la textura de un alimento” como una única característica, sino que hay que referirse a los atributos de textura, o las características o propiedades de la textura. Las características texturales pueden ser captadas por los dedos o los receptores bucales. Entre las características captadas por los dedos están: firmeza (frutas), suavidad (selección de frutas), jugosidad (maíz) (Hutchings, 1977).

2.7.1.5 *Oído*

Mediante el sentido de la audición, específicamente el oído, se puede percibir los sonidos. El estímulo o excitante específico del oído son las ondas sonoras, originadas por la vibración de un cuerpo. Estas ondas, recogidas por el oído externo y transmitidas por el oído medio, impresionan en el oído interno en las terminaciones del nervio acústico, que conduce las correspondientes excitaciones a la corteza cerebral, donde son transformadas en sensaciones (Hutchings, 1977).

La evaluación sensorial surge como una disciplina para medir la calidad de los productos, conocer la opinión y mejorar la aceptación por parte del consumidor. La evaluación sensorial, es importante para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos y los productos, para la producción y promoción de ellos, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los productos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing) (Hernández, 2005).

2.7.2 Funcionamiento de un panelista en análisis sensoriales

Las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son los jueces, los cuales deben ser seleccionados y entrenados, además es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas, para la sala de catación o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. También se tiene un especial cuidado en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el formulario, el número de muestras, las cantidades, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra, los recipientes que van a contener las muestras y la otra entre otras (Hernández, 2005).

2.7.2.1 *Panelistas*

Existen varios tipos de panelista, panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas de laboratorio y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones. El segundo grupo es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio (Hernández, 2005).

Los panelistas deben de cumplir ciertos requisitos para que se obtengan resultados favorables:

- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones programadas.
- Debe de tener una buena presentación y disposición.
- De preferencia que sea de ambos géneros (femenino y masculino).
- Deben de evitar el consumo de algún alimento o bebida característico.
- Llegar descansados.

2.7.3 Tipos de pruebas sensoriales

2.7.3.1 *Pruebas hedónicas*

En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso. No obstante, es difícil que un producto con baja valoración hedónica tenga éxito en el mercado por muchos esfuerzos que haga el departamento de marketing. Por todo esto, las pruebas hedónicas de consumidores previas al trabajo de marketing resultan ser de mucha utilidad en la gestación y puesta en el mercado de nuevos productos (Regueiro V. G., 2014).

2.7.3.2 Pruebas de preferencia

En las pruebas de preferencia el consumidor o juez de la prueba realiza una elección entre productos; entre estas pruebas las más utilizadas son las de comparación apareada entre dos productos codificados que se presentan a los jueces quienes tienen que elegir la que prefieren; y la de ordenación en la que varios productos codificados se presentan a los jueces que tienen que ponerlos en orden de preferencia. Estas son pruebas sencillas de realizar ya que son muy intuitivas y necesitan poca explicación para llevarlas a cabo. Además, pueden ser realizadas por todo tipo de individuos, de toda edad, condición y lenguaje (Domínguez, 2007).

2.7.3.3 Pruebas descriptivas

El análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de personas entrenadas y estandarizadas. Los panelistas deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo. El objetivo de las pruebas es obtener especificaciones cuantitativas, a través de su descripción de aspectos importantes del producto que se está evaluando. A través de este método se ayuda a identificar ingredientes esenciales y variables del proceso o cómo difiere el producto en aspectos sensoriales específicos. Asimismo, determina cuáles de los atributos son más importantes para la aceptabilidad. Los atributos están pre-definidos y se presentan en grados o escalas (Domínguez, 2007) (Norma NMX-BB-040-SCFI-1999. Métodos generales análisis. Determinación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas., 1999).

3 METODOLOGÍA

3.1 Extracción de AE de naranja

La adquisición de la biomasa utilizada fue por medio de establecimientos que procesan el fruto para obtención de jugo (cáscara de naranja y cáscara de toronja). Para cada corrida experimental se seleccionaron muestras de cáscara de naranja y cáscara de toronja de entre 32 a 33.5 g. Posteriormente, se realizó un pretratamiento que consiste en agregar 200 mL de agua purificada al material vegetal y se vertió a una molienda convencional a velocidad media por 1 min, como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Pretratamiento de cáscara de naranja.

Luego la mezcla se colocó en un matraz bola de 500 mL y se le añadió agua purificada hasta alcanzar el volumen que mantuvo una razón 8:1 de agua:cáscara. Una vez terminada la mezcla de cáscara de naranja y agua para hidrodestilar, se montó el equipo como se presenta en la Figura 19. La manta de calefacción operó por 1 h manteniendo una carga del 40% de la corriente de alimentación una vez llegado al punto de ebullición.



Figura 19. Equipo utilizado para pruebas de hidrodestilación de cáscara de naranja y toronja.

El baño térmico automático regula, controla y recircula el agua de enfriamiento hacia el condensador. La manta calefactora provee el calentamiento para llegar a la temperatura necesaria de ebullición de la mezcla de biomasa con el agua purificada (solvente). La mezcla vapor y AE pasa por el condensador hasta llegar al vaso de precipitado, para su posterior separación en el decantador.

Una vez que transcurrido el tiempo, la cantidad obtenida de la hidrodestilación se pasa a un decantador para separar el aceite del agua floral tal como se presenta en la Figura 20. El AE se depositó en viales ámbar de 8 cm³ y se almacena de manera refrigerada.



Figura 20. Decantador para recopilar el AE del agua flora.

3.2 Obtención de AE de eucalipto

Las hojas de eucalipto se adquirieron en el campus de UABC Mexicali I. Las hojas fueron tomadas de las ramas y colocadas en una bolsa negra tal como se muestra en la Figura 21, para su posterior uso.



Figura 21. Hoja de eucalipto recolectada del campus UABC Mexicali I.

Para cada experimento se tomó una muestra de 40 a 57.57 g de hoja de eucalipto. Posteriormente se realizó un pretratamiento que consistió en agregar 250 mL de agua purificada al material vegetal y se vertió a una molineta convencional a velocidad media por 1 min, como se observa en la Figura 22.



Figura 22. Pretratamiento de hoja de eucalipto.

Luego la mezcla se colocó en un matraz bola de 500 mL y se le añadió agua purificada hasta alcanzar el volumen, manteniendo una razón 8:1 de agua: hoja.

Una vez terminada la mezcla de hoja de eucalipto y agua purificada para hidrodestilar, se montó el equipo como se presenta en la Figura 23. La manta de calefacción estuvo operando por 1 h manteniendo una carga del 40% de la corriente de alimentación una vez llegado al punto de ebullición.

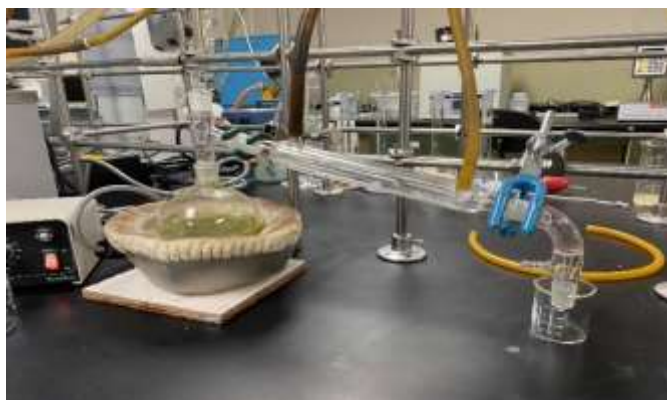


Figura 23. Equipo utilizado para pruebas de hidrodestilación de hoja de eucalipto.

El baño térmico automático reguló y controló la temperatura del agua de enfriamiento para el condensador. La manta calefactora provee el calentamiento para llegar a la temperatura necesaria de ebullición de la mezcla de biomasa con el agua purificada (solvente). La mezcla vapor y AE pasa por el condensador hasta llegar al vaso de precipitado para su posterior separación en el decantador.

Una vez que transcurrió el tiempo, el condensado se pasa a un decantador para separar el AE del agua floral como se muestra en la Figura 24. El AE se depositó en viales ámbar de 8 cm³ y se almacenó de manera refrigerada.



Figura 24. Decantador para recopilar el AE del agua.

En la Tabla 12, se presentan los materiales y equipos utilizados para los procesos de extracción de AE de cáscaras de naranja y hoja de eucalipto.

Tabla 12. Equipo y material utilizado en pruebas de hidrodestilación de cáscara de naranja, toronja y eucalipto.

Equipo	Descripción
Kit de destilación	Matraz bola de 500 mL, condensador de un paso de vidrio 19/22, conector en T de vidrio 19/22, conector en L de vidrio 19/22, decantador de 125 mL de vidrio 19/22.
Baño automático de temperatura	Marca BROOKFIELD modelo TC-502.
Balanza o pesa	Pesa marca AWS modelo AMW-55.
Licuada	Licuada convencional de vidrio, marca Oster de 1.25 L.
2 vasos de precipitado	Vasos de precipitado de 250 mL.
Manta calefactora	Glas-Col una placa (380 V y 115 W).
2 pinzas con nuez	Para sujetar y asegurar el equipo de vidrio.
2 Mangueras	Mangueras conectoras de látex.
Viales ámbar	Viales ámbar de 2 y 8 mL
Equipo de extracción por arrastre con vapor de agua	Caldera sussman electric boilers modelo MBA3 de 3kW y 120, 208, 240 volts, recipiente de extracción aislado, condensador de flujo cruzado de acero inoxidable, 3 mangueras adaptadas al equipo, decantador florentino.

3.3 Formulación piloto de gel antibacterial

Con las muestras extraídas de AE de naranja y eucalipto se propuso la elaboración de un gel antibacterial que contenga como componentes estos AE.

En la elaboración del gel antibacterial se realizaron diferentes muestras para encontrar la formulación adecuada. Los componentes y su composición para la primera formulación se muestran en la Tabla 13. La concentración de alcohol se estableció en un rango de 68.5 a 71.5% de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SSA1-2016 (Mexicana, 2017).

Tabla 13. Primera formulación propuesta de gel antibacterial.

Componentes	Porcentaje %
Agente gelificante	1
Emulsionante y tensoactivo del agente gelificante	0.30
Alcohol	60 y 70
AE de naranja	1
Agua (cantidad suficiente para completar la cantidad total)	37.70

El procedimiento de las primeras 3 muestras exploratorias de 50 mL de gel antibacterial representadas en la Figura 25 consistió en, agregar en un vaso de precipitado alcohol a una concentración de 60%, agua floral de naranja, eucalipto o una mezcla de ambas, posteriormente se agregó el agente gelificante y por último el emulsionante y tensoactivo del agente gelificante. Para la muestra 4 fue el mismo procedimiento que las anteriores, en esta solo se optó por no agregar uno de los componentes para ver el efecto que este hacia a la formulación. Se mezcló con un agitador magnético a 400 rpm por 20 minutos hasta llegar a la consistencia deseada.



Figura 25. Muestra de geles antibacteriales.

Para las muestras 5 y 6 exploratorias de 50 mL de gel antibacterial se realizó el mismo procedimiento de elaboración que las muestras anteriores, solo que a partir de esta muestra se modificó la formulación para una concentración de alcohol del 70%. Por último, a las muestras 7 y 8 exploratorias se les incluyó el agua floral de las extracciones previas de AE, así como la cantidad de AE que cumpla con el porcentaje propuesto en su formulación.

Adicional a las 8 pruebas exploratorias, se elaboraron 3 muestras de geles antibacteriales dando un total de 11 formulaciones propuestas. El proceso de selección de los geles antibacteriales partió de las 11 formulaciones propuestas hasta elegir 2. La selección de las muestras se llevó a cabo con 7 participantes del laboratorio de biomasa y bioenergéticos del Instituto de Ingeniería de la UABC Campus Mexicali I. Estas variaron en consistencia, aroma y apariencia. Antes de realizar la selección de las 2 muestras los participantes se limpiaron las manos para no tener ninguna interferencia. Se les explicó que se les proporcionarían frascos con distintas formulaciones de gel antibacterial y elegirían las 2 muestras que tuvieran características que le agradara a cada uno de ellos.

