



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**INTEGRACIÓN DE LA HERBOLOGÍA EN LA COSMÉTICA ACTUAL: **U**SO DE INGREDIENTES**

**HERBÓLOGOS VALIDADOS CIENTÍFICAMENTE**

**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**QUÍMICA**

**PRESENTA**

**Lizbeth Rodríguez Govea**



**CDMX**

**AÑO 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesora: Lilitiana Aguilar Contreras  
**VOCAL:** Profesora: Lilitiana Bustamante Sotomayor  
**SECRETARIO:** Profesor: Francisco German Colmenares Gutiérrez  
**1er. SUPLENTE:** Profesora: Luz Antonia Borja Calderon  
**2° SUPLENTE:** Profesora: Luz Xochiquetzalli Vasquez Bochm

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: DIPLOMADO EN PRODUCTOS COSMÉTICOS,  
EDIFICIO “H” MARIO MOLINA, FACULTAD DE QUÍMICA, CU.**

**ASESOR DEL TEMA: FRANCISCO GERMAN COLMENARES**

(nombre y firma)

**SUSTENTANTE (S): LIZBETH RODRÍGUEZ GOVEA**

(nombre (s) y firma (s) )

## Índice

<b>Abreviaturas</b>	<b>4</b>
<b>Introducción</b>	<b>5</b>
La herbología milenaria	5
La paradoja de los productos naturales y cómo resolverla	9
<b>Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>Metodología</b>	<b>15</b>
<b>Resultados</b>	<b>16</b>
Parte 1. Tensoactivos	16
Detergentes	17
Zao jia, Soap Bean, Chinese Honeylocust ( <i>Gleditsia sinensis</i> )	17
Reetha, Indian Soapberry, Wasnut, Soapnut ( <i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn)	19
Género Agave	21
Emulsificantes	24
Género Yucca	24
Quillaja Saponaria	27
Parte 2. Activos cosméticos	31
Parte 3. Potenciadores de Fragancias	34
Parte 4. Conservadores	36
<b>Discusión de resultados</b>	<b>42</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>45</b>
<b>Apéndice</b>	<b>46</b>
<b>Referencias</b>	<b>47</b>

## **Abreviaturas**

HMT. Herramientas de Medicina Tradicional.

EMA. Región económica que comprende Europa, Oriente Medio y África.

CMC. Concentración Micelar Crítica.

FDA. Administración de Alimentos y Fármacos de USA, del inglés, Food and Drugs Administration.

SDS. Sodio dodecil sulfato.

SLES. Sodio lauril sulfato.

AE. Aceites esenciales.

# Introducción

## La herbología milenaria

La herbología es una rama del conocimiento enfocada en el estudio de las propiedades y aplicaciones de las plantas y sus extractos, de la cual se han desarrollado ciencias como la botánica o la biología, incluso, su entendimiento de las plantas ha permitido sentar las bases para la búsqueda de nuevos andamios en el desarrollo de fármacos, por ejemplo el desarrollo del ácido acetilsalicílico [1].

Históricamente los productos herbales fueron los primeros recursos utilizados para el cuidado de su salud y alimentación de los humanos, y dentro de la antropología se teoriza que los curadores indígenas o los primeros pobladores aprendían del uso de las plantas a través de observar a los animales, los cuales al enfermar, cambiaban su dieta por otro tipo de plantas. Es ese conocimiento, que se formó a través de la observación, lo que se ha conservado hasta nuestros días [2,3].

Los registros más antiguos del uso de plantas para fines medicinales fueron descritos por los sumerios y los egipcios, que es de este último donde se tiene un compendio más detallado en el Papiro Egipcio Ebers, el cual data de 1552 A.C. La evidencia más antigua se encontró en restos neandertales en Irak con más de 60,000 años, en donde junto a ellos había polen de plantas medicinales [4,5].

Como resultado de sus procesos evolutivos, las plantas han sintetizado diferentes sustancias que pueden llegar a tener efectos beneficiosos para los humanos y los animales. La herbología permitió a los primeros pobladores y a las civilizaciones antiguas, utilizar dichos componentes para transformarlos en preparaciones con fines medicinales, para el cuidado de su piel, del hogar, de ornato, para fines alimentarios y sobre todo ritualísticos, ya que para ellos el ritual y la religión eran sistemas con los que regían su vida cotidiana.

Para las civilizaciones antiguas, la herbología se volvió un pilar de sus sistemas de medicina, lo que se llamará Herramientas de Medicina Tradicional (HMT) en este trabajo, como en el ayurveda, la medicina tradicional china o la medicina tradicional mexicana. Por años fueron la fuente de muchos descubrimientos y avances para esas culturas, donde se reportaba el tratamiento de distintas enfermedades o malestares. Incluso, al ser conquistados por otras culturas, se siguió utilizando. Por ejemplo en México, estos conocimientos fueron utilizados por los conquistadores españoles, que reportaron escritos como el Códice de la Cruz Badiano, con información del conocimiento herbolario de las culturas mesoamericanas.

Fue en estas civilizaciones, donde se reportaron los primeros usos de las HMT en cosméticos, y donde se reportaron los primeros cosméticos en general, a través del uso de plantas con diferentes funcionalidades. Inspirados en la naturaleza y en el conocimiento de ésta, lograban crear preparaciones que les daban color, hidratación y una mejora a su aspecto, cumpliendo con los estándares de belleza de la época. A continuación, se ahondará más en la tradición herbolaria de tres HMT, el Ayurveda y las Medicinas tradicionales China y Mexicana, ya que los ingredientes que se recopilaron en este trabajo, provienen de ellas en su mayoría. Se mencionará brevemente su concepción de salud, las

formas en las que integraron a la herbología en sus prácticas, la importancia que tienen hasta nuestros días y sus aportaciones en el ámbito cosmético.

El Ayurveda, que se traduce como ciencia de la vida, es un sistema integral de cuidado de la salud natural que se originó en los antiguos tiempos védicos de la India. Su énfasis principal está en la prevención de enfermedades y el mantenimiento de la salud, la longevidad y la felicidad, y en últimas instancias estudia el tratamiento de enfermedades. Se considera que el exterior, la piel y el cabello son un espejo que refleja la calidad del interior, por lo que, atribuyen la belleza externa a lograr una armonía interna de todo el cuerpo, incluyendo la mente y el cuerpo, atribuyendo así que a donde hay armonía, hay salud y belleza. Por lo que el uso de cosméticos se hacía no sólo para ser atractivo sino para cultivar virtudes en ellos [6,7].

Los primeros registros de productos cosméticos en el mundo y su aplicación se remontan a 2500 y 1550 a.C. en el Valle Indio, con el poema épico “Mahabharata” Draupadi, en donde se menciona el uso de un Prasādhana Petikā, o un neceser que contiene sustancias para embellecer, accesorios para decorar y artículos de tocador.

Por otro lado, el libro Ashtānga Hridaya, que data de hace 1500 años, menciona el uso seis fórmulas cosméticas o preparaciones para las diferentes estaciones del año (invierno, primavera, verano, monzón, otoño y finales de otoño).

De manera similar, se utilizaban tailams (aceites) y ghrilas (mantequilla clarificada o ghee) ayurvédicos especiales para el embellecimiento facial. Se utilizaron preparaciones para el lavado del cabello, y henna o mehendi para acondicionar y teñir el cabello. Así como remedios para el crecimiento del cabello, la prevención de su caída o el encanecimiento prematuro, polvos de baño aromáticos, desodorantes corporales y enjuagues para el cabello [8].

Esta tradición ha continuado hasta nuestros días en la India, por lo que, muchos practicantes, médicos y curanderos han ampliado el uso de productos naturales y su estudio, Patkar KB reporta cerca de 210 plantas y 314 formulaciones [9].

La medicina tradicional china es probablemente una de las artes más antiguas en el tratamiento de enfermedades, se basa en mantener la homeostasis de las funciones corporales y equilibrar el Ying y el Yang de órganos objetivo y sus interacciones con los elementos de su entorno, en una relación donde dependen uno de los otros como un todo [10].

El conocimiento de la medicina herbóloga se ha acumulado a lo largo del tiempo desde el período del emperador Huang Ti (2698-2598 a.C.). El Shen Nong Ben Cao Jing (aproximadamente 300 a.C. y 200 d.C.) fue el primer compendio de medicina herbaria escrito gracias a la tradición oral y hasta nuestros días se ha registrado una lista con casi 1.700 preparaciones a base de hierbas.

Se tiene ubicado que el uso de esta HMT para cosméticos data desde hace 3500 años, en donde las personas molían el arroz para aplicarlo en su rostro y blanquearlo durante la dinastía de Yu El Grande, ese polvo también era teñido para usarlo como colorete. Además

de que este polvo mejoraba su apariencia, aportaba a la piel vitaminas y ácidos orgánicos, teniendo así el primer polvo para la cara [11,12,13].

Durante la dinastía Chang, se utilizaba el jugo de la flor Hong-Lan, Flos Carthami para pintar su rostro y usar como si fuese un colorete, en estudios recientes se sabe que esta planta contiene flavonoides y glicósidos que ayudan a suavizar la piel. [14,15]

A pesar de que en México no se pueda nombrar un tipo de HMT unificada como en los casos anteriores, el país alberga una gran cantidad de prácticas y sistemas de medicina tradicional que datan desde épocas prehispánicas donde los principales grupos Mesoamericanos y Aridoamericanos, conciben a la salud como un equilibrio de los elementos naturales internos y externos.

Estas HMT varían dependiendo de la región y, por lo tanto, del grupo étnico del que se origine. El escenario de la herbología en México se vuelve aún más complejo si a la diversidad cultural se suma la biodiversidad, ya que este es el quinto país más megadiverso. Actualmente se tienen registradas cerca de 23424 plantas, de las cuales 4500 se estiman, son medicinales. El mayor herbario oficial que se tiene, es el Herbario del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en donde se tienen registradas 3000 plantas medicinales, de estas, solo del 5% se ha reportado un análisis farmacológico [18].

Los primeros vestigios en el territorio, sobre el uso de la herbología en cosméticos, datan del año 200 a 550 d.C. en Teopancazco, cerca de la zona arqueológica de Teotihuacán. En esta zona se ubicaron 31 vasijas en miniatura con rocas volcánicas piroplásticas, arcillas, galena, carbón, ocote, jarosita y mica de otras procedencias de Mesoamérica. Expertos aseguran que dichas mezclas se usaban como cosméticos de color para rituales religiosos [16,3].

Como se puede ver en las descripciones pasadas, este tipo de conocimiento milenario, ha tenido en común, además de otras cosas, que busca preservar la salud a partir de contemplar visiones holísticas en las que la salud se definía como un bienestar físico, mental, espiritual y de los sistemas sociopolíticos y ambientales, enfatizando además la interconexión entre todos estos elementos.

Como resultado de esta visión, los temas de la piel, el cabello y las superficies del cuerpo son vistas por estas HMT, a través de que deben mantener una armonía entre el cuerpo y el mundo natural. Es por eso que, en el presente trabajo se busca proponer ingredientes herbólogos utilizados por estas HMT, para su uso en productos cosméticos.

Las HMT han sido un recurso integral para la salud en los hogares y comunidades. Y hasta el día de hoy, numerosos estudios sobre comportamientos de búsqueda de salud indican que más del 80% de las personas de países de ingresos bajos y altos utilizan las HMT para sus problemas relacionados con la salud. En México, más del 90% de la población mexicana ha utilizado al menos una vez en su vida, productos herbales, según indican la Secretaría de Salud (SS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

Muchas son las ventajas de incluir a estas HMT en la industria cosmética, y de ahí surge también la importancia de que se deben descolonizar y ser incluidas e integradas a nuestra vida diaria:

- Preservan tradiciones, historia y cultura. Conservan las tradiciones, historia y valores como comunidades.
- Empoderamiento de comunidades étnicas marginadas, inclusión de su experiencia y sabiduría. Incluye a los sectores que tienen más arraigadas dichas tradiciones, que generalmente son grupos étnicos minoritarios desplazados y vulnerabilizados. El uso de sus prácticas, como la herbología en la cosmética, nos permite entender su visión/sabiduría para integrarlos y ofrecer mejores oportunidades, derivando así en condiciones más equitativas.
- Crecimiento económico de comunidades marginadas. Al empoderar a las comunidades locales, se estaría también apoyando a industrias locales productoras de ingredientes herbólogos, fomentando así el uso de productos y procesos de obtención de forma ecológica, estimulando el crecimiento económico de zonas rurales y marginadas, contribuyendo a las metas de sustentabilidad y de reducción de la pobreza de la ONU.
- Promoción de la producción y el consumo local. El hecho de que se usen HMT locales y que se consuman en el mismo lugar, las hace más accesibles y asequibles para los sectores con menos recursos.
- Desechos no contaminantes y fórmulas biodegradables al ambiente.
- Uso de ingredientes con multifuncionalidad. Muchos extractos naturales poseen más de un beneficio para la piel, ciertos aceites esenciales, además de poder ayudar a fungir como emolientes, fragancias y antimicrobianos, también pueden brindar beneficios a la piel.
- Creencias positivas alrededor de las plantas. Para los consumidores que confían en los remedios naturales, el incluirlos en una formulación, crea una razón para comprar un cierto producto. Por ejemplo, el 66% de las personas en la región económica de Europa, Este Medio y África (EMEA por sus siglas en inglés), confían en los ingredientes naturales en sus productos cosméticos [17].