3.4 Pruebas físico-químicas

Se determinó la viscosidad y el pH de las 11 formulaciones propuestas y las 2 muestras seleccionadas.

3.4.1 Determinación de viscosidad

La determinación de viscosidad se realizó mediante el viscosímetro CAP 2000+ BROOKFIELD con el cono número 2 y 6 a 50 °C y 200 rpm, como se observa en la Figura 26.



Figura 26. Viscosímetro CAP 2000+ BROKFIELD.

3.4.2 Determinación de la viscosidad por el método de caída de bola

Se determinó el tiempo que tarda en caer una esfera de densidad y diámetro conocidos en una probeta con las muestras de gel antibacterial en una distancia de 7 cm a 25°C, por acción de la gravedad. La determinación de la viscosidad se obtuvo por medio de la ley de Stokes (Ecuación 1).

$$\mu = \frac{D^2 g t (\rho_s - \rho_l)}{18x} \quad (1)$$

Donde

μ = Viscosidad.

D = Diámetro de la canica.

g = Gravedad.

t = Tiempo.

ρ_s = Densidad de la esfera.

ρ_l = Densidad del fluido.

x = Distancia vertical que recorre la esfera en el fluido.

3.4.3 Determinación de pH

La medición de pH se llevó a cabo con tiras reactivas de papel Merck 0-14 Universal representadas en las Figuras 27(a) y 27(b). Se utilizó una tira por cada muestra, se introdujo la tira en la muestra, se dejó por unos segundos y se comparó el color con el patrón.



a)



b)

Figura 27. Tiras reactivas de papel para medir pH.

3.4.4 NMX-BB-040-SCFI-1999-Métodos generales de análisis- determinación de actividad antimicrobiana en productos germicidas

La determinación de la actividad se estableció por un solo método que se basa en determinar el porcentaje de reducción de un número de microorganismos, cuando se ponen en contacto con un germicida, bajo condiciones de prueba específicas.

Los disolventes y reactivos deben ser grado reactivo, a menos que se indique otra pureza, así como el agua empleada debe ser recientemente destilada, a menos que se indique otra pureza.

Por lo general se utilizan los microorganismos *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los equipos utilizados para la prueba son espectrofotómetro de luz visible y los reactivos usuales de laboratorio de microbiología.

El procedimiento de inoculación consiste en preparar la muestra a la concentración requerida en lada matraz. Agitar el matraz con la muestra inoculada y exactamente 30 segundos después de la inoculación, transferir 1 mL de la misma, a un tubo de ensayo conteniendo 9 mL de la solución neutralizante diluida o del caldo neutralizante, mezclar y transferir por duplicado alícuotas de 1 mL a cajas de petri estériles y continuar diluyendo hasta tener las diluciones necesarias para obtener placas que contengan de 25 a 250 colonias, agregar a cada placa de 15 mL a 18 mL del medio agar para métodos estándar con neutralizante, homogeneizar, permitir que solidifique, invertir las placas e incubar

durante 48 h entre 308 K a 310 K (35°C a 37°C). Después del período de incubación, contar el número de UFC en las placas.

3.4.4.1 Muestras de geles antibacteriales y AE de naranja y eucalipto para análisis-determinación de actividad antimicrobiana por el método de difusión en agar

Se le realizaron pruebas de actividad antimicrobianas a los AE de naranja y eucalipto como se muestra en la Figura 28(a) y 28(b). El objetivo de esta prueba fue evaluar el desempeño de AE de naranja y eucalipto como agente antibiótico.

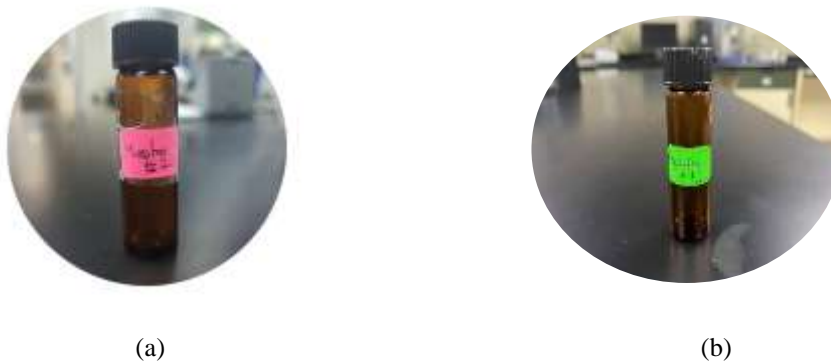


Figura 28. Muestra de AE de naranja y eucalipto.

La determinación de la actividad antimicrobiana de geles se realizó mediante el método de difusión en agar. Los microorganismos utilizados en esta prueba fueron *E. coli* y *S. aureus*. La actividad antimicrobiana se aplicó a 11 formulaciones propuestas como se aprecia en la Figura 29(a) y 29(b), de las cuales una de ella se formuló como blanco y las otras 11 con concentraciones distintas de AE de eucalipto, naranja o una combinación de ambos. Las pruebas se realizaron con el apoyo del Laboratorio de Biología Molecular y Cáncer en Instituto de Ingeniería.



a)



b)

Figura 29. Muestra de gel antibacterial.

3.5 Pruebas sensoriales

3.5.1 Muestreo poblacional para pruebas sensoriales

El muestreo se limitó a la ciudad de Mexicali, Baja California. El instrumento que se propuso para la evaluación del gel fue una encuesta, ya que es una herramienta que se utiliza para recolectar información fácil de una muestra poblacional de interés. Para el diseño de la encuesta se siguió la metodología propuesta en la literatura que se define a continuación (Monterrey, 2005).

3.5.2 Definición del objetivo para las pruebas sensoriales

Evaluar el grado de aceptación del gel antibacterial que utilice AE de naranja en la población de Mexicali.

3.5.2.1 Identificación de la población

El estudio se delimitó a Mexicali, Baja California. Se descartó el estudio a nivel estatal debido a la complejidad de realizar más de mil encuestas, disponibilidad de gel y de insumos. Según INEGI en el censo de 2020, la población de Mexicali, Baja California era de 1,049,792 habitantes, por lo que el número total de encuestas representativas se calculó basado en este número.

3.5.2.2 Geolocalización de la población

Se realizó una consulta en el sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Información (INEGI, 2020), donde se obtuvo la densidad poblacional que existen en Mexicali en 2020, estas fueron geolocalizadas espacialmente en ArcGIS (Sistema de Información Geográfica para geoposicionamiento) como se muestra en la Figura 30. La densidad poblacional de Mexicali por metro cuadrado se encuentra en los rectángulos de colores al norte de la ciudad.

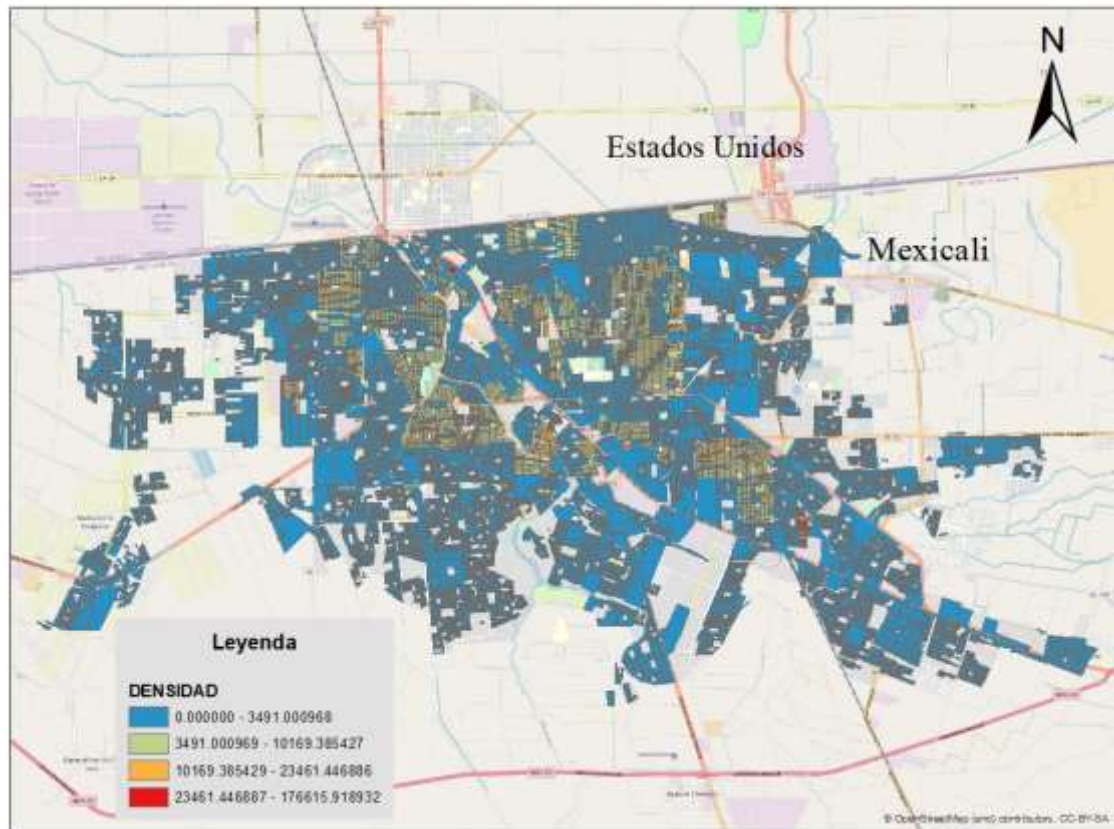


Figura 30. Densidad poblacional de Mexicali. Elaboración en ArcGIS a partir de información de INEGI.

3.5.2.3 Definición del método de muestreo y tamaño de muestra

La muestra es la parte de la población que proporciona la información que se desea obtener. Existen distintos métodos estadísticos para identificar el tamaño de muestra, la cual debe ser suficiente para realizar una deducción del comportamiento de la población.

Se utilizó la Ecuación 2 para calcular la muestra poblacional finita (Valdivieso Taborga, 2011).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (2)$$

Donde

n = Tamaño de muestra buscado.

N = Tamaño de la población o universo.

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado.

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado.

$q=(1-P)$ Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

A partir de la Ecuación 1 se obtuvo que se aplicaron 385 encuestas por cada muestra que se analizó, con un nivel de confianza de 95% y un error de 5%.

Tomando en cuenta que se realizaron dos muestras de diferente formulación para seleccionar la más aceptable, se aplicaron un total 770 encuestas, con un muestreo aleatorio simple.

3.5.3 Diseño del Instrumento

Se deben de tener en cuenta los siguientes principios para el diseño de una encuesta comprensible y pertinente para ellos es necesario considerar un lenguaje claro y preciso, si son respuestas abiertas que sean descripciones cortas, al igual que proporcionar la información necesaria para que el encuestado conozca el objetivo del cuestionario, realizar preguntas que generen respuestas espontáneas, que sienta comodidad y confianza para responder cada pregunta, en el caso de que las respuestas sean de selección múltiple, estas no deben dejar lugar a duda.

En la etapa de diseño se contempló la realización de una prueba piloto. Dicha prueba permitió descartar preguntas irrelevantes, incorporar nuevas preguntas o modificar palabras para brindar mayor claridad a la encuesta, la cual se encuentra en el Anexo 1.



La prueba piloto se llevó a cabo con los mismos 7 miembros del Laboratorio de Biomasa y Bioenergéticos, lo que permitió realizar mejoras en la estructura gramatical de las preguntas, determinar el tiempo promedio que el encuestado dedicará a responder el cuestionario, diseñar una estrategia de aplicación y elaborar el cronograma de actividades. Las preguntas ya establecidas fueron claras, con un lenguaje sencillo y directo. Fueron 7 preguntas formuladas con 4 parámetros a evaluar, apariencia, color, consistencia y olor en una escala hedónica de 9 puntos (estrellas), para evaluar el grado de satisfacción general que el gel genera en los encuestados. Al igual que 3 preguntas formuladas con respuestas sencillas de sí y no, para conocer la importancia de uso de geles antibacteriales y si utilizarían este gel antibacterial. Además, se incluyen 2 preguntas con respuestas simples enfocadas en la frecuencia del consumo de gel y la consistencia de sus manos después de aplicar el gel. Estas preguntas dieron a conocer el grado de aceptación del gel antibacterial que utilice AE de naranja en la población de Mexicali.

3.5.4 Estrategia de aplicación de instrumento

Para la aplicación del instrumento se requirió una herramienta que permitió el manejo y análisis de gran volumen de datos, así como facilidad de utilizar tanto para el encuestado como para el encuestador y con ello optimizar recursos, tiempo, materiales y personal.

Se optó por una alternativa sencilla para realizar la encuesta de manera online. Se estudiaron dos sitios web www.survio.com y www.surveykiwi.com. En la Tabla 14 se presenta un resumen de las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Tabla 14. Ventajas y desventajas de los dos sitios web que se estudiaron. Elaboración propia.

Sitios web para la aplicación de encuestas	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Es fácil y sencillo de manejar. • Su acceso es de forma gratuita y puede compartir la encuesta y visualizar los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede personalizar el cuestionario con logo de forma gratuita.
	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede personalizar la encuesta. • Tiene diversas opciones de diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona un mes gratis para manejarlo. • Tiene un nivel bajo de complejidad para su manejo.

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los sitios, se seleccionó Survio para el diseño, aplicación y procesamiento de las encuestas.

3.5.4.1 Aplicación del Instrumento

Se requirió un dispositivo electrónico, ya sea teléfono celular, tablet o computadora, para la aplicación de la encuesta en campo.

Algunas dificultades que se obtuvieron para la aplicación de las encuestas fueron, los recursos limitados para realizar el estudio, falta de dispositivos móviles, disponibilidad de las personas para realizar la encuesta.

Por lo que se brindaron las herramientas necesarias para eliminar las dificultades al aplicar la encuesta.

Se les proporcionó un código QR (Anexo 2) el cual se escaneó con su dispositivo móvil, tablet o computadora, se accedió directamente al sitio donde se realizó la encuesta. Cada persona realizó dos encuestas ya que se les proporcionó dos muestras con formulaciones diferentes de geles antibacteriales. Para ello se les facilitó toallas desinfectantes para que al momento de calificar las dos muestras no se encontrara interferencia en ninguna de las dos.

3.6 Procedimiento para pruebas sensoriales

Se preparó 1 L de la muestra 1 y 2 de gel antibacterial con la misma formulación de AE, siendo la muestra 1 más viscosa que la muestra 2. Para que las personas realizaran la encuesta, se les explicó que necesitarían un dispositivo móvil para digitalizar el código QR que se colocó en los frascos de las muestras 1 y 2 como se observa en la Figura 31. Una vez digitalizado el código QR, se procedió a la aplicación de las encuestas para las 2 muestras.



Figura 31. Muestras 1 y 2 de gel antibacterial con código QR.

El total de las encuestas realizadas fueron 770 para las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial con AE de naranja.

En la Figura 32 se muestran las zonas donde se aplicaron las encuestas. El tamaño del círculo es directamente proporcional al número de encuestas realizadas en la zona. Los lugares donde se realizaron las encuestas fueron el Instituto de Ingeniería de UABC, Facultad de Ingeniería de UABC, Vicerrectoría de la UABC, Laboratorio de Energías Renovables, Plaza Carranza, Plaza San Pedro, Oxxo de Montecarlo, reuniones familiares, Oficina de Ingeniería Mecánica Constructiva S.A. de C.V., Wal-Mart, Colonia villas del rey y Gimnasios como Fitness Montecarlo y Smart fit.



Figura 32. Delimitación de las zonas encuestadas en la ciudad de Mexicali.

Una vez concluidas las 770 encuestas se descargó la información del sitio web Survio y se realizó un análisis preliminar de los resultados. Los datos se exportaron a Excel y se clasificaron los encuestados por rango de edades, creando 5 sub-grupos de edades de 8-22, 23-31, 33-41, 42-55 y 56-72 años para tratar la información más fácil. Posteriormente se hizo el análisis de la información recabada.

3.7 Prototipo de envase de gel antibacterial

El prototipo del envase para el gel antibacterial se diseñó con el apoyo de estudiantes de servicio social profesional de la carrera de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura y Diseño. Se realizaron reuniones de trabajo tanto presenciales como en línea, donde se les brindó información del desarrollo del gel antibacterial que utilice AE de naranja. Se les explicó cómo se lleva a cabo la recolección de la cáscara de naranja, el método de extracción utilizado y se les proporcionaron muestras de gel antibacterial, con el fin de diseñar un prototipo de envase acorde a las normas, propiedades y características del gel antibacterial. Se propusieron distintos envases presentes en el mercado, de los cuales se eligieron 2 y se trabajaron con ellos, adaptándoles características particulares del gel antibacterial que utilice AE de naranja. Se utilizó Solidworks para modelar los 2

prototipos elegidos en 2D y 3D. Una vez elegido el prototipo final se imprimió en una impresora 3D en los laboratorios de Diseño Industrial.

4 RESULTADOS

4.1 Obtención de AE de naranja y toronja

En la Figura 33 se presentan el AE obtenido, el cual fue almacenado en viales ámbar, envasados y etiquetados adecuadamente.



Figura 33. AE de naranja y toronja extraídos y recolectados en viales ambar.

Los rendimientos obtenidos en la extracción de AE a partir de la cáscara de naranja y cáscara de toronja se describen en la Tabla 4 y Tabla 5. Se obtuvieron aproximadamente 10 mL de AE de naranja que se almacenaron en viales de capacidad de 2 a 8 mL. En el caso del AE de toronja se hicieron 2 extracciones de las cuales se obtuvieron 0.35 mL.

Tabla 15. Rendimiento obtenido mediante la extracción de AE de naranja.

<i>Muestra de cáscara de naranja</i>	<i>Masa (g)</i>	<i>AE obtenido (mL)</i>	<i>Rendimiento (mL/kg)</i>
1	32.96	0.3	9.10
2	33.29	1	30.04
3	33.67	0.8	23.76
4	33.62	0.8	23.80
5	34.39	1.2	34.89
6	32.12	0.5	15.57
7	23.04	0.2	8.68
8	32.00	0.5	15.63
9	32.57	1	30.70
10	32.54	1	30.73

11	33.13	1	30.18
12	32.55	0.8	24.58
13	33.29	1	30.04
Promedio			23.67
Desviación estándar			8.74

Tabla 16. Rendimiento obtenido mediante la extracción de AE de toronja.

<i>Muestra de cáscara de toronja</i>	<i>Masa (g)</i>	<i>AE obtenido (mL)</i>	<i>Rendimiento (mL/kg)</i>
1	32.32	0.15	4.64
2	33.91	0.20	5.90
Promedio			5.27
Desviación estándar			0.89

En la Figura 34 se aprecia una comparación del rendimiento de las extracciones obtenidas de cáscara de naranja y cáscara de toronja.

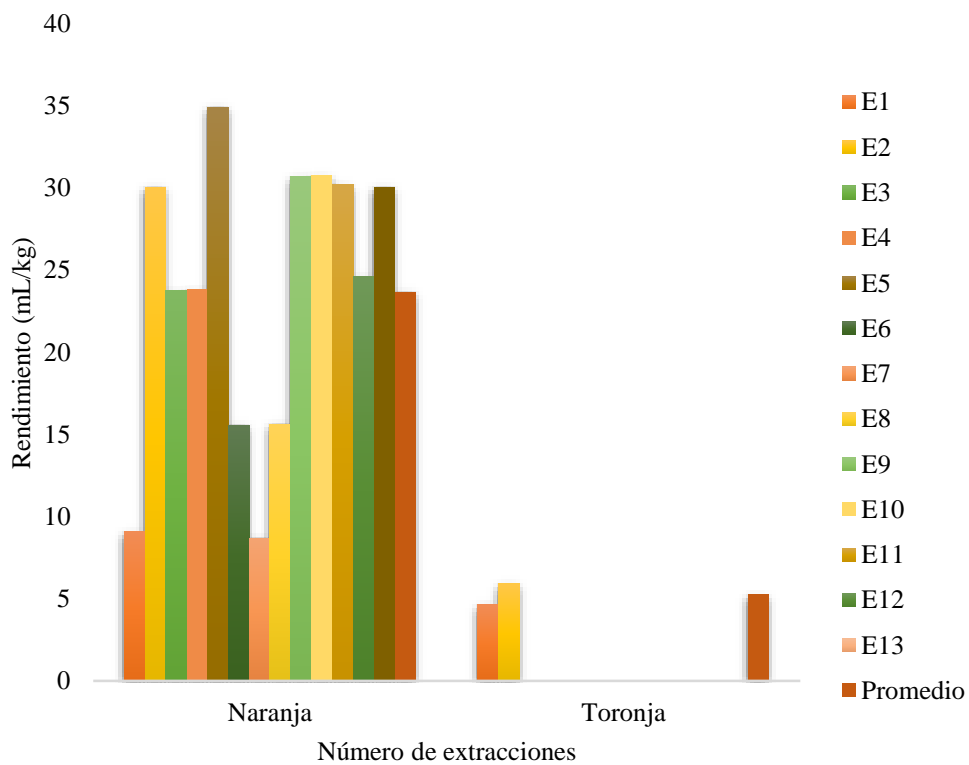


Figura 34. Comparación del rendimiento en cada extracción de cáscara de naranja y toronja.

4.2 Obtención de AE de eucalipto

En el caso de la extracción de AE de eucalipto se encontraron dificultades para montar y operar el equipo. La instalación del equipo que se muestra en la Figura 35 el cual se encontraba en el laboratorio de biomasa y bioenergéticos, este requirió de la adaptación de conexiones de agua y electricidad. Al momento de colocarse dichas conexiones se presentaron dificultades ya que el equipo tenía mucho tiempo sin operar. La caldera *sussman electric boilers modelo MBA3* la cual se muestra en la Figura 36, presentó inconvenientes en el sistema de control. Debido a que la válvula no enviaba la señal adecuada para dejar pasar el flujo de agua de entrada proveniente de la red, el equipo no funcionó adecuadamente.



Figura 35. Equipo de extracción por arrastre de vapor de agua.



Figura 36. Caldera sussman electric boiler modelo MBA3.

Para continuar con las extracciones anteriormente realizadas, se solicitó apoyo a expertos en equipos eléctricos para la correcta instalación del equipo de extracción. Una vez instalado, el equipo presentó problemas de operación y se procedió a darle mantenimiento a la caldera y a las líneas de agua, tal como se muestra en la Figura 37(a) y 37(b).



(a)



(b)

Figura 37. Mantenimiento de la caldera sussman electric boiler modelo MB3. (a). Mantenimiento de tuberías (b).

El problema no tuvo solución rápida y se decidió continuar con la extracción a nivel laboratorio en donde se obtuvo un acumulado de 3 mL de AE de eucalipto. El promedio del rendimiento por cada extracción fue de 15.58 mL/kg con una desviación estándar de

2.61 mL/kg. En la Figura 38 se presentan el número de extracciones realizadas con sus respectivos rendimientos.

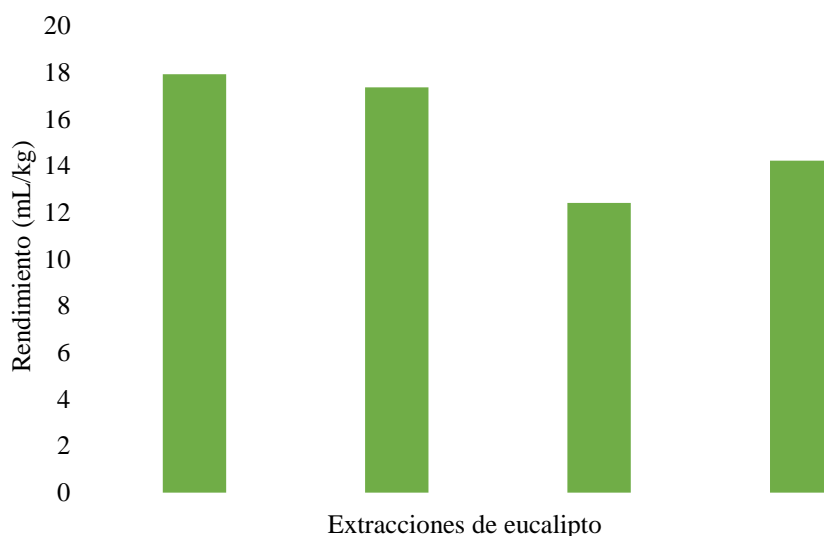


Figura 38. Rendimientos en cada extracción de hoja de eucalipto.