El uso de los recursos de estas HMT de los pueblos indígenas y locales, ha sido promovido y reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del Informe Mundial de la OMS sobre Medicina Tradicional y Complementaria 2019 y la Estrategia de Medicina Tradicional de la OMS: 2014-2023 [17,18].

A pesar de estos últimos esfuerzos, los beneficios de las HMT y sus aportes históricos hacia la cosmética como se mencionó anteriormente, las HMT no son bien recibidas por la comunidad científica debido a la falta de una investigación rigurosa sobre los ingredientes, como los modos de acción de ciertos extractos, sus efectos adversos, la bioactividad de los

componentes o la disponibilidad de los activos en productos para que entreguen un beneficio generando incertidumbre para una correcta aplicación de estos ingredientes. Sin duda, éstos son desafíos reales que son necesarios de abordar, y se discutirán en este trabajo.

## La paradoja de los productos Naturales y cómo resolverla

Desde la revolución verde a mediados del siglo pasado, una mentalidad de conciencia y cuidado hacia el medio ambiente, ha permanecido hasta el día de hoy. A los consumidores, les ha permitido reflexionar sobre la cantidad de basura que se produce, las sustancias que se manejan, el impacto que tiene en la movilidad, las desigualdades sociales entre diferentes grupos, la planeación familiar o los productos que se consumen, incluyendo los cosméticos y productos de cuidado personal.

Esta revolución, se convirtió en una tendencia para el mercado. Lo cual se reflejó en, por ejemplo, el lanzamiento de productos que presentaban *claims* que aseguraban un alto contenido Natural, estar libres de ciertos ingredientes sintéticos, ser biodegradables, orgánicos o veganos. Las empresas más grandes no tardaron en integrar a sus marcas y productos esta mentalidad verde.

Incluyeron extractos naturales a los productos, en concentraciones llamadas “reason to believe”, en concentraciones tan bajas que no dan un beneficio directo pero llaman la atención del consumidor por contener esos materiales y asociarlos con un beneficio particular.

En otros casos, sí se usan a niveles funcionales, sin embargo, este tipo de productos poseen, un posicionamiento premium, ya que el nivel que contienen de extractos los hacen más costosos.

Múltiples campañas que posicionaban productos con ingredientes más naturales comenzaron a ser lanzadas, construyendo un ruido mediático alrededor del consumo responsable de cosméticos. Esto ha generado confusión alrededor de los conceptos utilizados en dichos productos, como “natural”, “artesanal”, “orgánico”, “vegano”, “contiene altos porcentajes naturales”, denotando un cierto grado de falta de educación hacia el consumidor sobre este tema. Estos términos se han comunicado como sinónimos y los consumidores lo han llegado a usar indistintamente, las diferencias son algo que solo ciertos sectores de consumidores conocen. Los consumidores han comenzado a saturarse, sentir presión por sus estilos de vida e incertidumbre [19].

Es aquí donde se encuentra lo que expertos designaron “greenwashing”. Este término se refiere a que las empresas persuaden a sus consumidores a través de hacerles creer que sus productos son respetuosos con el consumidor y el medio ambiente, que poseen menos ingredientes sintéticos, menos uso de plásticos, etc., y por lo tanto, van tener un impacto positivo en el medio ambiente, cuando en realidad las empresas continúan teniendo prácticas con las que contaminan.

Uno de los casos que ha tenido ruido mediático y ha preocupado a los consumidores, es el del aceite de palma y como ha destruido el hábitat de muchas especies y traído conflictos bélicos en las regiones donde se obtiene. Lo cual los hace reflexionar sobre cómo los productos con ingredientes naturales no son siempre lo más sustentable o ético para el sistema en el que se vive. Al menos 66.2% de un sector encuestado en EMEA, asegura que está preocupado sobre los recursos naturales. Este estrés de reconstruir el planeta perfecto recae sobre los consumidores y las grandes empresas.

Según Mintel, en 2020, la confianza y la dependencia de los consumidores en la naturaleza, cualidades que antes eran inquebrantables y despreocupadas, se están erosionando al darse cuenta de que es finita y defectuosa. Causando así que los consumidores opten por opciones percibidas como más seguras e inocuas contra los recursos naturales. Además, en este estudio aseguran que una de las principales preocupaciones de los consumidores respecto a productos naturales es la afectación que su consumo puede ocasionar al medio ambiente y a la biodiversidad.

Los consumidores entienden la importancia de mantener los recursos naturales, por lo que, buscan opciones que aseguren la conservación del entorno y una exploración confiable de los ingredientes naturales nuevos, sobre lo ya existente [19,20].

También entienden que el furor por los productos naturales no puede seguir de la forma en la que estaba convirtiéndose en una tendencia de consumo, porque son testigos de la sobredemanda y sobreexplotación de las regiones de cultivo, el uso de fertilizantes y muchos recursos energéticos para su obtención, eso sin mencionar el aumento de precios de los productos naturales, o los conflictos de delincuencia y violencia en las zonas de producción [20].

Es importante entender que estos datos están basados en consumidores de EMEA que tienen una calidad de vida diferente a otros consumidores, por lo que, estas percepciones, tampoco son generalizadas, sin embargo, sirven de soporte para poder revisar cuáles son los principales problemas que conllevan los productos naturales.

Entonces, a pesar de que los productos naturales tienen muchos beneficios, como los discutidos en la sección anterior, existen malas prácticas de producción, cadenas de suministro y comunicación al mercado, han generado esa cantidad de problemas, cayendo en una paradoja en donde, los productos naturales pueden tener muchos beneficios y al mismo tiempo pueden ser perjudiciales para el entorno. Al realmente analizar la constante detrás de esto, se puede ver que se está adelantando al culpar a los productos naturales, cuando en realidad es la forma en la que se obtienen, la forma en la que se usan y la forma en la que se comunican, lo que es perjudicial.

El hecho de que los consumidores sean cada vez más conscientes sobre el medio ambiente, es favorecedor y la industria debe redireccionar sus esfuerzos hacia esa área de oportunidad, utilizando herramientas como la ciencia para arreglar los problemas, ya que en un estudio en la población de EMEA, el 39.5% de las personas contestaron que a pesar de que la ciencia y la tecnología han hecho más daño que bien, aún así consideran que estas, pueden brindar soluciones.

Con la ayuda de los humanos y la ciencia, la naturaleza puede proporcionar respuestas a los desafíos que se han encontrado. La ciencia, la educación y la regulación jugarán un rol integral para construir confianza en la sustentabilidad de los productos naturales/orgánicos, así como la eficacia o el precio de éstos. Diversos expertos en ciencia y mercado aseguran que se deben enfocar esfuerzos en los siguientes puntos [17,19,20,21,22]:

1. Buenas prácticas en la agricultura, que fomenten la biodiversidad.  
Respeto por la biodiversidad en las zonas de agricultura donde se extraen los principales recursos naturales, a través de apoyar acuerdos justos para que no haya sobreexplotación de recursos. A su vez, dichos recursos deben implicar el respeto por las comunidades agrícolas y el respeto por las temporadas en las que se producen. Un ejemplo de esto ocurrió en la industria vinícola de Burdeos, Francia, en donde existen 6.000 variedades de *vitis vinifera*, la vid de uva de vino común. La empresa VitAdapt ha plantado 52 variedades de uva usando cintas de sensores en los troncos de las vides para monitorear cómo reaccionan a los cambios de temperatura y humedad y la Union Des Grands Cru de Bordeaux, ha aprobado siete nuevas variedades que han enriquecido las tierras y combatido el cambio climático. La ciencia necesita ayudar a entender cómo mejorar los procesos de agricultura y obtención de recursos de formas sustentables, al mismo tiempo debe dar innovaciones que ayuden a la naturaleza a prosperar, permitiendo a los humanos aprovechar su energía y cultivar en nuevos lugares inhóspitos, urbanos, y en mejorar los lugares que ya están dañados debido a una sobreexplotación o contaminación de los suelos.
2. Uso de materiales bioregenerativos.  
Utilizar recursos que además de ser una fuente de ingredientes, en su tiempo de vida permiten otros procesos bioregenerativos. Por ejemplo, el cultivo de algas marinas que está establecido en China, tiene el potencial de expandirse como fuente de alimentos e ingredientes de belleza y como un medio para capturar carbono y generar biocombustibles.
3. *Upcycling*: aprovechamiento de materiales y cero residuos.  
Uso de ingredientes, cuyos residuos o productos secundarios, puedan ser reutilizados, ya sea para el mismo tipo de industria u otra distinta. Esto permitiría conservar el futuro de los ingredientes con los que se cuenta, hacer uso de subproductos y explorar la diversidad de "nuevos productos naturales" que normalmente no se usan en cosméticos, pero que ya no son nuevos para otras industrias. Ejemplo de esto son los desechos de cítricos y hongos, los cuales se están convirtiendo en nuevos materiales para ropa o empaques. Al menos un 59% de las personas está abierta a este tipo de conceptos, para usar ingredientes que estaban pensados para ser desechados.
4. Garantizar la seguridad y no toxicidad de los ingredientes naturales.  
A través de estudios clínicos, regulación y adquisición segura de extractos, la ciencia debe sostener la base de la seguridad en el uso de ingredientes naturales, desde su proceso de extracción, su uso en la fabricación de productos cosméticos y su desecho. Todo esto pensando en los marcos regulatorios de cada región y tomando en cuenta las HMT que puedan existir en ellas.

5. Replicar ingredientes naturales.

Otra alternativa es replicar ingredientes naturales en el laboratorio, siempre y cuando sea realmente ético y se sepan las implicaciones holísticas de hacerlo. Como las compañías Bolt Threads, Endless West y Shiok, las cuales a través del uso de nuevas tecnologías, se dedican a replicar materiales de la naturaleza, para aplicarlos en las industrias de cosméticos, moda, licores y comida del mar.

6. Comunicación y educación posicionando a la ciencia.

Utilizar a la ciencia para proveer a los consumidores con información transparente para que puedan comprar productos y servicios naturales con confianza, sin hacer a la ciencia demasiado complicada, al mismo tiempo proporcionando diversión y optimismo. Para así educar y generar conciencia alrededor de los ingredientes de origen natural.

7. Entender al consumidor.

Al mismo tiempo, para poder posicionar a la ciencia será clave entender a los consumidores, ya que superar las barreras a las soluciones basadas en la ciencia será difícil dada su historia. Se necesita sostener mensajes transparentes basados en la comprensión de la visión del consumidor.

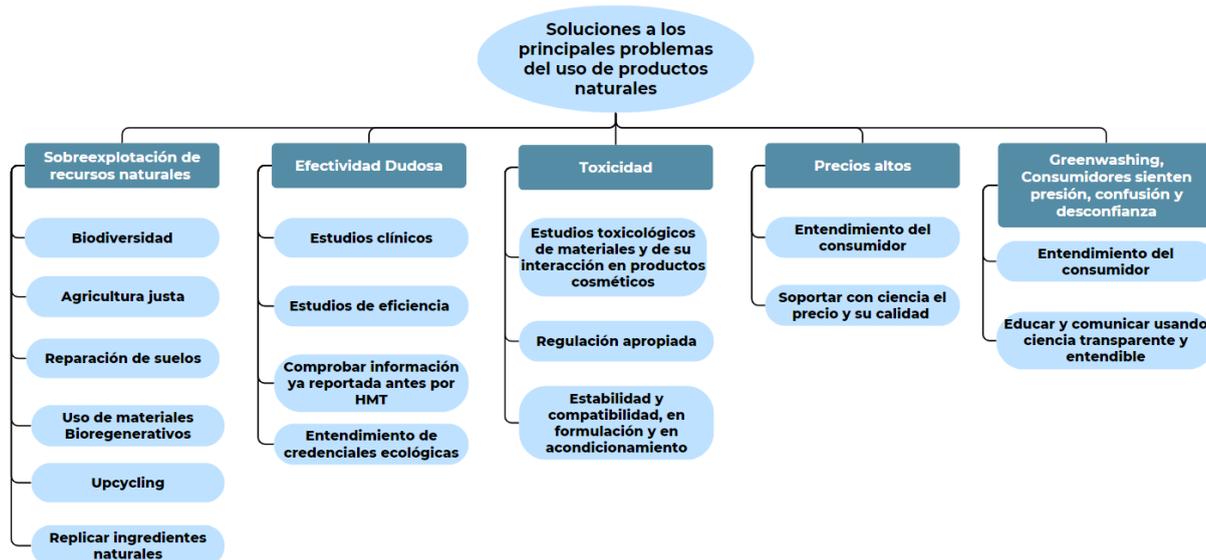
8. Altos costos y la crisis económica.

Debido a la crisis del costo de vida mencionado anteriormente, se espera que los productos naturales se encarezcan y que los consumidores se enfoquen en las compras más esenciales y económicas. Por lo cual la ciencia, necesita justificar dichos precios y tener un compromiso con la calidad en dichos productos.