4.3 Formulación piloto de gel antibacterial

Una vez obtenida la *muestra propuesta 1* de gel antibacterial la cual se representa en la Figura 39(a), se procedió a valorar su consistencia al tacto, se colocó una pequeña cantidad en mano y se esparció. Se notó que su consistencia era muy agradable visualmente como un gel convencional y se observó que humecta la piel. El aroma no era tan fuerte a alcohol y cuando este se volatiliza se percibió un ligero aroma a cítrico.



(a)



(b)

Figura 39. Muestra 1 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 1 (b).

La *muestra propuesta 2* que se aprecia en la Figura 40(a) presentó una consistencia agradable visualmente como un gel convencional, con un color ligeramente turbio como

se muestra en la Figura 40(b), no era tan transparente, esto se asocia al agua floral de eucalipto que no suele ser completamente transparente.



(a)

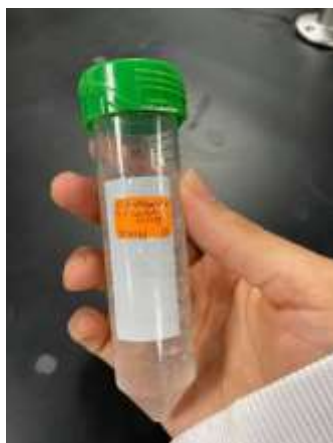


(b)

Figura 40. Muestra 2 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 2 (b).

Al momento de esparcirse por las manos se observó que humecta la piel. El aroma no era fuerte a alcohol y tenía un aroma característico a eucalipto, al momento que se volatilizó el alcohol persistía ese aroma a eucalipto en mano, al igual que no ardía, picaba o irritaba.

Al valorar la *muestra propuesta 3* esta presentó un color convencional de gel como se presenta en la Figura 41(b), a esta muestra se le añadió una mezcla de agua floral de naranja y eucalipto, siendo así un aroma muy característico, sin embargo, predominaba más el aroma del eucalipto.



(a)



(b)

Figura 41. Muestra 3 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 3 (b).

Al momento de valorar su consistencia al tacto, este se sentía más líquido, no tenía una consistencia descriptiva a gel convencional. El aroma no era tan fuerte a alcohol, tendía más a un olor a naranja y eucalipto, sin embargo, predominaba más el olor a eucalipto y cuando los alcoholes se volatilizaban quedó fijo el olor a eucalipto.

En la *muestra propuesta 4* al transcurrir el tiempo de agitación presentó una consistencia diferente ya que no se le agregó un componente, tendió a ser más líquida y turbia, como se observa en la Figura 42(b).



Figura 42. Muestra 4 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 4 (b).

Al momento de realizarse la valoración se percató que su consistencia era demasiado líquida, esta no se esparció uniforme por toda la mano, presentando así características distintas a un gel convencional. El aroma a alcohol predominaba más en esta muestra y al volatilizarse se percataba un ligero aroma a cítricos.

La *muestra propuesta 5* presentó las mismas características que la *muestra propuesta 1*. Su consistencia fue agradable visualmente como se ve en la Figura 43(b). Al momento de untarse en las manos se sentía suavidad en ellas. El aroma de alcohol seguía predominando y tenía un ligero olor a cítricos, el alcohol se volatilizó rápidamente y permanecía el ligero olor a cítricos.



Figura 43. Muestra 5 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 5 (b).

La *muestra propuesta 6* fue agradable visualmente como un gel convencional, presentó un color ligeramente turbio como se muestra en la Figura 44(b). Posteriormente se realizó la prueba en mano, donde su consistencia y esparcimiento fueron similar a la *muestra propuesta 2*. Esta presentó una buena humectación en piel. La percepción de alcohol no fue tan fuerte y su aroma tendía a ser más característico a eucalipto.

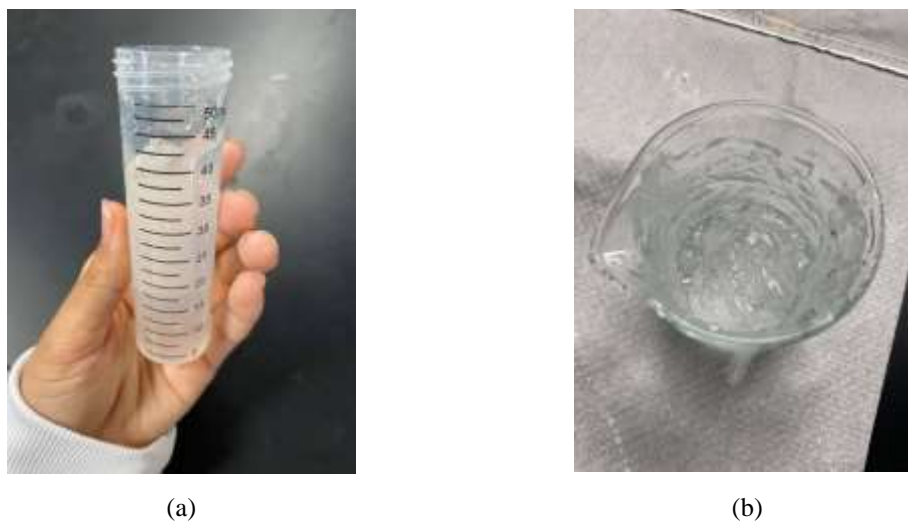


Figura 44. Muestra 6 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 6 (b).

En la *muestra propuesta 7* su consistencia al agitarse por unos minutos mostró resultados agradables visualmente como gel convencional tal como se aprecia en la Figura 45(b).



Figura 45. Muestra 7 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 7 (b).

El aroma a alcohol se percató ligeramente, predominando en su mayoría el olor a cítricos. Al volatilizarse el alcohol se quedaba impregnado el olor a cítrico en el área que se colocó. La consistencia del gel era igual que las 3 muestras anteriores a gel convencional y al momento de su esparció en la mano dejaba una sensación de suavidad en la piel.

Al transcurrir el tiempo de agitación en la *muestra propuesta 8*, se observó una consistencia similar a la de un gel convencional la cual queda representada en la Figura 46(b).



Figura 46. Muestra 8 de gel antibacterial en frasco (a). Apariencia visual de muestra 8 (b).

Al momento que se esparció por la mano, se percató que su consistencia era igual a las 4 muestras anteriores y al momento que se esparció en la mano dejaba una sensación de

suavidad en la piel. El aroma no era tan fuerte a alcohol y tenía un fuerte aroma a eucalipto el cual predominó después de la volatilización del alcohol.

En la Tabla 17 se presentan de manera general las características observadas en cada muestra propuesta.

Tabla 17. Características sobresalientes de cada muestra propuesta de gel antibacterial.

Muestras propuestas	Características
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humecta la piel. ➤ No tenía un aroma fuerte a alcohol. ➤ Permanecía su aroma a cítrico. ➤ Presento un color ligeramente turbio.
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humecta la piel. ➤ No presentó un aroma fuerte a alcohol. ➤ Aroma característico a eucalipto ➤ No ardía, picaba o irritaba.
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consistencia agradable. ➤ Color característico a un gel convencional. ➤ Predominaba más el de eucalipto. ➤ Consistencia más líquida.
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su consistencia fue más líquida y turbia. ➤ No se esparció uniformemente por las manos. ➤ El aroma a alcohol predominaba.
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consistencia agradable. ➤ Humectación y suavidad en manos. ➤ Predominaba el aroma del alcohol. ➤ Ligero aroma a cítricos.
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consistencia agradable. ➤ Color ligeramente turbio. ➤ Buena humectación en la piel. ➤ No presentó un aroma fuerte a alcohol. ➤ Aroma característico a eucalipto.

7	<ul style="list-style-type: none">➤ Consistencia agradable.➤ Sensación de suavidad en piel.➤ Predominaba el aroma a cítrico.
8	<ul style="list-style-type: none">➤ Consistencia agradable.➤ Sensación de suavidad en la piel.➤ Predomino en su mayoría el aroma a eucalipto.

En las muestras seleccionadas para las posteriores pruebas, se tomó como base la respuesta de los 7 participantes para elegir la muestra 1 y 2. Al momento de seleccionar la muestra 1, los participantes estuvieron de acuerdo que una de las formulaciones tenía una consistencia particular, que no se encontraba en muchos geles antibacteriales, esta presentó una consistencia ni viscosa ni líquida, por lo que dicha muestra fue seleccionada como muestra 1. Al elegir la muestra 2, los 7 participantes dialogaron y dedujeron que para algunas personas la consistencia líquida del gel suele ser agradable, por lo que se eligió la muestra 2 con una formulación que cumpliera con esa característica.

4.4 Pruebas de actividad antimicrobianas

Se detectó que solo hubo sensibilidad antimicrobiana en el AE de naranja por el método de difusión en agar de los microorganismos *E. coli* y *S. aureus*, queda descrita en la Figura 47. De acuerdo con los halos observados, se considera que los microorganismos son altamente sensibles al AE. De igual manera, al realizar esta prueba se detectó que el AE de eucalipto no mostró actividad antimicrobiana, por lo que se optó trabajar solo con AE de naranja para formular un gel antibacterial.

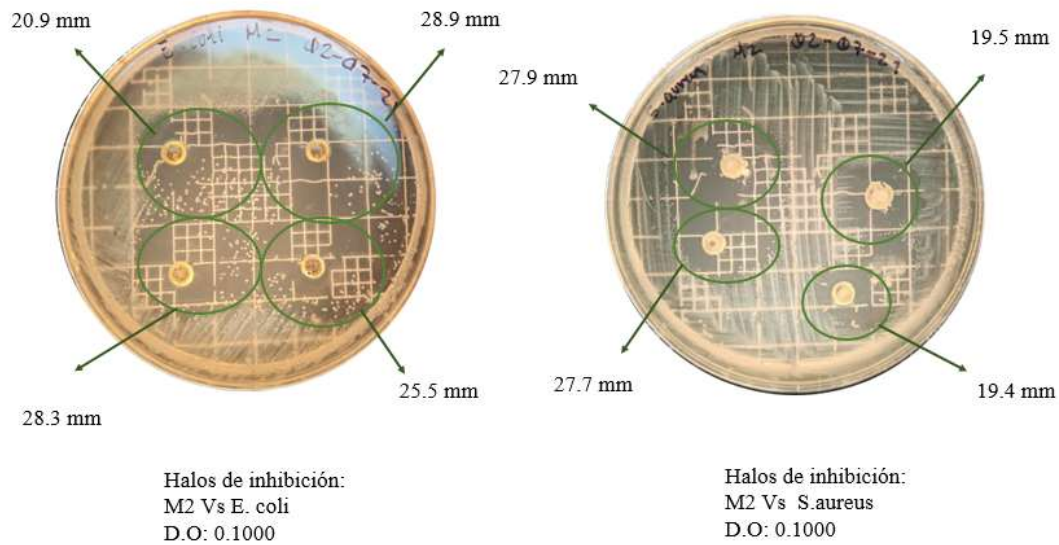


Figura 47. Difusión en agar de AE de naranja.

El microorganismo es altamente sensible a la muestra cuando el halo mide ≥ 20 mm. Con un diámetro del halo de 15-19 mm es una cepa con sensibilidad intermedia de la muestra. Cuando el diámetro del halo es ≤ 14 mm es una cepa con posible resistencia a la muestra (Malbran, 2012).