9. Entendimiento de eficacia y credenciales ecológicas.

Se debe comenzar a sostener científicamente a los ingredientes que ya se usan, buscando formas en las que se asegure la conservación del entorno y dando una base confiable de los ingredientes naturales nuevos o existentes.

Se puede trabajar en la búsqueda de biotecnología que mejore las credenciales ecológicas de los ingredientes, mientras que las afirmaciones respaldadas por la ciencia atraerá a aquellos que buscan eficacia.



**Figura 1. Diagrama conceptual de las soluciones a los principales problemas del uso de productos naturales. Donde las soluciones que se tratarán en este trabajo son: Estudios de eficiencia, sostener información reportada por las HMT, regulación apropiada, y estudios clínicos y toxicológicos. Ver Apéndice [Autoría propia, basado en 17,19,20,21,22].**

Con esta recopilación de ingredientes alternativos y los recursos con los que se pueden estudiar, se debe generar una mayor confiabilidad, a nivel sanitario y ambiental, en la aplicación de ingredientes derivados de la herbología. Esto se llevará a cabo a través de la investigación de ingredientes disponibles y la revisión de estudios reportados sobre las propiedades comprobables y las características holísticas de las plantas, teniendo como resultado un compendio de materiales/ingredientes de la herbología que puedan reemplazar a ingredientes sintéticos que se utilizan actualmente en la cosmética.

Las tecnologías e ingredientes de origen herbal, de los cuales se hará mención en este trabajo, se han clasificado en los siguientes grupos: (1) tensoactivos (detergentes y emulsificantes), (2) potenciadores de fragancias, (3) activos cosméticos y (4) conservadores.

El objetivo de este trabajo de investigación es centrarse en el rubro del entendimiento de la eficacia y credenciales ecológicas de ingredientes, donde desde una perspectiva científica, se puedan ubicar herramientas herbólogas disponibles, provenientes de diferentes visiones culturales como la herbolaría mexicana, china e india, y soportarlas con estudios y datos científicos para su aplicación en productos cosméticos que además contemplen aspectos como las áreas de oportunidad de los productos naturales, el cómo de integrar estos productos de la herbología y cómo podemos dirigir soluciones hacia dichas áreas de oportunidad como químicos [18,3]. Dando como valor una recopilación que sirva como apoyo a formuladores en la industria cosmética de grandes empresas o emprendedores, teniendo en mente el gran potencial de la diversidad química de los ingredientes naturales, sus multibeneficios para las personas, la industria y el medio ambiente. Ésta reflexión invita a un cambio de paradigma hacia incluir prácticas y recursos para el cuidado personal que implique un bienestar equitativo para quienes los producen, quienes los usan y el ambiente.

## Objetivos

### *Objetivo General*

Analizar ingredientes naturales utilizados en la herbología tradicional, a través de una recopilación bibliográfica (journals, libros, herramientas digitales) que incluya información sobre su usos tradicionales, beneficios, seguridad y regulación, con el fin de tener una herramienta actualizada que ayude a guiar su potencial uso en formulaciones cosméticas

### *Objetivos Específicos*

- Reflexionar sobre la “paradoja natural: beneficios y áreas de oportunidad del uso de productos naturales” y sus posibles soluciones.
- Clasificar los principales grupos de ingredientes basado en cuales son los tipos de productos cosméticos más relevantes en el mercado.
- Desarrollar una perspectiva histórica y étnica alrededor del uso de productos de origen herbal, con el fin de tener una perspectiva general de los ingredientes a investigar.
- Investigar las propiedades químicas y fisicoquímicas de ingredientes naturales/derivados naturales, con el fin de comprender su uso tradicional, funcionalidad y su potencial en formulaciones cosméticas.
- Investigar recursos que garanticen un uso seguro para los consumidores, ya sea a través de estudios clínicos o recursos regulatorios, del uso de ingredientes naturales/derivados naturales para su aplicación en la cosmética.
- Comparar la información obtenida de ingredientes naturales/derivados naturales con la de materiales sintéticos utilizados en la actualidad con el fin de evaluar la viabilidad de su uso.

## Metodología

- 1) Se examinaron los beneficios y las áreas de oportunidad del uso de ingredientes naturales en productos cosméticos, estableciendo la paradoja natural, sus soluciones. En específico aquellas que competen a la química cosmética y que es una de las áreas de oportunidad donde la información científica que sustente los beneficios, el desempeño y la seguridad de los ingredientes naturales, no es suficiente.
- 2) Posteriormente se planteó establecer los grupos de ingredientes sobre los cuales se investigó (tensoactivos, potenciadores de fragancias, activos cosméticos y conservadores). El criterio de selección constó en tomar en cuenta los principales ingredientes que contienen las formas cosméticas más usadas por los consumidores; shampoo, lociones y cremas.

Para estos dos últimos pasos, se utilizaron recursos como reportes de mercado (Mintel y Cosmetics and Toiletries).

- 3) Durante la recabación de información, se seleccionaron aquellos ingredientes que tuvieran un alto valor en las diferentes tradiciones herbolarias y cuyo uso coincidiera con la funcionalidad relacionada a dicho grupo de ingredientes. También se tomaron en cuenta el contexto cultural y el uso tradicional de dichos ingredientes.

Para esta fase, se utilizaron recursos bibliográficos con información originaria sobre medicina tradicional china, india, mexicana y occidental.

- 4) De dicha selección, se investigaron recursos científicos y regulatorios capaces de sostener el uso tradicional, o nuevos usos, de estos ingredientes naturales en la cosmética. Principalmente se centró en hallar información sobre el desempeño, multifuncionalidad, seguridad toxicológica y viabilidad regulatoria.

Los siguientes tipos de recursos fueron utilizados para esta fase: Bases de datos electrónicas como revistas científicas, patentes, y revistas cosméticas.

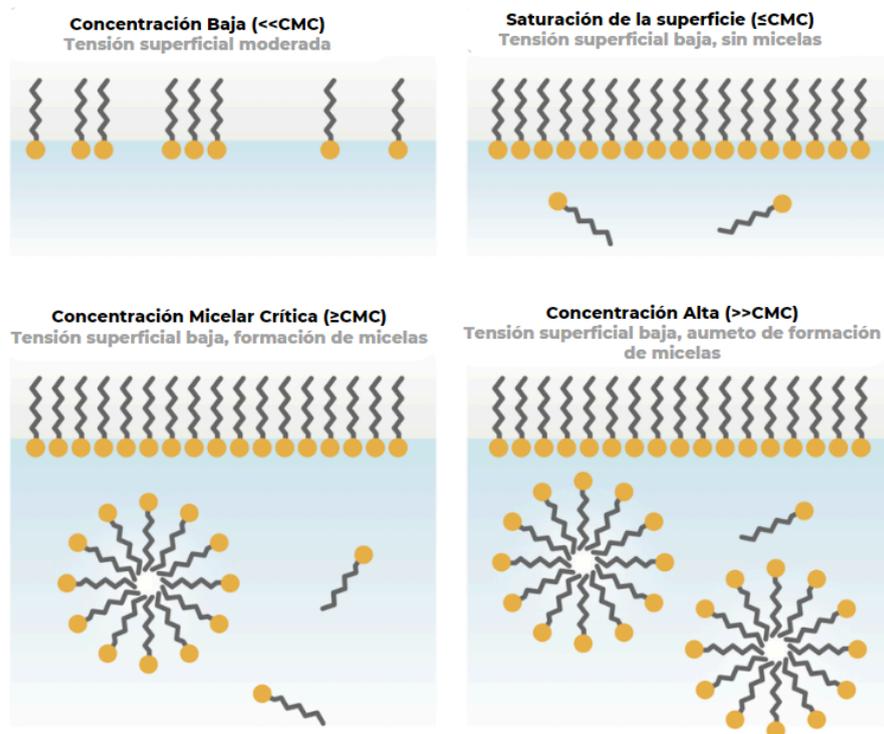
- 5) Una vez que se tuvo la recopilación, se buscaron datos de materiales sintéticos, utilizados en la actualidad en productos cosméticos, para comparar con la información obtenida y así evaluar la viabilidad de los ingredientes naturales.

## Resultados

La presentación de los resultados se hará en forma de un compendio de ingredientes de origen natural, el cual se dividirá por la funcionalidad principal de los ingredientes encontrados en (1) tensoactivos (detergentes y emulsificantes), (2) potenciadores de fragancias, (3) activos cosméticos y (4) conservadores. La elección de estos grupos de ingredientes se basó tomando en cuenta los ingredientes necesarios para las formas cosméticas de mayor consumo en el mercado, como el shampoo, lociones y cremas.

### Parte 1. Tensoactivos

Los tensoactivos están definidos como moléculas (iónicas o no-iónicas) con estructuras anfifílicas que reducen la tensión superficial de un sistema gas-líquido y la tensión interfacial de un sistema líquido-líquido, reducen la tensión interfacial entre dos líquidos y forman agregados moleculares llamados micelas (Dugan et.al 2010), como las que se observan en la Figura 2, en donde se describe el proceso de formación de micelas y su relación con el cambio de la tensión superficial. Sus estructuras moleculares anfifílicas constan de una larga cola de hidrocarburos y un grupo de cabeza polar. Por lo que se basó en estas características para elegir a los ingredientes naturales que se enlistan a continuación.



**Figura 2. Modelo de formación de agregados moleculares de los tensoactivos y su Concentración Micelar Crítica (CMC), (Ahmed, 2020).**

## Detergentes

Zao jia, Soap Bean, Chinese Honeylocust (*Gleditsia sinensis*)

### *Descripción y uso en HMT*

Esta planta, distribuida en Asia y en América puede crecer hasta 30 m, tiene flores amarillas o blancas, como se muestra en la Figura 3, y produce frutos de mayo a diciembre. Estos frutos son los que son usados en diferentes HMT, especialmente en China. Ha sido usada para tratar sarampión, indigestión, ferina, viruela, artrolitiasis, estreñimiento, diarrea, hematoquecia, disentería y carbuncle cuando se ingiere.

Cada parte del árbol se utiliza para un fin diferente. Los frutos hervidos de este árbol han sido usados como detergente desde hace más de 2000 años. Los frutos también se usan en dolores de cabeza y tos, las raíces para tratar la hipertensión y su tallo para enfermedades inflamatorias [23,24].

### *Composición química*

Los componentes más abundantes en esta planta son las saponinas triterpenoides. La palabra saponina proviene del latín *sapo*, que significa jabón. Tradicionalmente dentro de varias HMT se han utilizado como detergentes diferentes materiales vegetales con cantidades importantes de saponinas.

Las saponinas, son glucósidos anfifílicos que consisten en una o más cadenas de azúcar (glicona, parte hidrofílica) y un componente triterpenoide (aglicona, parte hidrofóbica), lo cual los hace tener actividad tensoactiva. La unión de estas dos partes se da mediante un enlace O-glucosídico. Las saponinas se clasifican principalmente según las diferencias en la estructura de las agliconas o el número de cadenas de azúcar. La clasificación básica basada en la estructura del esqueleto distingue dos grupos principales: esteroides y triterpenoides.

Las agliconas esteroides suelen constar de 27 unidades de carbono y las triterpenoides suelen constar de 30, además cada aglicona posee diferentes tipos y disposiciones de sustituyentes y modificaciones adicionales en su columna vertebral como se muestra en la Figura 3 [29,23].

Se ha encontrado que la actividad biológica de las saponinas está ligada a su papel en los organismos vegetales, su naturaleza anfifílica ayuda a penetrar las membranas biológicas de los patógenos y a hacerlas permeables hacia toxinas de las proteínas inactivadoras de ribosomas (PIR), que a menudo coexisten con las saponinas en las plantas como parte de su sistema de defensa. De ahí sus propiedades antimicrobianas, antiherbívoras e insecticidas. Otra explicación detrás del papel de las saponinas es que son productos vegetales intermedios que

proporcionan un medio seguro para almacenar las agliconas activas en formas biológicamente inertes [24,29].

#### *Propiedades fisicoquímicas de superficie*

Las propiedades de superficie de las saponinas triterpenoides, aisladas de *Gleditsia*, se han reportado en diversos estudios.

**Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de superficie de las saponinas de *Gleditsia sinensis* [25].**

Parámetro a 25°C	Saponina <i>Gleditsia</i>	Saponina <i>Gleditsia</i> / mezcla binaria con surfactante aniónico lauril sulfato de sodio (SLS)	Saponina <i>Gleditsia</i> / mezcla binaria con surfactante catiónico bromuro de cetrimonio (CTAB)	Saponina <i>Gleditsia</i> / mezcla binaria con surfactante no iónico (Triton X100)
Concentración Micelar Crítica (CMC) [mol/L]	1.10 x10 <sup>-3</sup>	4.06 x10 <sup>-3</sup>	1.20x10 <sup>-4</sup>	5.62 x10 <sup>-4</sup>
Tensión superficial (cmc) [mN/m]	34.4	32.5	35.3	31.2

Wu wang, 2007 y su equipo, encontraron una interacción sinérgica de estas saponinas en sistemas binarios con surfactantes catiónicos, aniónicos y no iónicos. La Tabla 1 reporta dichos resultados y se puede observar una sinergia en la concentración necesaria para la formación de micelas, descrita en el valor de CMC, para las mezclas binarias con surfactante catiónico y no iónico. Al mismo tiempo, se observa una sinergia en la reducción de la tensión superficial tanto en mezclas con surfactantes aniónicos y no iónicos, comparados con el valor del agua reportado por los autores de 71.64 mN/m [25].