En el caso de las formulaciones propuestas de geles antibacteriales se detectó actividad antimicrobiana en las muestras propuestas 10 y 11 por el método de difusión en agar de los microorganismos *E. coli* y *S. aureus*. La *muestra propuesta 10* presentó actividad antimicrobiana contra *S. aureus* con un halo de diámetro promedio de 11.57 mm, como se muestra en la Figura 48a, mientras que la *muestra propuesta 11* presentó actividad antimicrobiana para los dos microorganismos *E. coli* y *S. aureus* con un halo de diámetro promedio de 9 mm para *S. aureus* y 8.3 mm para *E. coli*, como se muestra en las Figuras

48b y 48c. Los halos de inhibición se presentan en la Figura 48.

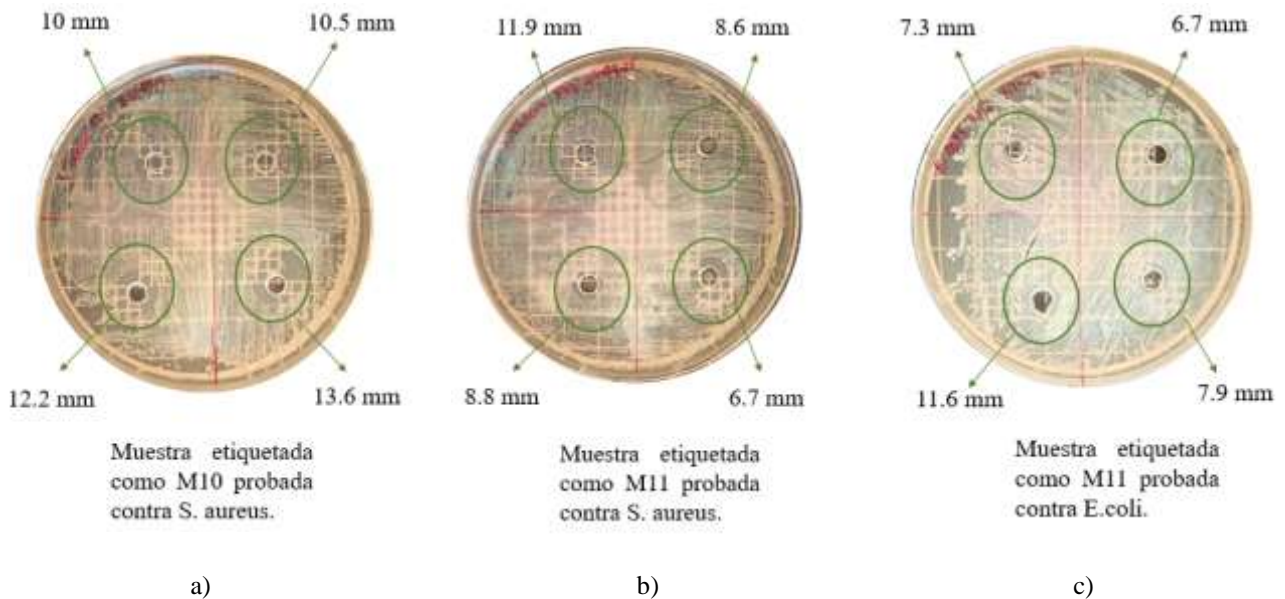


Figura 48. Discos de difusión de pruebas antimicrobianas. a) Halo de inhibición de muestra 10 para *S. aureus*. b) Halo de inhibición de muestra 11 para *S. aureus*. c) Halo de inhibición de muestra 11 para *E. coli*.

Las muestras propuestas de gel antibacterial presentaron halos de inhibición ≤ 14 mm, Esto representa una alta probabilidad de que las muestras son resistentes a la cepa.

Los geles presentaron halos de inhibición menores a los del AEN, esto se podría atribuir a la viscosidad de las muestras, la cual dificulta el esparcimiento en las cajas de petri. Otra de las razones podría ser que en la formulación del gel antibacterial, el AEN se queda encapsulado en el gel por lo que este no permite que el AEN combata el virus o bacteria fácilmente.

4.5 Pruebas físico-químicas

Las mediciones de pH para las 11 muestras propuestas se presentan en la Figura 49. El pH de las muestras propuestas varió de 4 a 8, en las primeras muestras su pH tendió a ser más ácido, dando así resultados de pH parecidos a los geles antibacteriales comerciales que es de 6 a 8. La *muestra propuesta 4* presentó un pH de 4 debido a que no se le agregó un componente que regula el pH.

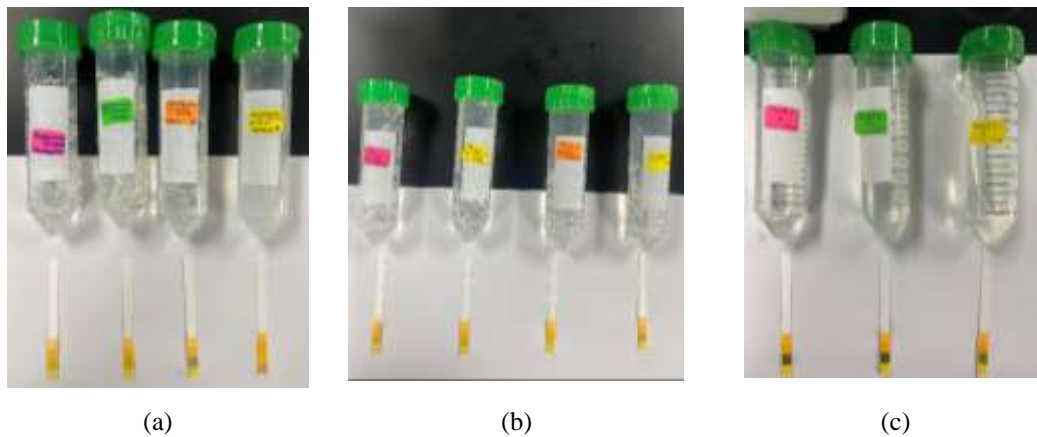


Figura 49. Medición de pH en las primeras 11 muestras de gel antibacterial elaboradas.

En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos de las 11 formulaciones propuestas.

Tabla 18. Resultados del análisis fisicoquímico de las 11 muestras propuestas de gel antibacterial con AE.

Muestras propuestas	pH	Viscosidad en equipo (Poise)	Conos
1	5	0.78	6
2	5 a 6	0.71	6
3	6 a 7	0.71	6
4	4	0.49	6
5	5	0.53	6
6	5	0.51	6
7	5	0.68	6
8	6	0.77	6
9	8	0.1	2
10	8	0.1	2
11	7	0.2	2

En la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos del gel antibacterial para las muestras 1 y 2 seleccionadas con los respectivos métodos utilizados.

Tabla 19. Resultados del análisis fisicoquímico de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial con AE de naranja.

Muestras seleccionadas	Parámetros	Unidades	Resultados	Método
------------------------	------------	----------	------------	--------

Muestra 1	pH	Adimensional	7	Tiras reactivas de papel
	Viscosidad dinámica	Poise (P)	0.11	Viscosímetro CAP 2000+ BROOKFIELD
	Viscosidad dinámica	Poise (P)	0.10	Viscosidad por el método de caída de bola
Muestra 2	pH	Adimensional	7	Tiras reactivas de papel
	Viscosidad dinámica	Poise (P)	0.13	Viscosímetro CAP 2000+ BROOKFIELD
	Viscosidad dinámica	Poise (P)	0.0077	Viscosidad por el método de caída de bola

Los resultados observados en la Tabla 19 indican que la *muestra seleccionada 2* arrojó valores diferentes de viscosidad dinámica por ambos métodos, lo que se atribuye a la diferencia de temperaturas en cada método. La medición de viscosidad se realizó con el viscosímetro CAP 2000+ BROOKFIELD a una temperatura de 50°C. La medición de la viscosidad no se estabilizó, debido a que el alcohol se volatilizó rápido durante la prueba, quedando el agente gelificante de la muestra del gel. Esto se explica debido a la temperatura y tiempo de operación del equipo, por lo que arrojó valores altos de viscosidad. En el caso del método de viscosidad por caída de bola a una temperatura de 25°C, el resultado no fue reproducible, ya que el recorrido de la esfera fue corto, esto dificultó encontrar el tiempo y sin este no se puede proceder a realizar correctamente el cálculo de la viscosidad. Por ende, se descartaron los dos métodos ya que los resultados obtenidos no cumplieron con las características físicas de la muestra seleccionada 2. En el caso de la *muestra seleccionada 1* los valores de la viscosidad dinámica fueron 0.10-0.11 P y son aceptables por los dos métodos, debido a que no existe diferencia significativa entre ambos valores y cumplió con las características físicas de la muestra seleccionada 1. Las mediciones de pH para las pruebas 1 y 2 seleccionadas se presentan en la Figura 50.

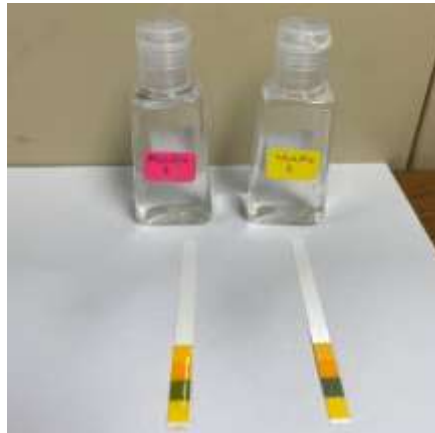


Figura 50. Medición de pH para las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial con AE de naranja.

4.6 Pruebas sensoriales

Los resultados obtenidos para la aceptación del gel antibacterial que utilice AE de naranja se muestran a continuación. Se obtuvo un total de 770 encuestas para las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial, de los cuales fueron encuestados 419 mujeres y 351 hombres como se muestra en la Figura 51.

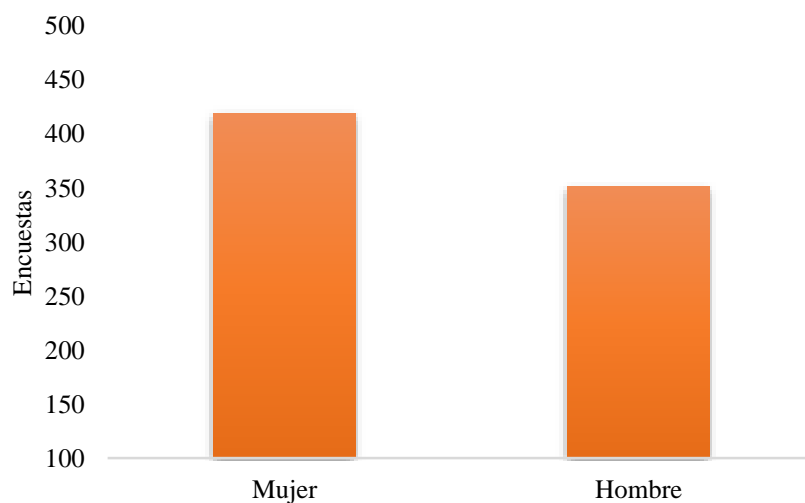


Figura 51. Número de encuestados por sexo.

Para tratar la información más fácil los resultados se clasificaron por edades y se crearon 5 sub-grupos de edades de 8-23, 24-32, 33-41, 42-53 y 54-72. En este análisis de resultados se percibió una tendencia en donde los rangos de 8-23, 24-32 y 33-41 indicaron que era más agradable la muestra seleccionada 1 que la muestra seleccionada 2 para los parámetros de apariencia, esparcimiento, color, absorción y olor, en este rango de edades

se encuentra el 78% de los encuestados. Sin embargo, en el rango de edades de 42-55 y 56-72 representa el 22% de los encuestados y solo el 7% de ellos prefirieron la muestra seleccionada 2 que la muestra seleccionada 1.

Para conocer la frecuencia de uso de gel antibacterial en los 770 encuestados se les presentaron 4 opciones, tal como se muestra en la Figura 52. El 56.36% de los encuestados indicaron que siempre utilizan gel antibacterial, el 34.93% casi siempre y el 8.71 % algunas veces, ninguno indicó que nunca utilizaban gel antibacterial.