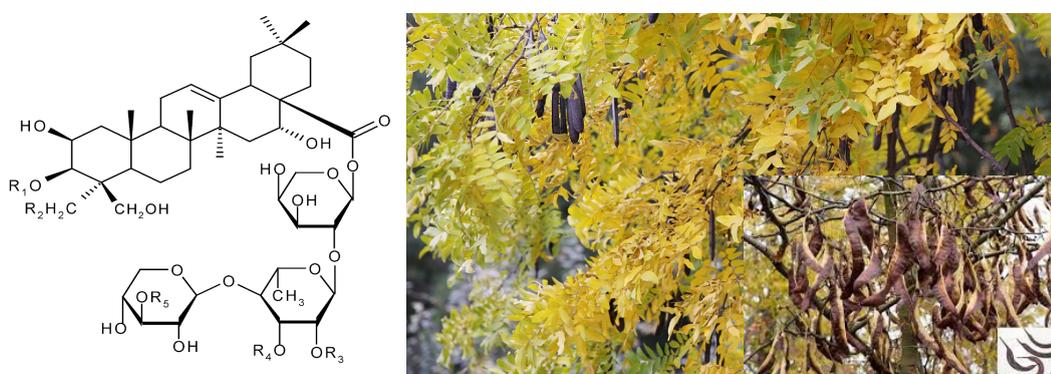
#### *Aplicaciones*

Aunque las saponinas constituyen 32 de los 67 compuestos encontrados en esta planta, existen otros compuestos como los flavonoides, a los cuales se les ha estudiado y comprobado los beneficios para los que la Medicina Tradicional China los ocupaba. Zhang y su equipo en 2016, reportó en una revisión la actividad biológica de los compuestos de esta planta, como actividades antitumorales, antiinflamatorias, antialérgicas, antihiperlipidémicas, analgésicas, antimutagénicas, antioxidantes, anti-VIH, antibacterianas, antifúngicas, etc.

Ashraf y equipo en 2022, también han confirmado en sus revisiones dicha actividad citotóxica, antimicrobiana, antihiperlipidémicas, analgésicas, antioxidantes e hipoglucemiantes [23,26].

Según lo descrito anteriormente, esta especie es muy interesante para la industria cosmética ya que además de tener propiedades de actividad superficial, también puede aportar a los productos un beneficio antimicrobiano y antifúngico, conceptos muy interesantes para pieles grasas o para shampoos anti caspa. Existe actualmente una patente que registra este ingrediente en el uso de un shampoo [28].

En el marco legal mexicano y europeo para cosméticos, el uso de esta planta no está prohibido. Sólo en su país de origen se necesita un permiso para venderla, manufacturar o vender productos con ese ingrediente. Además forma parte del listado de ingredientes de Medicina Tradicional China [27].



**Figura 3. Saponina triterpenoidal, árbol *Gleditsia sinensis* y sus frutos.**

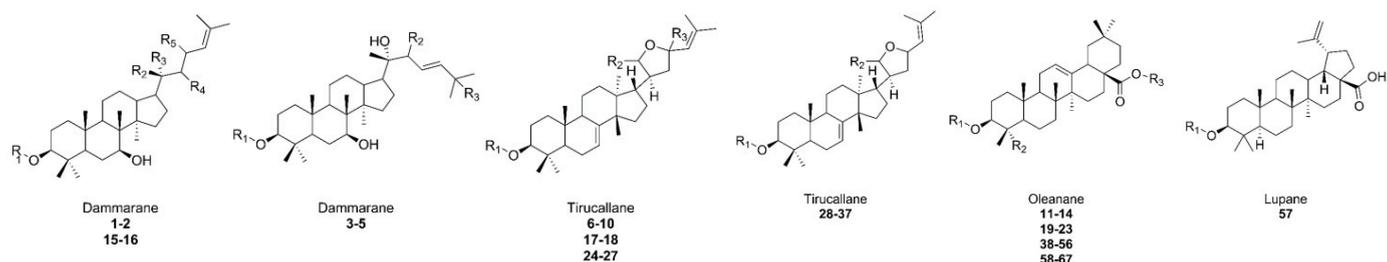
Reetha, Indian Soapberry, Wasnut, Soapnut (*Sapindus mukorossi Gaertn*)

#### *Descripción y uso en HMT*

Miembro de la familia Sapindaceae, es un árbol tropical ubicado principalmente en las planicies Indo-Gangéticas. Llega a crecer entre 12 a 15 m de altura, tiene hojas paripinnadas y da frutos de Junio a Julio y de octubre a noviembre cambian de amarillo/naranja a café oscuro, como se puede ver en la Figura 5. Este árbol es también apreciado y utilizado por su asociación a recursos terapéuticos. Además, por sí mismos pueden hacer fitorremediación y aforestación. Los extractos de esta especie se han usado en el Ayurveda para tratar la psoriasis, epilepsia, clorosis, migraña, artritis y dolores articulares, gota, reumatismo, resfriados, náuseas y estreñimiento. Y dichos usos tradicionales, se han soportado a través de diferentes estudios donde se comprueba que varios de sus extractos poseen propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antioxidantes, antiinflamatorias, analgésicas, molusquicida e insecticida. Dentro de su uso en cosméticos Ayurvédicos se ha usado para el eczema, acné, blanquear la piel y para disminuir la apariencia de arrugas, así como para eliminar suciedad y piojos del cuero cabelludo [29].

### Composición química

Dentro de los fitoconstituyentes de este árbol se encuentran varios compuestos bioactivos como flavonoides, compuestos fenólicos, polisacáridos, mucílago, oligoglucósidos sesquiterpénicos y por supuesto, saponinas triterpenoides. De éstas, se tienen los siguientes tipos de estructuras de las secciones aglicona, oleanano, lupano, dammarano y tirucallano, las cuales se encuentran en la Figura 4.



**Figura 4. Saponinas existentes en *Sapindus mukorossi Gaertn* [29].**

### Propiedades fisicoquímicas de superficie

Las propiedades detergentes se encuentran en la Tabla 2. Las cuales son muy comparables incluso con las de tensoactivos como el Lauril Sulfato de Sodio (SLS) o el Tween 80, tanto en capacidad de detergencia como en tensión superficial. También se puede observar en la Tabla 2, que el volumen de espuma a 60°C alcanza un porcentaje aceptable con relación a la producida por el SLS, además, en la Figura 5, se puede observar una prueba rápida en donde se produjo espuma al poner los frutos en agua [29]. Asimismo la información de valores de CMC permite confirmar el comportamiento de estas saponinas como un tensoactivo debido a que no sólo logran reducir la tensión superficial sino también, forman agregados micelares.

**Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de superficie de las saponinas de *Sapindus mukorossi Gaertn* [29,30].**

Propiedad de superficie	Descripción
Tensión superficial (25°C,cmc)	Extracto de saponina 0.5% 51.7 mN/m. SLS 0.5% 35.6 mN/m. Tween 80 0.5% 80 41.7 mN/m. Comparadas contra Agua 72 mN/m.
Espuma (60°C)	65% del volumen de espuma que genera el SLS volumen hasta por 5 min.
Capacidad detergente en mechones estandarizados con sebo capilar	Extracto de saponina 60.0% de remoción.  SLS 90.4% de remoción.  Tween 80 77.6% de remoción.

Concentración Micelar Crítica (CMC)	0.032 % m/m (20°C) 0.054 mmol/L (35°C)
-------------------------------------	---

Dichas propiedades detergentes pueden ser aprovechadas para el diseño de productos limpiadores amables con el ambiente, ya que además los desechos de esta planta tienen además propiedades comprobables de fitorremediación, aforestación y limpieza de suelos [29,30].



**Figura 5. Árbol *Sapindus Mukorossi Gaertn*, sus frutos y su capacidad espumante en dilución [29].**

#### *Aplicaciones*

Otra función que el ayurveda había venido reportando es la actividad cutánea para tratar el acné y para el aclaramiento de la piel al de remover los bronceados y las pecas, lo cual también ha sido comprobado.

Estudios *in vitro* han reportado que el extracto de saponinas de *S. mukorossi* tiene actividad antimicrobiana contra *Propionibacterium acnes*, el cual es la causa principal de las lesiones inflamatorias en el acné vulgaris. Este extracto también mostró actividad inhibitoria del 67.26% contra la enzima tirosinasa, la cual es responsable de la biosíntesis de la melanina. Se necesita comprobar esta actividad en pruebas *in vivo* mediante estudios clínicos que soporten dicha actividad, sin embargo, los datos ya reportados permiten que se pueda voltear a ver a esta planta como un agente natural para la industria cosmética y sobre todo para aquellos sectores que buscan alternativas naturales [29].

Por último, las saponinas de esta planta son seguras para su uso en cosméticos, ya que se han hecho diversas pruebas de irritación y toxicidad dérmica encontrando respuestas negativas tanto en ratas Wistar como en humanos. Sin embargo, como cualquier activo, la posible toxicidad nunca debe ser ignorada y futuras evaluaciones toxicológicas deben seguirse realizando [31].

#### Género Agave

##### *Descripción y uso en HMT*

El género Agave es un conjunto de 210 especies, de las cuales 119 son endémicas de México. Los agaves son utilizados para producir bebidas alcohólicas como el

tequila, el mezcal y la bacanora, también se usa en la industria textil. Ambas industrias producen una gran cantidad de desperdicio, tan sólo para la producción de tequila, se generan cerca de 5,168,200 toneladas y para la creación de guishe, alrededor de 150 toneladas.

Desde la época prehispánica, estas especies fueron utilizadas terapéuticamente por diferentes culturas a lo largo de todo el territorio que hoy conocemos como México. Los mayas obtenían el jugo de las hojas del *A. fourcroydes* Lem. para curar heridas de la piel y usaban las raíces y hojas de *A. angustifolia* Haw. para tratar infecciones cutáneas y excretoras. Los aztecas usaban las hojas frescas de *A. atrovirens*, *A. americana* y *A. patatarum* Zucc, por su savia, que agregaba a una mezcla para heridas profundas con orina caliente, sal, miel y algunas otras plantas medicinales como *Comelina pallida*. La cultura Tarahumara utilizaba el jugo de las hojas de agave para curar llagas supurantes e infecciones oculares. En otras regiones, culturas indígenas han utilizado estas plantas por sus efectos terapéuticos. Se han empleado algunas especies en el tratamiento de enfermedades transmitidas por insectos, afecciones inflamatorias reumáticas y enfermedades del sistema nervioso como meningitis y ciática [32, 33].

#### *Composición química*

Dichas aplicaciones han inspirado la investigación y comprobación de las propiedades, así como los compuestos responsables de ellas. El resultado de las investigaciones demuestran la presencia de flavonoides, saponinas, taninos, fitoesteroles y otros compuestos polifenólicos; la concentración de éstos compuestos depende de la especie de agave, la edad de la planta, el origen geográfico y los solventes que se usaron en su extracción [32,33].

La siguiente es una tabla de Bermudez-Bazán et. al., 2022, que resume la actividad biológica de los principales compuestos de este género. Incluyendo la actividad antifúngica, insecticida, antibacteriana, larvicida, antiparasitario, molosoide [32].

**Tabla 3. Actividad biológica de compuestos encontrados en el género Agave [32].**

Espece	Compuestos	Actividad Biológica
<b>Compuestos Fenólicos</b>		
A. americana L.	Flavonoid glycosides of kaempferol, quercetin, isorhamnetin, ellagic acid hexoside	Insecticida
A. lechuguilla	2,4,6-trinitrophenol, flavonoids, carboxylic acids, 2-aminomethyl-propanol	Insecticida
A. americana L.	Apigenin	Antifúngico
A. sisalana	Acylated glycosyl flavonoids, flavonoid glycosides, phenolic acids	Estimulante y protección del crecimiento de microvegetales.
<b>Saponinas</b>		
A. americana L. marginata Hort.	Cantala-saponin-1	Antineuroinflamatorio
A. salmiana	Kammogenin-glycosides	Anticancerígeno
A. marmorata Roetzl.	Smilagenin-diglycoside	Inmunomodulador Antiinflamatorio
<b>Fitoesteroles</b>		
A. tequilana Weber	$\beta$ -sitosterol-glycoside, stigmasta-3,5-dien-7-one Cicloartenone, cycloartenol	Inmunomodulador Antiinflamatorio
A. angustifolia Haw.	3-O-[(6'-O-palmitoyl)- $\beta$ -d-glucopiranosyl-sitosterol]	Inmunomodulador Antiinflamatorio

#### *Propiedades fisicoquímicas de superficie*

Respecto a sus propiedades de superficie, se han encontrado propiedades de espuma, emulsificación y estabilización, las cuales son las de un mayor interés para esta sección ya que permiten sentar la evidencia de esta planta como un material tensioactivo.