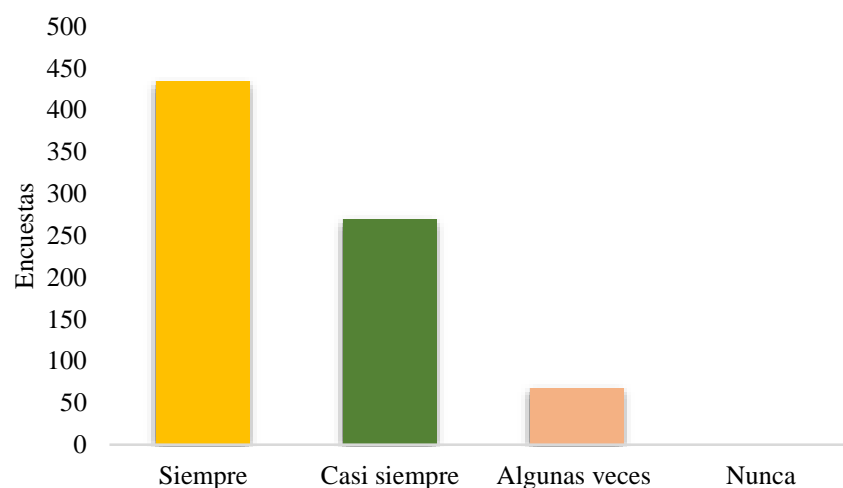


Figura 52. Frecuencia del consumo de gel antibacterial.

El 99% de todos los encuestados concluyó que es importante el uso de geles antibacteriales en su vida diaria.

En la Figura 53 se muestra el grado de satisfacción que se obtuvo de la apariencia de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial. Los rangos de estrellas más sobresalientes fueron de 5-9 donde los rangos se identifican como 1 extremadamente desagradable, 5 no agradable ni desagradable y 9 extremadamente agradable, dando así una aceptación de apariencia agradable para ambas muestras, sin embargo, la muestra seleccionada 1 tuvo mayor aceptación que la muestra 2 seleccionadas.

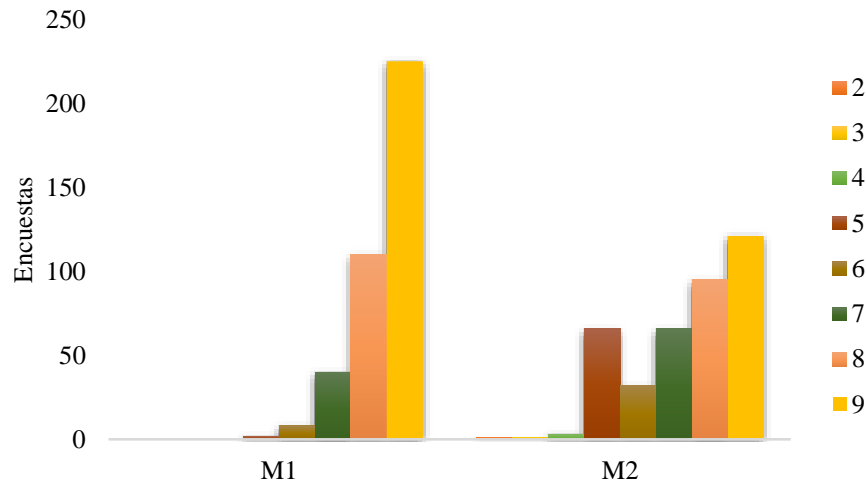


Figura 53. Satisfacción de la apariencia de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

En la Figura 54 se muestra el grado de satisfacción que se obtuvo del color de las 2 muestras seleccionadas. El color no varió en ninguna de las dos muestras ya que fueron formuladas por igual solo que la muestra seleccionada 1 fue más viscosa que la muestra 2 seleccionadas. Su aceptación se encuentra en los rangos 7-9 de agradable.

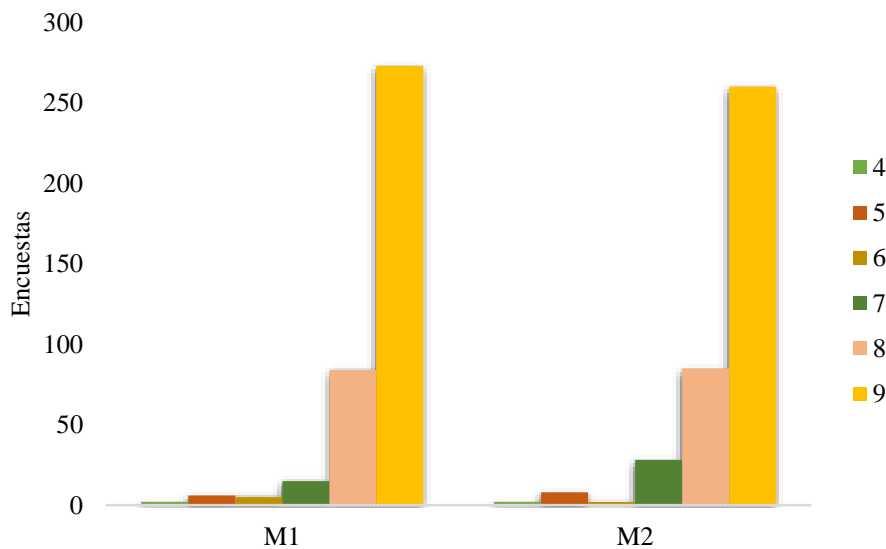


Figura 54. Satisfacción del color de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

En la Figura 55 se muestra el grado de satisfacción en el esparcimiento de las muestras seleccionadas 1 y 2. Se aprecia que la muestra seleccionada 1 tiene mayor puntuación en los rangos de 7-9 de la escala hedónica con el 50% de los encuestados. Predominó la puntuación 9 con extremadamente agradable para 249 encuestados, esto indica que la

muestra seleccionada 1 tiene mejor esparcimiento que la muestra seleccionada 2. Esto no significa que la muestra 2 seleccionada no fue considerada agradable, si no que la muestra 1 predominó con un porcentaje mayor de agrado en esparcimiento.

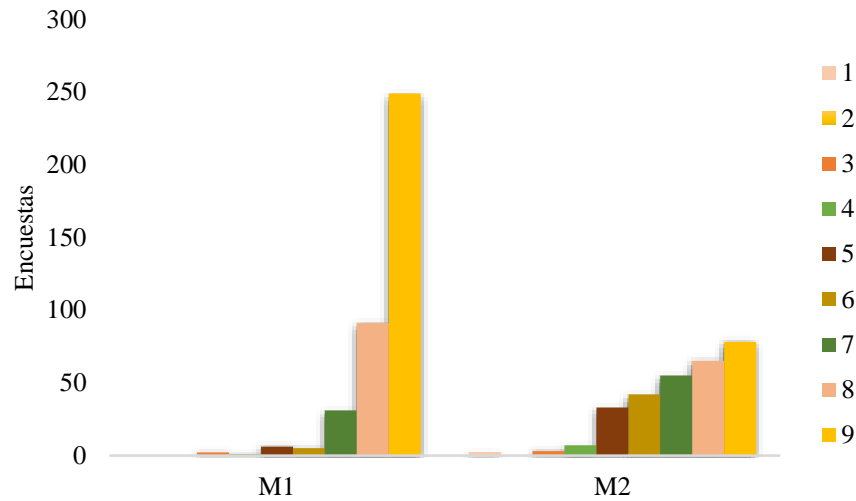


Figura 55. Satisfacción del esparcimiento de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

Los resultados para la absorción de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial se aprecian en la Figura 56. Los resultados para ambas muestras fueron similares, predominaron los rangos 7-9 en la escala hedónica, con ello se puede ver que la absorción fue agradable para los encuestados.

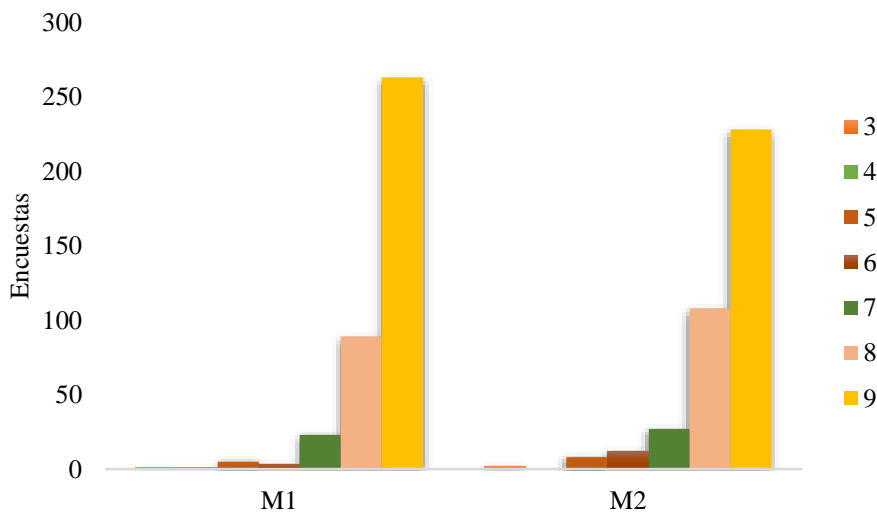


Figura 56. Satisfacción de la absorción de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

Una de las características más relevantes del gel fue la sensación de suavidad que produjo en la piel de los encuestados, como se muestra en la Figura 57. De 770 encuestados 663 (86%) consideraron que sintieron suavidad en sus manos. No obstante 100 (12%) encuestados consideraron que no sintieron ni suavidad ni irritación en sus manos y 1% sintieron irritación en la piel.

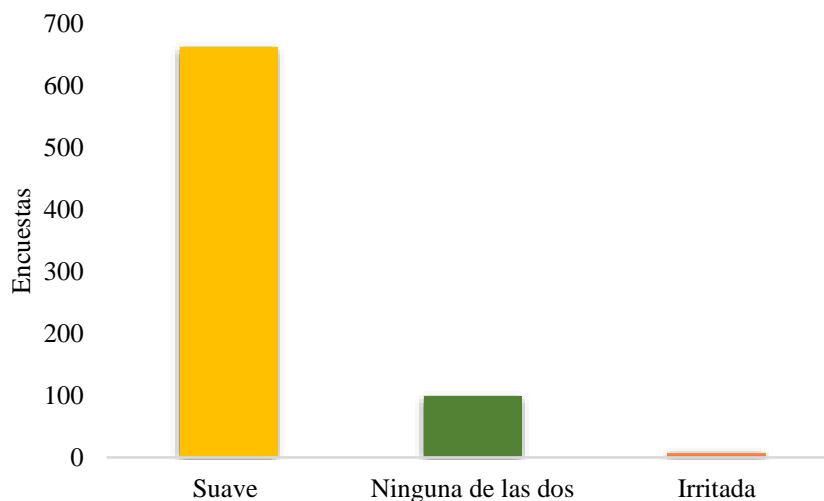


Figura 57. Sensación en la piel después de aplicar las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

Algunos de los encuestados indicaron que la consistencia era mucho mejor que ciertos productos de marcas comerciales reconocidas y no formaron grumos al esparcirse en las manos.

En la Figura 58 se muestra el olor durante la aplicación de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial, con resultados similares. Los rangos más predominantes para las 2 muestras seleccionadas fueron 7-9, el 70% de los encuestados indicaron que el aroma del gel antibacterial fue extremadamente agradable. Algunos de los encuestados indicaron un grado de satisfacción entre 4-6, comentaron que les agradó el aroma, solo que al poco tiempo se dispersa y no se percibe tanto la esencia a cítrico y predominaba el olor alcohol.