Para agave sisalana, Ribeiro et. al., reportaron que a 25°C, las saponinas triterpenoides, tenían un valor de CMC de 0.15 a 0.45 g/L y que lograban reducir la tensión superficial de un valor de 72 mN/m a un rango de 33.57-45.13 mN/m, a una concentración de 0.1 g/L [30,36]. Suele reportarse que un tensioactivo eficaz puede reducir significativamente la tensión superficial del agua de 72 mN/m a 32-37 mN/m, por lo que el rango encontrado para los extractos de saponina de esta especie significan una buena tensión superficial.

#### *Aplicaciones*

Estas características hacen a este género de gran interés para su aplicación en la industria cosmética.

Aunado a que se ha encontrado que esta planta posee propiedades aclarantes de la piel, hidratantes y propiedades que mejoran la apariencia de la piel con dermatitis. Se han reportado diferentes patentes de preparaciones cosméticas usando plantas de este género para tratar pieles con acné, piel seca y mejorar el cuero cabelludo graso. Por último, se reportó evidencia de que este género puede brindar fotoprotección en formulaciones cosméticas y su seguridad toxicológica en roedores y humanos [34,35].

Emulsificantes

Género *Yucca*

*Descripción y uso en HMT*

El género *Yucca* pertenece a la familia *Asparagaceae* y abarca entre 40 y 50 plantas medicinales. Son originarias de los desiertos y zonas áridas del suroeste de Estados Unidos y el norte de México, como Mojave, Sonora, Colorado, Chihuahua, California y Baja California.

La especie *Yucca brevifolia* (árbol de Joshua) es característica del desierto de Mojave. *Yucca schidigera* (yuca de Mojave) prevalece en los desiertos de Mojave y Sonora y es muy apreciada por sus valores farmacéuticos. *Yucca elata* (yuca de Soaptree) es otra especie distinta en los desiertos de Sonora y Chihuahua. Las plantas de éstas últimas tres especies se encuentran en la Figura 6. La yuca elefante (yuca gigante) se planta a menudo con fines paisajísticos en zonas urbanas [37].



Figura 6. Diferentes especies de Yuca [38,39].

Además de ser fuente de una amplia gama de productos utilitarios, como su uso en aditivo en la alimentación animal, este género ha tenido gran importancia etnobotánica para los nativos americanos, los cuales lo utilizaban en su medicina tradicional para tratar diferentes aspectos, como dolores articulares, hemorragias e

inflamaciones uretrales y de próstata. También lo aplicaban en la piel para tratar la psoriasis, caspa, caída del cabello y llagas en la piel.

Los indios navajos lo usaban para quemaduras solares y rasguños. En el norte de Nuevo México, los curanderos utilizaban un té de hojas y raíces para tratar el asma y el dolor de cabeza. Los Catawba, Cherokee, Nanticoke y otras tribus nativas americanas usaban *Yucca filamentosa* como medicina y jabón. Las raíces se trituraban para hacer cataplasmas para curar heridas. Además, las raíces se utilizaban para curar la gonorrea y el reumatismo. La tribu Zuni que habitaba la región occidental de Nuevo México usaba la savia de *Yucca elata* como estimulante del crecimiento del cabello. La infusión de las hojas trituradas de *Y. baccata* se ha utilizado como antiemético y los frutos se han consumido crudos como laxante. Otros usos reportados son emolientes de la piel, agentes soporíferos y antidiabéticos. Los indios Chumash consumían raíces, hojas y tallos de flores [37].

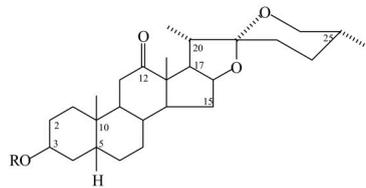
#### *Composición química*

La validación científica alrededor de este género, ha permitido que las propiedades asociadas a los compuestos descritos de la Tabla 4 (S.Patel, 2012) hayan sido comprobados.

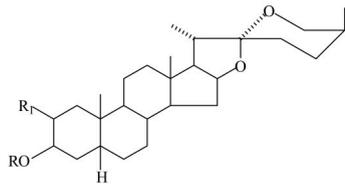
**Tabla 4. Propiedades comprobadas de compuestos encontrados en la especie *Yucca* (S.Patel, 2012).**

Planta	Compuesto	Actividad Biológica
<i>Yucca schidigera</i>	Saponina, yuccaol C, yuccaone A	Antioxidante, Antiinflamatorio Antiproliferativo
<i>Yucca gloriosa</i>	Glorioaoles A y B	Antioxidante
<i>Yucca periculosa</i>	resveratrol, estilbeno	Antioxidante
<i>Yucca schottii</i>	yuccagenina	Antiinflamatorio
<i>Yuca elephantipes</i>	glucósidos de espirostanol	Antifúngico
<i>Yuca glauca</i>		Antitumoral
<i>Yucca smalliana</i>		Antimicrobiano

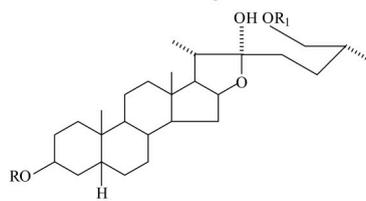
Haciendo énfasis en los compuestos con propiedades tensoactivas, se han encontrado importantes resultados de actividad superficial para la especie *Yucca Schidigera* (*Asparagaceae*). Las saponinas responsables, que se han encontrado, son espirostanol y furostanol agliconas. Las cadenas de azúcar de la yuca contienen dos o tres azúcares, que pueden ser glucosa, galactosa o xilosa unida a la aglicona (Ver Figura 7).



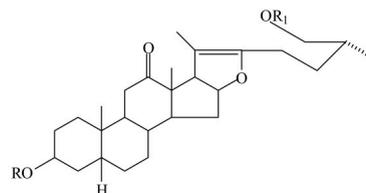
1: R = Glc (1-2)[Xyl (1-3)] Glc  
3: R = Glc (1-2)[Glc (1-3)] Glc



2a: R = Glc (1-2) Xyl R<sub>1</sub> = H  
2b: R = Glc (1-2)[Xyl (1-3)] Glc R<sub>1</sub> = H  
4: R = Glc (1-2) Gal R<sub>1</sub> = OH



5: R = Glc (1-2) Glc R<sub>1</sub> = Glc  
6: R = Glc (1-2)[Xyl (1-3)] Glc R<sub>1</sub> = Glc



7: R = Glc (1-2)[Xyl (1-3)] Glc R<sub>1</sub> = Glc

**Figura 7. Estructuras químicas de saponinas de especies Yucca [36].**

*Propiedades fisicoquímicas de superficie*

La actividad de estas saponinas ha demostrado ser capaz de producir nanoemulsiones, resistiendo un amplio rango de condiciones. Sin embargo se ha encontrado que hay condiciones como calentamiento, freeze-thaw, fuerza iónica alta y valores de pH bajos, en los que dichas nanoemulsiones pueden presentar inestabilidades.

La CMC de estas saponinas se ha encontrado entre 0.01-0.1% m/m. Además ha reportado una tensión interfacial de 3 mN/m y una tensión superficial de 38 mN/m [43].

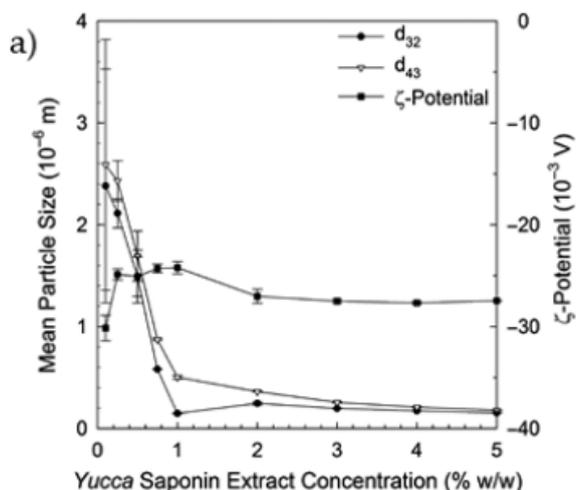
Su capacidad emulsificante se ha evaluado a través de un importante parámetro de estabilidad predictiva usando mediciones de Potencial Zeta. Éste, mide las fuerzas eléctricas repulsivas entre las gotas dispersas en el medio de una emulsión, una mayor repulsión impide que se genere un efecto de coalescencia entre las gotas,

formando una separación de fases. En el caso de las saponinas por efecto de las fuerzas de repulsión electrostática que generan los grupos carboxilo en su estructura.

Otra medición importante son los estudios de tamaño medio de partícula, éste permite conocer el tamaño de las gotas dispersas en una emulsión, tamaños grandes de partícula, propician un efecto de coalescencia.

Las saponinas de Yucca presentaron un potencial zeta de -25 a -27 mV, lo cual indica que las saponinas de yuca que recubren las gotas de aceite dispersas en la emulsión, presentan una estabilidad baja. Sin embargo algunos autores aseguran que los valores entre -25 y -30 mV todavía tienen una barrera energética que previene la desestabilización de las emulsiones.

Debido a que en otros estudios, se ha reportado una mayor estabilidad de las nanoemulsiones formadas por este ingrediente, se piensa que este valor se debe a un efecto de otros componentes con actividad superficial como proteínas, las cuales impactan a las propiedades de carga.



**Figura 8. Tamaño de partícula y potencial zeta como función de la concentración de extracto de saponina.**

La Figura 8, Muestra la relación de Potencial Zeta y del tamaño medio de partícula para una emulsión usando diferentes concentraciones de extracto de saponina de Yucca, en un sistema con 10% m/m de aceite de triglicéridos de cadena media (MCT).

Esto podría confirmarse a partir de otros estudios de caracterización de nanoemulsiones como distribución de tamaño de gota e Índice de Poldispersión (PDI).

Los valores de tamaño de gota están expresados en la gráfica como  $d_{4,3}$ , el volumen medio de momento y  $d_{3,2}$ , que es el área superficial. El primero corresponde a el diámetro medio, que se obtiene directamente en las mediciones del tamaño de partículas, donde la señal medida es proporcional al volumen de las partículas. Mientras que el segundo parámetro corresponde al diámetro de una esfera que tiene la misma relación volumen/superficie que una partícula de interés.

Se puede observar que la Yucca posee tamaños de partícula bajos, los cuales son deseables para la formación de emulsiones ya que un menor tamaño de partícula significa una menor probabilidad de coalescencia y, a su vez, una emulsión más estable.

#### *Aplicaciones*

El extracto de saponinas de Yucca ya es distribuido por diferentes proveedores en formas de polvo o de extracto líquido, los cuales están aprobados por la FDA, incluso para consumo humano. El uso de este material como emulsificante tiene actualmente dos patentes relacionadas a la formulación de emulsiones aceite en agua para composiciones cosméticas y de cuidado oral [40,41].

#### *Quillaja Saponaria*

##### *Descripción y uso en HMT*

Este árbol perenne de hojas brillantes, es comúnmente encontrado en regiones de Perú, Chile y Bolivia, conocida por el nombre de Quillaia, término que se refiere a las cortezas internas secas del árbol, la Figura 9 muestra los frutos de éste.

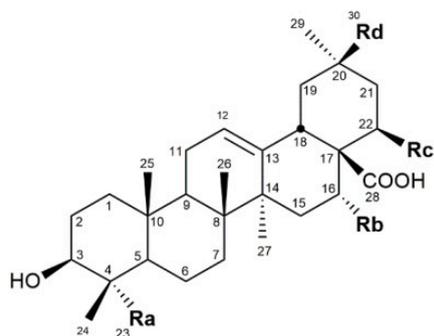
Históricamente, la corteza de Quillaja, ha tenido muchos usos para el pueblo chileno. Los Mapuche la utilizaban como analgésico y como detergente. En la medicina tradicional chilena de otros grupos, era utilizada como un agente antiinflamatorio y analgésico, la decocción de la corteza permitía tratar lesiones cutáneas crónicas. También se usaban sus hojas y corteza en infusión, como una forma para combatir la bronquitis y la tos. Fue en 1782 que se comenzaron a reportar y caracterizar científicamente las saponinas en su corteza.

Actualmente, se sigue utilizando en la industria por dichas propiedades, así como propiedades espumantes, hidratantes, emulsificantes, acondicionantes y tensoactivas, siendo las partes aéreas de la planta, las principales fuentes de saponinas triterpénicas para la industria [42].

#### *Composición química*

Además de estas propiedades, las saponinas de *Q. saponaria*, al igual que otras saponinas, cuyas estructuras se encuentran en la Figura 9, también tiene propiedades antifúngicas, antivirales, antibacterianas y antiparasitarias que se han comprobado en los últimos años [43]. Dichas propiedades han demostrado ser aplicadas e indicadas para tratar tópicamente desórdenes del cuero cabelludo, como la caspa y la pérdida de cabello.

La identificación y caracterización de las saponinas de esta planta fueron realizadas en 1986, y a la fecha se conocen cerca de 60 saponinas, que contienen agliconas triterpénicas. Encontrándose que el porcentaje de estas saponinas en la planta es de 9-10%. La Figura 9, contiene las estructuras reportadas de *Q. Saponaria*



Triterpene	Abbreviations	Ra	Rb	Rc	Rd
Quillaic acid	Q	CHO	OH	H	CH <sub>3</sub>
Quillaic acid, 22β-OH	Q-OH	CHO	OH	OH	CH <sub>3</sub>
Gypsogenin	G	CHO	H	H	CH <sub>3</sub>
Phytolaccinic acid	P	CH <sub>2</sub> OH	H	H	COOCH <sub>3</sub>
Phytolaccinic acid, 23-O-Ac	P-Ac	CH <sub>2</sub> OCOCH <sub>3</sub>	H	H	COOCH <sub>3</sub>
Echinocystic acid	E	CH <sub>3</sub>	OH	H	CH <sub>3</sub>

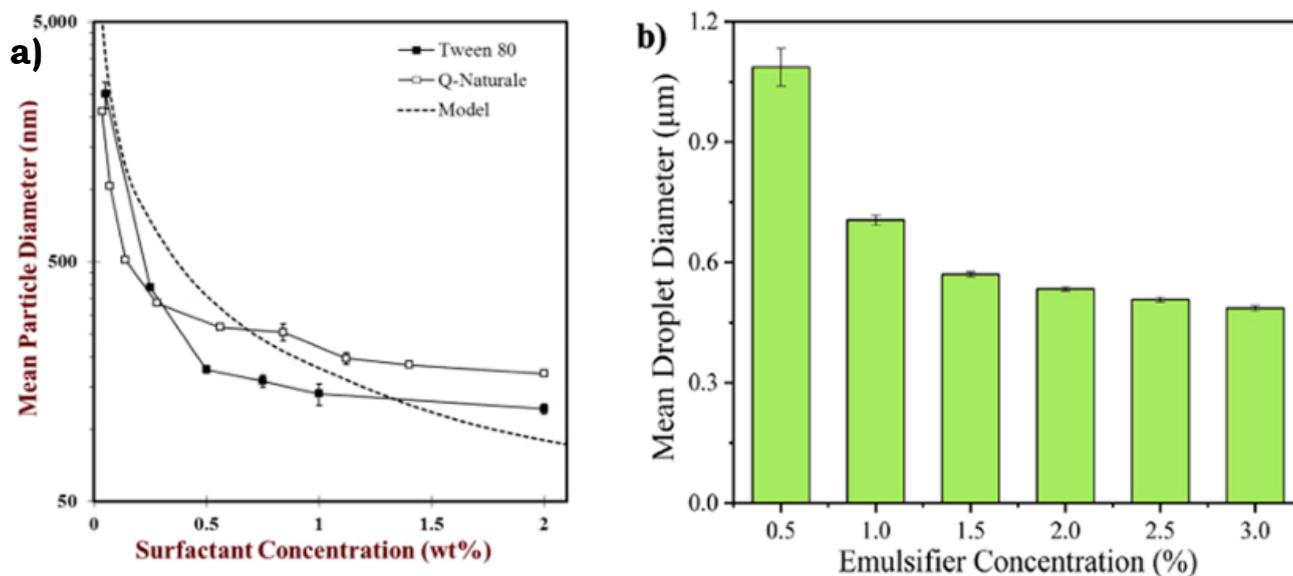
**Figura 9. Estructuras más comunes de saponinas y frutos originarios de *Quillaja S.* [43].**

#### *Propiedades fisicoquímicas de superficie*

Dichas saponinas sirven como un excelente emulsificante para formar y estabilizar emulsiones aceite en agua, debido al tamaño de partícula pequeño, de un diámetro menor a 200 nm que se genera entre las gotas suspendidas de aceite en la emulsión. Estas, han demostrado ser estables en un amplio rango de parámetros fisicoquímicos, tales como: pH (2-8), fuerza iónica (0-500 mM NaCl) y temperatura (20-90°C). A valores de pH ácidos y concentraciones altas de sal, las emulsiones de estas saponinas no son estables debido a la reducción de la repulsión electrostática entre las gotas de aceite suspendidas en el seno de la emulsión.

Las propiedades de superficie de las saponinas de Quillaja son quizás las más estudiadas dentro de los emulsificantes naturales. El valor de CMC de estas saponinas a 25°C es de 0.1 and 0.8 g/L, comparado con la familia de emulsificantes sintéticos Tween con un CMC de un valor de 0.014-0.031 g/L. Lo cual es un área de oportunidad ya que significa que requiere una mayor cantidad para formar emulsiones [44].

Por lo que múltiples grupos de investigación se han enfocado en optimizar el uso de este emulsificante, al encontrar la mínima cantidad de saponina para lograr el menor diámetro de gota, y por lo tanto, una emulsión más estable. Dentro de esta línea, se ha logrado que las saponinas de *Q. Saponaria*, posean una actividad superficial equivalente a la del Tween 80, en donde se han logrado valores de tamaño de partícula menores a 200 nm usando concentraciones entre 0.5 y 2% de estas saponinas, como se puede ver en la Figura 10 [44].



**Figura 10. Relación del tamaño medio de partícula como función de la concentración de emulsificante (saponinas de *Quillaja Saponaria*) [44].**

También se han logrado novedosos sistemas de entrega basados en nanoemulsiones, como el caso de Ozturk et al., que lograron incorporar vitamina E en nanoemulsiones producidas con saponina de Quillaja, usando una relación 10/90 de aceite/agua con 2% m/m del emulsificante.

#### *Aplicaciones*

En cuestiones regulatorias, la Comisión Europea de Ingredientes Cosméticos (CosIng), ha listado en su base de datos a la Quillaja y sus extractos. Para esta misma región, *Q. Saponaria* ha sido agregada a su Farmacopea. Además la FDA ya ha aprobado este material para consumo humano.

Comercialmente se encuentran disponibles diferentes productos para aplicaciones alimentarias, sin embargo no para aplicaciones cosméticas.

#### Otros

A pesar de que las opciones presentadas anteriormente, son muy utilizadas y tienen un buen potencial como emulsificantes, la falta de diversidad de otras fuentes naturales ha traído una sobre explotación de plantas como la Quillaja. Es por eso que se están explorando saponinas derivadas de productos de desecho, las cuales son opciones muy buenas debido a el costo que representan y su sustentabilidad. Se ha encontrado que los subproductos de la remolacha roja, y el salvado de avena son ricos en saponinas y buen comportamiento como emulsionantes. Esto mismo se ha encontrado para los subproductos de la obtención de aceite de argán y de la semilla de *Camellia* [44,45].

## Parte 2. Activos cosméticos

En esta sección se engloban materiales donde dentro de sus propiedades se encuentra ser el responsable de dar algún beneficio que mejore la apariencia de la piel o alguna otra superficie del cuerpo, como aclaramiento de la piel, mejorar la apariencia de arrugas, acné, de piel reseca o grasa.

En la Tabla 5, se enlistan diferentes ingredientes que pueden ser utilizados como sustitutos de activos sintéticos comunes. Los activos que se incluyen, poseen propiedades antiedad, aclarantes, antirojeces y antiacné.

Para el caso del ingrediente que se describe con propiedades aclarantes de la Tabla 5, se encontró que su mecanismo de acción se basa principalmente en la modulación o inhibición de las enzimas tirosinasa y elastasa. Debido a que la enzima tirosinasa es responsable del control de las primeras fases de la biosíntesis de melanina, estos extractos permiten dar un efecto de aclarado de la piel.

En el caso de las propiedades antiedad, estos ingredientes poseen acción inhibidora sobre la elastasa, enzima que permite la degradación de la elastina, el colágeno y otras proteínas, y que cuando se encuentra no regulada lleva a una pérdida de elasticidad en la piel.

Existen otros mecanismos antiedad tales como los que presentan algunos metabolitos antioxidantes que minimizan la actividad de radicales libres y protegen la piel de la radiación solar UVB, la cual causa el envejecimiento de la piel. Tal es el caso de los flavonoides y de las saponinas triterpenoides de la Centella Asiática en la Tabla 5.

Otros ingredientes como el Amla y la Cerezas del café, que a pesar de que se hayan categorizado como Activo antiacné y Activo para tratar la rosácea respectivamente, también cumplen con este mecanismo. Cabe destacar que incluso en la sabiduría ayurvédica, el Amla, es considerada la hierba que hace vivir 100 años. Y en el caso de la capacidad antioxidante de las cerezas de café, este ingrediente absorbe 10-15 veces los radicales de oxígeno comparado con la Vitamina C y los extractos de Té verde y la Toronja [59,62].

Como se puede observar en la Tabla 5, la mayoría de estos ingredientes son seguros para su uso en la cosmética en las condiciones en las que se han probado.

Para el Neem, si bien se han presentado efectos secundarios debido al consumo y al contacto con este ingrediente, diversos estudios también contemplan la contaminación con flora fúngica, aflatoxinas y otros compuestos como detonantes que pueden influir en la toxicidad de los remedios caseros a base de neem. Esta

contaminación también puede ser la causa potencial de los efectos secundarios de otras plantas.

**Tabla 5. Activos Naturales usados en prácticas tradicionales, para su aplicación en la cosmética. Se uso un código de colores para distinguir entre las principales aplicaciones de cada ingrediente, tomando en cuenta los efectos comprobados englobados de su celda correspondiente: amarillo; Activo antiedad y aclarante, verde; activo para mejorar la apariencia del acné e infecciones de la piel y rosa; activo para la rosacea y rojeces de la piel.**

Binomio Latin	Nombre común	Compuestos	Uso en Medicina Tradicional	Efectos comprobados	Efectos secundarios	Referencias
Centella asiática	Mandukaparni	Saponinas triterpenoides, flavonoides, ácidos grasos, aminoácidos libres, taninos, fitoesteroles, mucílagos.	Medicina Ayurveda. Rejuvenecer la piel.	Activo antiedad, permite el crecimiento de nuevas células de la piel así como mejorar la fuerza tensora y la resiliencia de la piel. Antibacteriano. Cicatrizante mediante una aplicación tópica.	Su consumo en altas dosis puede causar dolores de cabeza, mareos y infertilidad.	46,47,48
Azadirachta índica	Neem	Terpenos No-Isoprenoides y Isoprenoides (Diterpenoides y triterpenoides)	Ayurveda: usado para tratar enfermedades cutáneas; acné, eccema, picaduras de serpientes y escorpiones, varicela, sarampión, descamación del cuero cabelludo, psoriasis, prurito, dermatofitosis, lepra, pediculosis y sarna.	Mejora el acné, psoriasis, eczema, cicatriza heridas, dermatitis y psoriasis. Repelente de insectos, antiinflamatorio, antiartrítico, antipirético, antifúngico, antibacteriano, antiviral, antipalúdico, inmunomodulador, antitumorale, antioxidante, analgésico, antiartrítico y antifibrótico. Actividad inhibidora de la melanogénesis, protección contra el daño de los rayos UV-B.	Su consumo está controlado. Se han reportado casos de muertes al ingerirlo debido al desarrollo de enfermedades como encefalopatía. Puede causar vómitos, somnolencia, diarrea, convulsiones, acidosis metabólica, alteración del sensorio, nefrotoxicidad y hepatotoxicidad. Su uso a niveles de insecticidas puede causar dermatitis.	49,50
Verbenaceae	Familia Verbena contiene 35 géneros y casi 1200 especies	Glicósidos, terpenoides, flavonoides, saponinas triterpenoidales	Ayurveda: anti-parasitario, cicatrizante, eczema, comezón e infecciones de la piel México: caspa, dermatitis, infecciones dermatológicas y alergias Europa: tónico, astringente, curar	Activo para acné e infecciones de la piel. Actividad anti-bacterial, anti-viral, anti-inflamatorio, cicatrizante, repelente de insectos y contra radicales libres	Extractos acuosos de distintas especies de esta familia se han encontrado seguras en estudios con roedores.	51-55

			heridas, mordeduras de serpientes y anestésico.			
Emblica officinalis Gaertn	Amla, Indian Gooseberry	Vitamina, aminoácidos libres, ácido gálico, albúmina y celulosa.	Ayurveda: anti-envejecimiento, mejorar el brillo de la piel, regenerador de piel, cicatrizante, nutrición de la piel, anti-inflamatorio y fortalecimiento del metabolismo de la piel.	Activo para acné e infecciones de la piel. Atenúa la respuesta inflamatoria hacia la irradiación UVB, anti-bacterial, anti-fúngico, anti-viral, anti-envejecimiento de la piel. Mejora la apariencia del cabello, su crecimiento y pigmentación.	No presenta síntomas adversos o toxicidad crónica en roedores	56,57,58
Coffea arabica	Coffeaberry	Polifenoles: ácido clorogénico, proantocianidinas, ácido químic, ácido ferulica	África: Tratar heridas e infecciones de la piel India: rejuvenecer la piel	Activo para rosácea y rojeces. Previene el daño causado por la exposición a radicales libres y estrés oxidativo. Protege contra radiación UVA y UVB. Capacidad antioxidante. Mejora la hiperpigmentación, líneas finas de expresión y celulitis.	Es segura para el consumo y su aplicación en la piel. Sólo su tallo y sus hojas pueden provocar reacciones alérgicas.	59-62
Matricaria recutita y Chamaemelum nobile	Manzanilla	Terpenoides: bisobolol, matricina y camazuleno Flavonoides: apigenina, luteolina y quercetina Aceites volátiles	Europa y América: heridas, eccemas, irritaciones de la piel, hematomas, quemaduras, aftas, tratar la dermatitis causada por el pañal, pezones agrietados, varicela. Tratar infecciones de la piel.	Activo para rosácea y rojeces. Trata la dermatitis atópica y la irritación de la piel. Anti-inflamatorio Propiedades calmantes	Su contacto puede potencialmente inducir dermatitis en pieles sensibles.	59-60
Pistacia terebinthus L.	Menengiç	Polifenoles, Flavonoides, ácidos grasos y esteroides (glucósido de miricetina, catequina, β-glucogalina, galato de quercitrina)	África. quemaduras en la piel, heridas, sarna, tónico, antiséptico y antiinflamatorio	Activo antiedad y aclarador de la piel. Antioxidante, antipirético, antiinflamatorio y antiséptico. Tratar edemas.	Los extractos oleosos de esta especie se han encontrado seguros.	63,64

### Parte 3. Potenciadores de Fragancias

Las fragancias juegan un papel importante en hacer atractivos a los cosméticos y brindar una buena experiencia al consumidor. Durante muchos años, las fragancias que se usaban en la industria eran de origen natural, con el desarrollo de mejores técnicas de síntesis y la alta demanda de productos cosméticos, las fragancias sintéticas se volvieron más convenientes y ahora sólo el 5% de los ingredientes en fragancias provienen de fuentes naturales. Ya que poseen una mayor durabilidad de aroma, son más económicas de producir, su manufactura es más fácil ya que sus componentes son más reproducibles de lote a lote y además, permiten crear aromas más complejos y sofisticados debido a la gran cantidad de aromas sintéticos disponibles. A pesar de esto las fragancias sintéticas presentan cierta toxicidad y como consecuencia, la preferencia de ciertos consumidores hacia ellas ha disminuido.