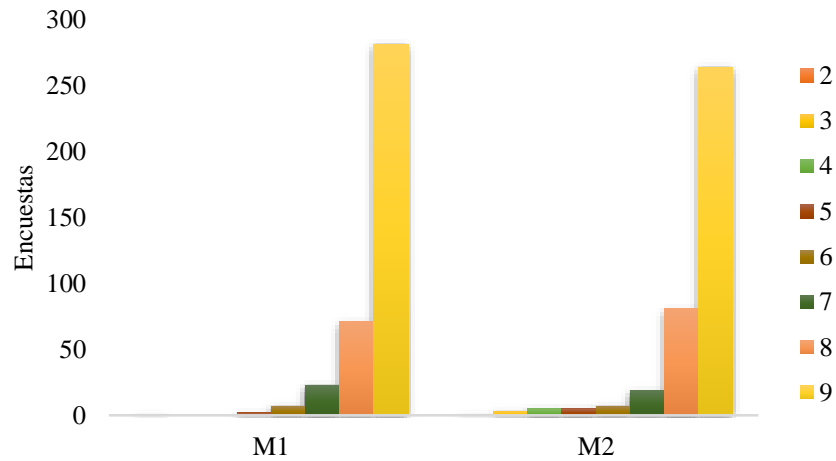


Figura 58. Satisfacción en el olor durante de las 2 muestras seleccionadas de gel antibacterial.

En la Figura 59 se muestra que de 770 encuestados el 93% está dispuesto a utilizar cualquiera de las dos formulaciones de gel antibacterial que utilice AE de naranja, como producto de higiene diario.

De 385 encuestados el 99% indicó que sí utilizaría la muestra seleccionada 1 y de 385 encuestados el 87% indicó que sí utilizarían la muestra seleccionada 2. Esto representa que la muestra seleccionada 1 presenta un porcentaje más alto de aceptación que la muestra seleccionada 2.

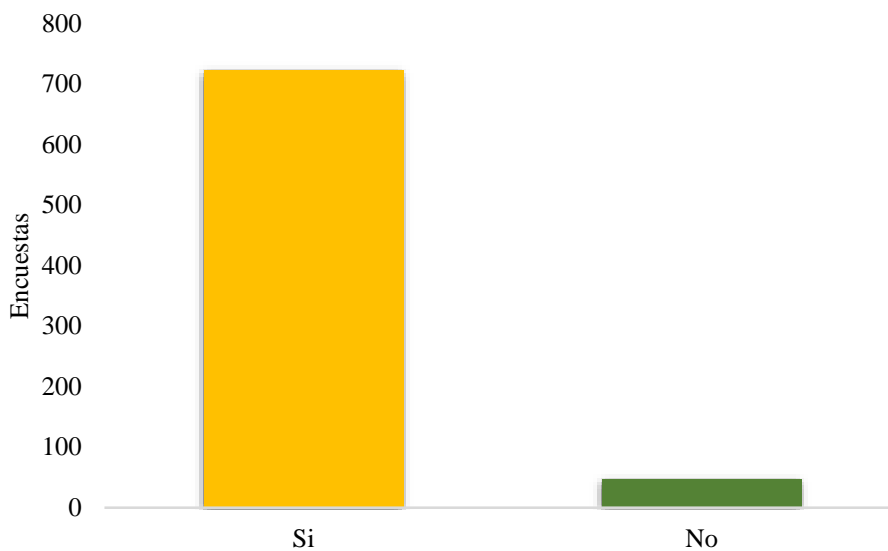


Figura 59. Disposición de los encuestados para utilizar el gel antibacterial a base de AE 8 de naranja.

En la Tabla 20 se presenta un análisis general de las preguntas y los resultados de las pruebas sensoriales del gel antibacterial de AE de naranja.

Tabla 20. Análisis general de preguntas y resultados de las pruebas sensoriales del gel antibacterial de AE de naranja.

Preguntas	Resultados
Hombres o Mujeres	De los 770 encuestados 419 fueron mujeres y 351 hombres.
Cuál de las 2 muestras seleccionadas fue más agradable.	Muestra 1 con un 78% de los encuestados, en el rango de edades de 8-23, 24-32 y 33-41. En el rango de edades de 42-55 y 56-72 representa el 22% de los encuestados y solo el 7% de ellos prefirieron la muestra 2 que la muestra 1.
Frecuencia de uso de gel antibacterial	El 56.36% de los encuestados indicaron que siempre utilizan gel antibacterial, el 34.93% casi siempre y el 8.71 % algunas veces, ninguno indicó que nunca utilizaban gel antibacterial. El 99% de todos los encuestados concluyó que es importante el uso de geles antibacteriales en su vida diaria.
Grado de satisfacción en apariencia	Los rangos de estrellas más sobresalientes fueron de 5-9, dando así una aceptación de apariencia agradable para ambas muestras, sin embargo, la muestra 1 tuvo mayor aceptación que la muestra 2 seleccionadas.
Grado de satisfacción en color	Su aceptación se encontró entre los rangos 7-9 de agradable.
Grado de satisfacción en esparcimiento	Para la muestra seleccionada 1 tuvo mayor puntuación en los rangos de 7-9 con el 50% de los encuestados, esto indicó que esta muestra tiene mejor esparcimiento que la muestra seleccionada 2.
Grado de absorción	Los resultados para ambas muestras fueron similares, predominaron los rangos 7-9 en la escala hedónica, con ello se puede ver que la absorción fue agradable para los encuestados.
Suavidad en la piel	De 770 encuestados 663 (86%) consideraron que sintieron suavidad en sus manos. No obstante 100 (12%) encuestados consideraron que no sintieron ni suavidad ni irritación en sus manos y 1% sintieron irritación en la piel.

Olor durante la aplicación	Los rangos más predominantes para las 2 muestras fueron 7-9, el 70% de los encuestados indicaron que el aroma del gel antibacterial fue extremadamente agradable. Algunos de los encuestados indicaron un grado de satisfacción entre 4-6.
Utilización de este gel antibacterial	De 770 encuestados el 93% está dispuesto a utilizar cualquiera de las dos formulaciones. De 385 encuestados el 99% indicó que sí utilizaría la muestra 1 y de 385 encuestados el 87 % indico que sí utilizarían la muestra 2. Esto representa que la muestra 1 presenta un porcentaje más alto de aceptación que la muestra 2.

4.7 Prototipo de gel antibacterial

Se propusieron 2 prototipos de envase del gel antibacterial. Los prototipos se diseñaron tomando características particulares a la cáscara de naranja como, el color y la textura similar a la cáscara, estos se representan en las Figuras 60 (a) y (b).

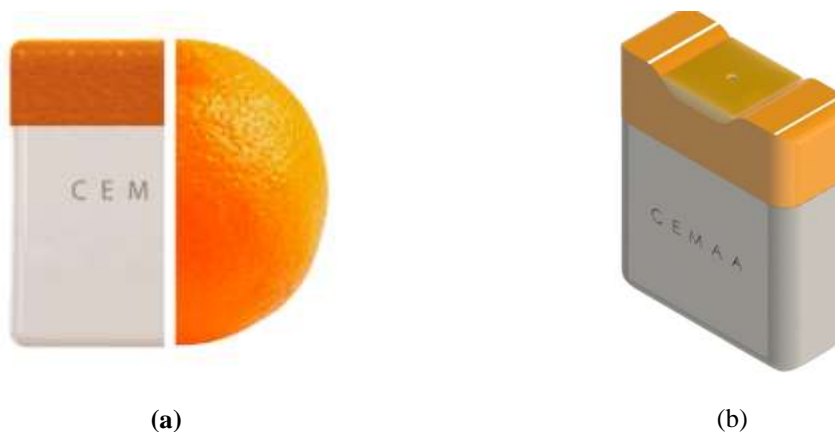


Figura 60. (a) Prototipo 1 (b) Prototipo 2.

En la Figura 61 se muestra la estructura de cada pieza colocada en el prototipo 1, tiene una tapadera con textura característica a la piel de naranja, la cual se puede quitar y poner. El dispensador está colocado a un costado del envase, en donde se presiona para sacar el producto.



Figura 61. Estructura por pieza de prototipo 1.

El prototipo 2 igual que el 1 presentara características de la piel de naranja en la tapadera. En la Figura 62 se observa la estructura de cada pieza colocada en el envase de gel antibacterial. El mecanismo de este cuenta con una rosca, en donde embona el dispensador y la tapa, el producto sale del dispensador al presionar la tapa.



Figura 62. Estructura por pieza de prototipo 2.

De los dos prototipos propuestos se eligió el 2, al cual se le hicieron algunas modificaciones y adaptaciones. El mecanismo no fue con dispensador por presión, si no tuvo un adaptador con un orificio para que al momento de presionar el envase saliera por la parte superior como se muestra en la Figura 63 (b).



(a)



(b)

Figura 63. (a) Prototipo físico de envase prueba 1. (b) Adaptador de envase.

Este prototipo se presentó físico y se elaborado en una impresora 3D, pero al momento de imprimirse presento complicaciones en la estructura física del envase deformándose por los costados, por ello se optó en utilizar otro tipo de material solo para obtener un prototipo físico visual tal como se observa en la Figura 64.



Figura 64. Prototipo físico de envase prueba 2.

5 CONCLUSIONES

Fue posible desarrollar un producto sensorial de valor agregado que utilice AE provenientes de residuos agroindustriales de Mexicali.

En Baja California se generan 1,420 toneladas de manera anual de cáscara de naranja y 553.5 toneladas anuales de hojas de eucalipto, esto permite contar con alta disponibilidad de materia prima para elaborar distintos productos, tal como un gel antibacterial que utilice AE.

La mejor opción de materia prima debido a su buena obtención de AE fue la cáscara de naranja. El rendimiento promedio de las extracciones de la cáscara de naranja fue de 23.67 mililitros por cada kilogramo por el método de hidrodestilación. Se descartó la cáscara de toronja y hoja de eucalipto debido a que las extracciones se realizaron a pequeña escala y se obtuvieron volúmenes menores. El AEN presentó actividad antimicrobiana, se consideró que los microorganismos fueron altamente sensibles al AE presentando halos de inhibición promedio de 23.62 mm para *S. aureus* y 25.9 mm para *E. coli*.

Las 11 formulaciones propuestas inhibieron los microorganismos *E. coli* y *S. aureus* por lo cual cumple como producto antiséptico. Los halos de inhibición promedio para la *muestra propuesta 10* fue de 11.57 mm presentando actividad antimicrobiana solo contra *S. aureus*. La *muestra propuesta 11* presentó actividad antimicrobiana para los dos microorganismos con un halo de inhibición promedio de 9 mm para *S. aureus* y 8.3 mm para *E. coli*. El pH de las 11 formulaciones propuestas varió de 4 a 8. Las formulaciones con mayor proporción de agente gelificante obtuvieron un pH más ácido. El pH de las muestras seleccionadas 1 y 2 fue de 7, siendo así un pH adecuado para un gel antibacterial ya que estos suelen tener pH de 6 a 8 aproximadamente.

Se encuestó a las 770 personas con las 2 muestras seleccionadas aplicadas a la población de Mexicali, Baja California. En el análisis de resultados de las pruebas sensoriales, se percató una tendencia en donde las personas de 8 a 41 años indicaron que era más agradable la muestra seleccionada 1 para los parámetros de apariencia, esparcimiento, color, absorción y olor. Sin embargo, las personas entre 42 y 72 años mostraron una inclinación por la muestra seleccionada 2, lo que sugiere la preferencia por consistencias más líquidas. Con un análisis general de los 770 encuestados para las 2 muestras seleccionadas, se obtuvo un producto que cumple con las propiedades organolépticas

como consistencia, viscosidad, transparencia y suavidad, con resultados de aceptación agradable para el 96% de los encuestados. La muestra 1 resultó ser más aceptable con un 99% que la muestra 2 con un 87%, esto no quiere decir que la muestra 1 sea mejor que la muestra 2, solo que la población de estudio prefirió la muestra 1 en los parámetros de consistencia, esparcimiento, apariencia y absorción.