Aunque las fragancias naturales, en específico, los aceites naturales, impliquen varias desventajas; como su alto precio, su poca durabilidad y el hecho de que se necesiten grandes cantidades de materia prima para apenas producir unos mililitros, la demanda de aromas naturales sigue creciendo rápidamente. Esto debido a que ha aumentado la conciencia de sus beneficios para la salud respaldados por hallazgos científicos, como su potencial antimicrobiano y sus efectos como bioactivos, haciéndolas más tentadoras y atractivas para los consumidores [68,69,70].

Por esta razón, la industria cosmética se ha vuelto a dirigir diferentes esfuerzos para lograr una mayor naturalidad en sus fragancias y al mismo tiempo, atender aquellas áreas de oportunidad de las fragancias naturales, siendo la mejora de su desempeño, una de ellas.

En los últimos años se han desarrollado sistemas de liberación selectiva y eficaz, también conocidos como profragancias, que permiten la liberación controlada y lenta de aromas extremadamente volátiles en respuesta a diferentes estímulos espontáneos en condiciones de uso cotidiano, así como la adecuada conservación de las propiedades organolépticas hasta que el consumidor comience a utilizar el producto.

Principalmente, estos sistemas abarcan enfoques como, encapsulación reversible, interacciones supramoleculares y enlaces covalentes escindibles. Algunos de ellos implican el uso de sustancias naturales, incluyendo polímeros, estructuras metal-orgánicas y sistemas mecánicamente entrelazados, entre otros[67].

## Polímeros naturales para encapsulación de fragancias

Los polímeros naturales tienen gran afinidad hacia ciertas fragancias lo cual es benéfico para la estabilización de las fragancias dentro del polímero. Otro beneficio del uso de polímeros naturales es que tienen un costo bajo.

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de polímeros naturales, la mejora que puedan dar al desempeño de las fragancias naturales, así como sus principales características.

**Tabla 6. Desempeño de polímeros naturales para la encapsulación de fragancias naturales.**

Acarreador	Fragancia	Desempeño	Características	Referencias
Nanocristales de Celulosa	Lavanda	Permanencia en un 30% de la fragancia después de 90 días de haberla aplicado sobre tela	Polímero lineal natural encontrado en tallos y hojas	65
Corcho Granulado	Linalol	Permite liberación controlada, en función de capacidad de sorción y desorción	Material celular natural de estructura celular cerrada que le confieren muchas propiedades	66
Nanopartículas de chitosan	Vainilina	Retención de fragancia de 79.9% comparada con la fragancia sin tratar.	Aminopolisacarido obtenido de crustaceos e insectos	65
	Cinamaldehído	Retención de fragancia de 85.4% comparada con la fragancia sin tratar.		65
	Citronelal	Retención de fragancia de 20.1% comparada con la fragancia sin tratar.		65
	Citral	Retención de fragancia de 29.1% comparada con la fragancia sin tratar.		65
Nanopartículas de Chitosan-celulosa	Limoneno	Retención de fragancia de ~51% comparada con la fragancia sin tratar.		65
Pectina	Citronela	Retención de fragancia de ~80% después de 6 horas.	Polisacarido anionico natural obtenido de las paredes de células vegetales.	67

Algunos de los polímeros de la Tabla 6, ya son de fácil acceso en el mercado y además poseen otra funcionalidades. Por ejemplo, la celulosa es un modificador reológico muy comúnmente utilizado en la industria cosmética, lo cual hace que estos productos sean de alto potencial y multifuncionalidad para distintas aplicaciones.

#### Parte 4. Conservadores

Los conservadores permiten reducir el riesgo de contaminación microbiana del producto y garantizar que el producto siga siendo adecuado y seguro durante su vida útil y el período de su uso por parte de los consumidores. Sin embargo la normativa limita, o incluso prohíbe, el uso de los conservantes más potentes debido a su toxicidad y, paralelamente, exige productos cosméticos no contaminados.

Como resultado, la búsqueda de nuevas estrategias de conservación para cumplir requisitos regulatorios y, al mismo tiempo, presentar un producto más seguro en términos de aspectos microbiológicos y toxicológicos, es uno de los más grandes retos en la industria cosmética [71,72].

Las plantas, a lo largo de su evolución y como mecanismos de supervivencia, para protegerse de agentes antifúngicos, antibacterianos, antivirales e insecticidas, y también la protección contra los herbívoros al reducir su apetito,, desarrollaron diversos metabolitos secundarios, dentro de los cuales se encuentran los aceites esenciales (AE).

Los aceites esenciales son complejas mezclas de sustancias volátiles y fragantes. Debido a que poseen actividad microbiana, antifúngica e insecticida, han cobrado popularidad en las líneas de investigación de preservantes naturales. Dicha aplicación en realidad ha estado presente desde la antigüedad, ya que la primera referencia del uso de más de 800 AE para inhibir el crecimiento bacteriano con distintas preparaciones, se publicó en el Papiro Ebers en 1500 A.C.[73,74].

Los constituyentes de mayor proporción en un AE, representan cerca del 85%, mientras que otros componentes se encuentran en trazas, por lo que son los de mayor abundancia los responsables de su actividad biológica mencionada. Dentro de estos componentes de mayor abundancia se pueden encontrar grupos funcionales como terpenos, terpenoides, grupos aromáticos y alifáticos. Algunos ejemplos de estos constituyentes son timol, carvacrol, linalol, limoneno, eugenol, acetato de linalilo, citronelal, piperitona, mentol y geraniol.

Existen dos principales enfoques en el estudio de inhibición microbiológica de los AE. El primero y más común, es el que ha estudiado el contacto directo de AE en su forma líquida de aceite. Su efectividad en esta forma, es medida a través de la concentración mínima inhibitoria (MIC por sus siglas en inglés) sobre diferentes microorganismos. La Tabla 7, muestra dicha información así como los usos de estas especies en la medicina tradicional. Cabe recalcar que los usos tradicionales reportados en dicha Tabla, se agregaron sólo de forma informativa y no representan usos recomendados ya que para el caso de esta sección, contrario a los de otras

secciones de este trabajo como la sección 1 y 2, no se incluyeron las propiedades comprobables de estos AE.

**Tabla 7. Concentración mínima inhibitoria de Aceites Esenciales sobre diferentes microorganismos [74].**

<b>Binomio Latin Fuente de AE</b>	<b>Uso en Medicina Tradicional</b>	<b>Microorganismos</b>	<b>Valores de MIC</b>	<b>Referencias</b>
Cymbopogon citratus/ Hierba de limón	Sanar heridas y huesos rotos, analgésico y antiespasmódico	Escherichia coli	0.6 µL/mL	79,80
		Salmonella typhimurium	2.5 µL/mL	
		Staphylococcus aureus	0.6 µL/mL	
Satureja Montana/ Ajedrea	Cólicos y dolores musculares	Pseudomonas aeruginosa, Streptococcus pyogenes, Streptococcus mutans, Streptococcus sanguis, Streptococcus salivarius, Enterococcus faecalis Lactobacillus acidophilus	23.33 ± 5.77 µg/mL 116.67 ± 15.28 µg/mL 60.00 ± 0.00 µg/mL 23.33 ± 7.64 µg/mL 23.33 ± 5.77 µg/mL 53.33 ± 5.77 µg/mL 125.00 ± 8.66 µg/mL	81,82
Origanum vulgare /Orégano	Artritis y analgésico	Escherichia coli	1600–1800 ppm	83
		Staphylococcus aureus	800–900 ppm	
Lavandula officinalis/ Lavanda	Acné, alopecia, cicatrizante, antiséptico, varices, reumatismo	Escherichia coli	2000 ppm	84
		Staphylococcus aureus	1000–1200 ppm	
Cinnamomum zeylanicum/ Canela	Remedios ginecológicos, tratar heridas, inflamación de la piel	Acinetobacter	8 mg/mL	85
		Klebsiella pneumoniae	2 mg/mL	
		Proteus vulgaris	8 mg/mL	
		Enterococcus faecalis	4 mg/mL	
		Staphylococcus aureus	0.5 mg/mL	
Pimenta dioica/ Pimienta de Tabasco		Staphylococcus epidermidis	1 mg/mL	88
Psiadia terebinthina / A.J. Scott	Dolor de músculos, infecciones de la piel	Acinetobacter	16 mg/mL	89
		Klebsiella pneumoniae	4 mg/mL	
		Proteus vulgaris	8 mg/mL	

		Enterococcus faecalis	8 mg/mL	
		Staphylococcus aureus	0.5 mg/mL	
		Staphylococcus epidermidis	0.25 mg/mL	
Ocimum basilicum/ Albahaca	Eliminar verrugas		5.0 mg/mL	90
Rosmarinus officinalis/ Romero	Tratar la pérdida de cabello, caspa e inflamación	Clostridium perfringens	10 mg/mL	91

Se han propuesto numerosos modos de acción que buscan explicar la actividad antibacteriana de AE como los de la tabla anterior. En general, incluyen la inhibición secuencial de una vía bioquímica común, la inhibición de enzimas protectoras y el uso de agentes activos de la pared celular para mejorar la absorción de otros antimicrobianos.

Esto debido a que la hidrofobicidad de los compuestos fenólicos en los AE, les permite dividirse con los lípidos presentes en la membrana celular de las bacterias y las mitocondrias, haciéndolas más permeables y propensas a alterar sus estructuras celulares. Lo cual, lleva a procesos como alteración de la fuerza motriz del protón, degradación de la pared celular bacteriana, modificación de proteínas de la membrana citoplasmática, alteración de la permeabilidad de la membrana, inactivación de enzimas extracelulares, reducción del ATP intracelular, fuga de contenidos celulares, coagulación del citoplasma e interrupción del flujo de electrones y el transporte activo, induciendo la muerte celular en bacterias [73,76]. Por lo que una forma de mejorar la acción de distintos AE, es mediante un pH bajo, temperatura baja y niveles bajos de oxígeno, según se ha observado en la preservación de alimentos [75].

El segundo enfoque en el estudio de inhibición microbiológica de los AE, es menos estudiado debido a su complejidad, ya que está basado en la actividad de los componentes volátiles de los aceites en el aire. Por lo que la efectividad no puede ser medida en la MIC estándar si no con la medición de una zona de inhibición, ver Tabla 8 [76,77].