6 REFERENCIAS

- Abdul-Raouf UM, B. L. (1993). Survival and Growth of Escherichia coli O157:H7 on Salad Vegetables. . *Applied Environmental Microbiology*, 1999-2006.
- Argyropoulou, C. D. (2007). Chemical composition of the essential oil from leaves of *Lippia citriodora* HBK (Verbenaceae) at two developmental stages. *Biochemical Systematics and Ecology*, 831-837.
- Bandoni, A. L. (2003). *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica* . Argentina : Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Baser, K. &. (2010). *Handbook of essential oils: science, technology and applicarions*.
- Bettelheim, K. (2007). The non-O157 shiga- toxigenic (Verocytotoxigenic) Escherichia coli; under- related pathogens. . *Crit. Rev. Microbiol.*, 33,67-87.
- Blanco, J. E., Blanco, M., Blanco, J., Mora, A., Balaguer, L., Mouriño, M., & Juárez, A. a. (1996). O serogroups, biotypes and eae genes in Escherichia coli isolates from diarrheic and healthy rabbits. . *J. Clin. Microbiol.* , 3101-3107.
- Blanco, J., Blanco, M., Blanco, J. E., Mora, A., Alonso, M. P., González, E. A., & Bernárdez, M. I. (2001). *Epidemiology of verocytotoxigenic Escherichia coli (VTEC) in ruminants*. Duffy, G., Garvey, P., McDowell, D.
- Boustani, P. &. (1990). Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. . *British FoodJournal*, 17-22.
- Brenner, D. J. (1984). Facultatively anaerobic Gram-negative rods. En W. a. Wilkins, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (págs. 408-516). Baltimore and London : NR Krieg and JG Holt (Eds.).
- Catherine Argyropoulou, D. D. (2007). Chemical composition of the essential oil from leaves of *Lippia citriodora* H.B.K. (Verbenaceae) at two developmental stages. *Biochemical Systematics and Ecology*, 831-837.
- Conde-Hernández, L. E.-V.-B. (2017). Extracción supercrítica con CO₂, hidrodestilación y destilación al vapor de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*). *Revista de ingeniería alimentaria*, 81-86.
- Díaz, J. A. (2002). *Análisis del mercado internacional de aceites esenciales y aceites vegetales*. Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Domínguez, M. L. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud.
- DW., S. A. (1994). Bacterial Pathogenesis a Molecular Approach. En S. A. DW., *Bacterial Pathogenesis a Molecular Approach*. (pág. 418). Washington D.C.: American Society for Microbiology.
- E, C. (2012). *Energía obtenida a partir de biomasa*. Madrid, España: Cuadernos económicos de ICE.
- Eckburg, P. B., Bik, E. M., Bernstein, C. N., Purdom, E., Dethlefsen, L. S., Gill, S. R., . . . A., R. D. (2005). Diversity of the Human Intestinal Microbial Flora. *Science Express, Science*, 1635-1638.
- Escherich, T. (1988). (1988). The intestinal bacteria of the neonate and breastfed infant. *Rev. Infect. Dis.*, 5-10.
- Evans, C. A. (1950). Bacterial flora of the normal human skin. *J. Invest. Dermato*, 305-324.
- Goes, T. C.-S. (2012). Effect of sweet orange aroma on experimental anxiety in humans. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine.*, 798-804.
- Golmohammadi, M. B. (2018). Optimization of essential oil extraction from orange peels using steam explosion. *Heliyon. Heliyon*, 11-16.
- Hashemi-Moghaddam, H. K. (2013). Microwave accelerated distillation of essential oils from the leaves of *Eucalyptus microtheca*: Optimization and comparison with conventional hydrodistillation. *Asian J Chem*, 5423-5427.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.
- Hutchings, J. B. (1977). THE IMPORTANCE OF VISUAL APPEARANCE OF FOODS TO THE FOOD PROCESSOR AND THE CONSUMER 1. *Journal of Food Quality*, 267-278.
- Jimenez-Carmona, M. M. (1999). Isolation of eucalyptus essential oil for GC-MS analysis by extraction with subcritical water. *Chromatographia*, 578-582.
- Juárez, J. R. (2010). Composición química, actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sintensis* L. Naranja Dulce y formulacion de una forma farmacéutica. *Ciencia e investigación* , 9-13.
- Kaper, J. B. (2005). Pathogenic *Escherichia coli*. *Int. J. Med. Microbiol.*, 295, 355-6.
- Loomba, A. P. (Febrero de 2019). *Allied Market Research* . Obtenido de Allied Market Research : <https://www.alliedmarketresearch.com/hand-sanitizer-market>
- Lopez, A. E. (2009). *Diseño y Construcción de una Planta para la extracción de aceites esenciales con capacidad para 300 kg de materia vegetal*.
- Malbran, C. (2012). Método de determinación de sensibilidad antimicrobiana por dilución. *MIC testing*, 1-48.

- Martinez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Medellin, Colombia.: Universidad de Antioquia.
- Meilgaard, M. C. (2006). Sensory evaluation techniques. *Boca Raton* , 416.
- Mexicana, N. O. (2017). *NOM-138-SSAI-2016, Que establece las especificaciones sanitarias del alcohol etílico desnaturalizado, utilizado como material de curación, así como para el alcohol etílico de 96° G.L. sin desnaturalizar, utilizado como materia prima para la elaboración y/*. México: Norma Oficial Mexicana .
- Monterrey, T. (2005). *Metodología para llevar a cabo una encuesta*. . Diplomado de Gobierno Abierto y Participativo Institucional.
- Njoku, V. I. (2014). Analysis and comparative study of essential oil extracted from Nigerian orange, lemon and lime peels. . *Greener Journal of Chemical Science and Technology*., 6-14.
- Norma NMX-BB-040-SCFI-1999. Métodos generales análisis. Determiación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas. (Diario Oficial de la Federacion. México 3 de Noviembre de 1999).
- Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. Madrid: Aiyanna ediciones.
- P., M. (2005). Cleaner production of essential oils by steam distillation . *J. Clean Prod*, 833-839.
- Padrini, F., & Lucheroni., M. T. (2000). *Aceites esenciales*. Barcelona: Ediciones Rionegro.
- Parrilla CC, V. C. (1993). Brotes de Toxiinfecciones Alimentarias de Origen Microbiano y parasitario. *Salud Pública de México*., 456-463.
- Regueiro, V. G. (2014). *INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*. Mugaros.
- Regueiro, V. G. (2014). *Introducción al Análisis Sensorial, Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*.
- Sánchez, F. J. (2006). *Extracción de Aceites Esenciales*. Colombia: Experiencia colombiana.
- Sánchez, S. G.-S. (2009). Detection and characterisation of Shiga toxin-producing Escherichia coli other than Escherichia coli O157: H7 in wild ruminants. *The veterinary jou*, 384-388.
- Schutz, H. G. (1971). Sources of invalidity in the sensory evaluation of foods. . *Food technology*.
- Solórzano-Santos F, M.-N. M. (2012). Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Curr Opin Biotechnol*, 136-141.

- Soto, L. d. (2013). Caracterización química del aceite esencial de toronja (*Citrus paradisi* L.). *Rev. Fac. Agronom. Univ. Zulia*, 266-283.
- Sussman, M. (1985). *Escherichia coli* in human and animal disease. . En *The Virulence of Escherichia coli*, Academic Press (págs. 79-155). London : M. Sussman .
- Troller, J. (1993). *SANITITATION IN FOOD PROCESSING*. San Diego : Academic press. Inc.
- Valdivieso Taborga, C. E. (2011). DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 53–80.
- Vian, M., Fernandez, X., Visinoni, F., & Chemat, F. .. (2008). Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils. *J. Chromatogr. A.*, 14-17.
- Zuzarte, M. y. (2015). Química de los aceites esenciales. En aceites esenciales bioactivos y cáncer. *Springer, Cham*, 19-61.

7 ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para aplicar a población de Mexicali.

Análisis sensorial de gel antibacterial a base de aceite esencial

1 Tipo de muestra

Instrucciones de pregunta: *Elija la muestra que tomó*

- Muestra 1 Muestra 2

2 Fecha

3 Sexo

Instrucciones de pregunta: *Elija una de las dos opciones*

- Mujer Hombre

4 Lugar de aplicación

Instrucciones de pregunta: *Indica el lugar donde se realiza la encuesta*

5 Edad

Instrucciones de pregunta: *Indique su edad*

6 ¿Qué tan frecuente utiliza gel antibacterial?

Instrucciones de pregunta: *Elija la opción que mejor le parezca*

- Siempre Casi siempre Algunas veces Nunca

7 ¿Considera que es importante el uso de gel antibacterial?

Instrucciones de pregunta: *Elija una opción*

- Sí No
-

8 Comparado con otros geles, ¿Cómo considera la apariencia de este gel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

9 ¿Cómo considera el color del gel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

10 ¿Cómo califica el esparcimiento del gel en sus manos?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

11 ¿Cómo siente la absorción del gel en su piel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

12 Después de la aplicación, ¿Cómo siente su piel?

Instrucciones de pregunta: Elija la opción que mejor le parezca

Suave Irritada Ninguna de las dos

13 Después de aplicar el gel ¿Cómo considera la humectación en su piel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

14 ¿Siente grumos en sus manos?

Instrucciones de pregunta: Elija una opción

Sí No

15 ¿Cómo percibe el olor durante la aplicación del gel en su piel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

16 ¿Cómo percibe el olor después de aplicar el gel en su piel?

Instrucciones de pregunta: Escala hedónica de 9 estrellas: 1- Extremadamente desagradable. 5- Ni agradable ni desagradable. 9- Extremadamente agradable.

☆☆☆☆☆☆☆☆ / 9

17 ¿Utilizaría este gel antibacterial?

Instrucciones de pregunta: Elija una opción

Sí No

Anexo 2. Código QR de encuesta.



8 PRODUCTOS ACADEMICOS

Certificado de protección de una obra.

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS ALBERTO
MONTERO ALPIREZ GISELA
VALENZUELA ESPINOZA IRACEMA GUADALUPE

TÍTULO: DESARROLLO DE PRODUCTOS SENSORIALES A BASE DE ACEITES ESENCIALES DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

RAMA: LITERARIA

TITULAR: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA (CON FUNDAMENTO EN EL ARTICULO 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 3º de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original literaria.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I de la Ley Federal del Derecho de Autor, no es objeto de protección como derecho de autor: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción de esta naturaleza no otorga derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción II y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 66, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; y artículos 1, 3 fracción I, 4, 6 fracción I y 9 del Reglamento Interior de Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2021-070712024600-01

Ciudad de México, a 15 de julio de 2021

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

Certificado de Curso General de Propiedad Intelectual DL-101”, de la WIPO.



Aceptación de resumen para chapter ENERGY POTENTIAL OF BIOETHANOL AND BIODIESEL FROM RESIDUAL BIOMASS IN BAJA CALIFORNIA.

ABSTRACT FOR CHAPTER PROPOSAL DECISION

Title: Potential energy of bioethanol and biodiesel from residual biomass in Baja California
Authors: Daniela G. Montes, Lisandra Quintana, Jesús M. Armenta, Iracema Valenzuela and Edson E. Armenta
Book Editors Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega and Dr. José Ramón Ayala Bautista

We are pleased to inform you that your book chapter proposal has

PRELIMINARY CONSIDERATION

To be included in the final book proposal:

**Biomass: The novel green gold – Current trends and future uses of biomass resources
Under the section: (Energy applications or Non energy applications)**

That will be submitted to **Nova Science Publishing**. You have until **June 3, 2022**, to send us your full chapter to the following email addresses:

marcos.coronado@uabc.edu.mx

ramon.ayala91@uabc.edu.mx

You are requested to strictly follow the authors guidelines to avoid unnecessary delays. We are looking forward to establish a long term professional relationship with you.

Best Regards,
The Editors



Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega



Dr. José Ramón Ayala Bautista

Constancia de participación al ciclo de conferencias “la propiedad intelectual de la juventud: innovar para un mejor futuro”.



La Universidad Autónoma de Baja California a través del Instituto de Ingeniería otorga la presente

CONSTANCIA

Iracema Guadalupe Valenzuela

Por haber asistido al ciclo de conferencias “La Propiedad Intelectual y la Juventud: Innovar para un Futuro Mejor”.

Con motivo del Día Mundial de la Propiedad Intelectual celebrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), en el marco de actividades del Modelo de Vinculación Inteligente-Centro Inteligente de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la UABC y el Ecosistema STEAM UABC.



Dr. Mario Alberto Curiel Álvarez
Director
del Instituto de Ingeniería



Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega
Responsable de Propiedad Intelectual
del Instituto de Ingeniería

POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE
Mexicali, Baja California, México a 26 de abril de 2022