**Tabla 8. Inhibición microbiológica de Aceites esenciales volatilizados [76,77].**

Organismo	Nula	Despreciable	Baja	Media	Alta	Más Alta
<i>Staphylococcus epidermis</i>	Clavo/E. caryophyllata Naranja/C. sinesis Ylang Ylang / C.odorata Hinojo/F.vulgare		Cedro/ J. virginiana Gaulteria/ G. fragrantissima Lavanda/L. angustifolia Limón/C. limon Frankicense/ Boswellia Casia/C. cassia Pimienta/M. piperita Canela/C. zeylanicum	Oregano/O. vulgare Abeto blanco/ A. alba Arbovitae/ T. plicata Árbol de té/ M. alternifolia Hierba de limón/ C. flexuous Romero/ R. officinalis	Tomillo/T. vulgaris	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Clavo/E. caryophyllata Naranja/C. sinesis Ylang Ylang / C.odorata Hinojo/F.vulgare Gaulteria/ G. fragrantissima Arbovitae/ T. plicata		Lavanda/L. angustifolia Limón/C. limon Frankicense/ Boswellia Casia/C. cassia Hierba de limón/ C. flexuous Oregano/O. vulgare Abeto blanco/ A. alba Pimienta/M. piperita Canela/C. zeylanicum	Cedro/ J. virginiana Árbol de té/ M. alternifolia Romero/ R. officinalis Tomillo/T. vulgaris		
<i>Staphylococcus pyogenes</i>	Clavo/E. caryophyllata Naranja/C. sinesis Ylang Ylang / C.odorata Hinojo/F.vulgare Gaulteria/ G. fragrantissima		Limón/C. limon Arbovitae/ T. plicata	Cedro/ J. virginiana Árbol de té/ M. alternifolia Frankicense/ Boswellia Oregano/O. vulgare Pimienta/M. piperita	Lavanda/L. angustifolia Limón/C. limon Abeto blanco/ A. alba Pimienta/M. piperita Canela/C. zeylanicum	Hierba de limón/ C. flexuous Tomillo/T. vulgaris
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	Clavo/E. caryophyllata		Naranja/C. sinesis Gaulteria/ G. fragrantissima	Limón/C. limon Frankicense/ Boswellia Casia/C. cassia Canela/C. zeylanicum Hinojo/F.vulgare Arbovitae/ T. plicata Cedro/ J. virginiana	Ylang Ylang / C.odorata Árbol de té/ M. alternifolia Pimienta/M. piperita Tomillo/T. vulgaris Hierba de limón/ C. flexuous Oregano/O. vulgare	Lavanda/L. angustifolia Abeto blanco/ A. alba Romero/ R. officinalis

La Tabla 8, muestra que el potencial inhibidor para los aceites volátiles de las plantas Romero, Tomillo y Lavanda, fueron los más altos. Y para el caso del potencial mínimo, lo tuvieron las plantas Clavó e Hinojo.

Usando ambas tablas, 7 y 8, podemos sumarizar que los AE derivados de las plantas, *Origanum vulgare* y *Lavandula officinalis*, podrían ser las de mayor interés debido a su capacidad inhibitoria tanto en su forma líquida como en su forma vaporizada. Esta protección antibacterial en líquido y en vapor, podría ser pionera para varias formas cosméticas como los productos desodorantes o antitranspirantes donde se necesita una protección prolongada contra las bacterias que producen el sudor y el mal olor.

Otro campo de exploración alrededor de los AE, es el uso de mezcla de estos y el sinergismo que pueden alcanzar.

**Tabla 9. Mezclas binarias de aceites esenciales y su interacción hacia ciertos microorganismos [73].**

Combinación Par	Microorganismos	Interacción	References
O. vulgare/Rosmarinus officinalis	L. monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Aeromonas hydrophilla, P. fluorescens	Sinergismo	de Azeredo et al.
O. vulgare/T. vulgaris	P. fluorescens	Adición	
Lippia multiflora/Mentha piperita	E. coli, E. aerogenes, Enterococcus faecalis, L. monocytogenes, P. aeruginosa, Salmonella enterica, S. typhimurium, Shigella. dysenteriae, S. Aureus	Sinergismo, Adición	Bassole et al.
L. multiflora/O. basilicum			
M. piperita/O. basilicum			
S. aromaticum/R. officinalis	Staphylococcus. epidermidis, S aureus, B. subtilis, E. coli, Proteus vulgaris, P. aeruginosa	Adición	Fu et al.
	Candida albicans	Sinergismo	
	Aspergillus niger	Antagonismo	
C. zeylanicum/S. aromaticum	E. coli	Antagonismo	Goni et al.
	Y. enterocolitica, L. monocytogenes, B. Cereus	Sinergismo	
O. vulgare/O. basilicum	B. Cereus, E. Coli, P. Aeruginosa	Adición	Gutierrez et al.
O. vulgare/Melissa officinalis	B. cereus		
O. vulgare/O. majorana	B. cereus, E. coli		
O. vulgare/R. officinalis	B. cereus		
O. vulgare/T. vulgaris	Enterobacter cloacae, P. fluorescens, Listeria Innocua	Adición	Gutierrez et al.

O. vulgare/Salvia triloba	B. cereus		
O. vulgare/T. vulgaris	B. cereus,P. aeruginosa		
O. vulgare/T. vulgaris	Enterobacter cloacae,P. fluorescens,Listeria Innocua	Adición	Gutierrez et al.
T. vulgaris/O. majorana	E. cloacae		
T. vulgaris/M. officinalis	L. innocua		
Cymbopogon citratus/C. giganteus	E. coli, E. aerogenes, L. monocytogenes, S. typhimurium, S. dysenteriae, S. aureus	Sinergismo, Adición	Bassole et al.

La Tabla 9, muestra los efectos sinérgicos de distintas mezclas así como el organismo en cual tienen efecto y si generan una interacción de sinergismo, adición o antagonismo de sus actividades antibacterianas.

En estos casos, la complejidad de los mecanismos de acción cambia. Algunos autores sugieren que el uso de varios componentes actúan aumentando la permeabilidad de las membranas celulares y que, en general, la eficacia antimicrobiana de un aceite esencial no está asociada exclusivamente con un constituyente específico sino más bien con un efecto sinérgico de todos los constituyentes contenidos.

Cabe recalcar que los valores incluidos en las Tablas 7, 8 y 9, no contienen datos de Retos al conservador o Challenge Test microbiológicos de AE en cosméticos, la cual es un área de oportunidad importante que podría fortalecer el uso de estos AE.

#### Multifuncionalidad del uso de AE y notas a tomar en cuenta

Estos resultados sugieren la aplicación de los AE en productos cosméticos de distintos formatos. En especial porque son materiales que además de funcionar como conservadores, pueden brindar notas aromáticas al cosmético, así como cumplir como un activo para la piel. Tal es el caso del Romero en la Tabla 7, el cual posee un importante efecto antibacteriano y cumple con propiedades para tratar la pérdida del cabello, al mismo tiempo de que brinda una fragancia agradable. Este enfoque en el uso multifuncional de los AE, podría aprovecharse para sacar total provecho de ellos ya que son ingredientes de altos costos debido a la cantidad de material que se necesita para extraerlos.

Así mismo, diversos servicios de salud pública han reconocido los aceites esenciales como sustancias seguras usándolos a concentraciones recomendadas y diluyéndolos en aceites vehiculares para evitar aplicarlos de forma directa [78].

## Discusión de resultados

Reflexionando sobre los principales problemas y beneficios del uso de ingredientes naturales en la industria cosmética, se encontró que una de las principales soluciones, del lado de ciencia cosmética es asegurar la efectividad de ingredientes naturales a través de la validación de estudios clínicos, de estudios de eficiencia y desempeño y del entendimiento de las credenciales ecológicas y las credenciales que las HMT han brindado a estos ingredientes, así como verificar su seguridad toxicológica y en materia de regulación.

A partir de esta reflexión, se planteó realizar una recopilación de ingredientes naturales que tuvieran origen en las prácticas herbólogas de diferentes culturas. Se estableció que los ingredientes a investigar pertenecieran a aquellos grupos presentes en las fórmulas cosméticas de mayor venta en el mercado, como shampoo, lociones y cremas. Teniendo así seleccionados a los siguientes grupos: (1) tensoactivos (detergentes y emulsificantes), (2) potenciadores de fragancias, (3) activos cosméticos y (4) conservadores.

Estos ingredientes fueron investigados para explorar sus potenciales aplicaciones para la industria cosmética a través de revisar sus propiedades fisicoquímicas, actividad biológica, beneficios y su desempeño reportados en la literatura. Así como la factibilidad de ser aplicados de acuerdo a su regulación y citotoxicidad, y en algunos casos, su disponibilidad comercial y de propiedad intelectual. Con la información recabada, se elaboró un compendio que permitirá sostener el uso de ingredientes naturales/derivados naturales para su aplicación en la cosmética.

Teniendo como propósito darle un contexto histórico, étnico y cultural a los ingredientes seleccionados, se investigaron los tradicionales por diferentes culturas y en ciertos casos, algunas particularidades del crecimiento y la organografía de estos materiales. En la mayoría de los casos, incluso se logró justificar, mediante los elementos mencionados anteriormente, el uso que se le daba en diferentes HMT. sostener el uso tradicional de estos materiales, en la industria cosmética, con bases científicas.

Entre los materiales de este compendio, se encontraron propuestas con un valioso potencial de ser usadas en aplicaciones cosméticas ya que sus estudios de desempeño cumplían con los parámetros aceptables para su tipo de función principal; tensoactivos, activos cosméticos, potenciadores de fragancia y conservadores.

Además de que los estudios toxicológicos y la regulación internacional asociada, indican que son seguros para su aplicación, muchos de estos ya han sido patentados para su uso en diversos formatos cosméticos.

Una particularidad con varios de estos ingredientes es que no sólo cumplían con los atributos para su función principal, sino que además se encontró evidencia de su multifuncionalidad. Por ejemplo, en la sección de conservadores, se tienen casos de aceites esenciales que podían fungir como conservadores pero también daban un beneficio extra a la piel, lo mismo para varios tensioactivos que además de cumplir con propiedades fisicoquímicas de superficie, poseían la capacidad de mejorar el aspecto de la piel con acné u otras condiciones de la piel. Esto aunado a que podían fungir como fragancias para una formulación gracias a su agradable aroma. Inclusive, en varios de estos casos, se encontraron sinergias en la capacidad conservadora de aceites esenciales. Observaciones similares se encontraron para el caso de algunos tensioactivos, que además de fungir como detergentes, tenían reportado potencial como agentes antiacné. Finalmente, en el caso de los potenciadores de fragancia, algunos de estos polímeros también son actualmente utilizados como modificadores reológicos. Además de la evidencia de multifuncionalidad de estos ingredientes y su sinergia, se tendría que explorar en qué condiciones la actividad de estos ingredientes, en una formulación cosmética, se ve antagonizada, inhibida o disminuida, en presencia de otros ingredientes propios de dicha formulación.

Con la información mencionada anteriormente, se puede mostrar la perspectiva que posee este compendio, enfocada en aprovechar la biodiversidad, multifuncionalidad y potencial de los ingredientes herbales. Seguir este enfoque a la hora de formular un producto cosmético, permitirá tener fórmulas más económicas y minimalistas.

Al mismo tiempo, dicho compendio ofrece una herramienta actualizada para consultar diversas tecnologías y guiar su potencial uso en formulaciones de productos cosméticos, siendo así un apoyo para que químicos formuladores puedan comenzar a integrar con mayor seguridad ingredientes naturales a sus cosméticos y ofrecer opciones más limpias, seguras y técnicamente fundamentadas para sus consumidores interesados en este nicho, así como reclutar a otros consumidores mediante propuestas sólidas y coherentes que se alineen a resolver los principales problemas que pueden traer consigo el uso de materiales naturales en los cosméticos. Preservando al mismo tiempo el valor de las tradiciones y del conocimiento de ancestros y/o grupos étnicos de diferentes culturas.

Un posible siguiente paso para este trabajo, sería el de incluir información de estudios de estabilidad, compatibilidad entre ingredientes naturales dentro de una forma cosmética, y materiales de acondicionamiento amigables con el medio ambiente. Esto permitiría conocer si los tiempos de vida de anaquel o caducidad, se ven modificados y qué implicaciones conllevan.

Otros siguientes pasos serían investigar la factibilidad comercial al calcular índices de costo de fórmulas cosméticas con estos ingredientes y comenzar a preguntarnos cuestiones como; qué otros retos existen aún para incorporar ingredientes naturales en la cosmética.

Definitivamente el recopilar, investigar y demandar más investigación técnica sobre estos materiales, como la que se encuentra en el trabajo, son acciones que a los químicos desarrolladores los llevará cada vez más cerca de aplicar las tecnologías naturales disponibles y buscar futuras que cumplan holísticamente con lo que los consumidores esperan de desempeño, seguridad toxicológica y calidad.

Recursos como este, que sean constantemente actualizados y expandidos, aunados a un interés de la industria por mejorar sus procesos de obtención de materias primas haciéndolos más sustentables, mejorando el contacto y la educación hacia el consumidor, así como una constante actualización en la regulación de dichos materiales, permitirá que opciones más seguras, sustentables, minimalistas, económicas y efectivas, puedan ofrecerse en el mercado a los consumidores.

## Conclusiones

Se reflexionó sobre los principales beneficios y problemas del uso de ingredientes naturales en la industria cosmética, así como las posibles soluciones a estos últimos, donde dentro de ellos destaca el papel principal de la ciencia cosmética por validar la efectividad y seguridad de ingredientes naturales.

Basado en esto, a través de una recopilación bibliográfica, se analizaron ingredientes naturales, usados en la tradición herbóloga de diferentes culturas y que poseen potenciales aplicaciones para la industria cosmética, donde se investigaron sus propiedades fisicoquímicas, actividad biológica, beneficios, estudios clínicos y recursos regulatorios reportados en la literatura. La información fue comparada con la de materiales sintéticos usados en la actualidad.

Esta recopilación fue clasificada según las principales funciones de los ingredientes encontrados en las formas cosméticas más relevantes del mercado como el shampoo, lociones y cremas.

Para cada caso, se revisaron los usos tradicionales por diferentes culturas para entender mejor el contexto histórico, étnico y cultural de los ingredientes seleccionados.

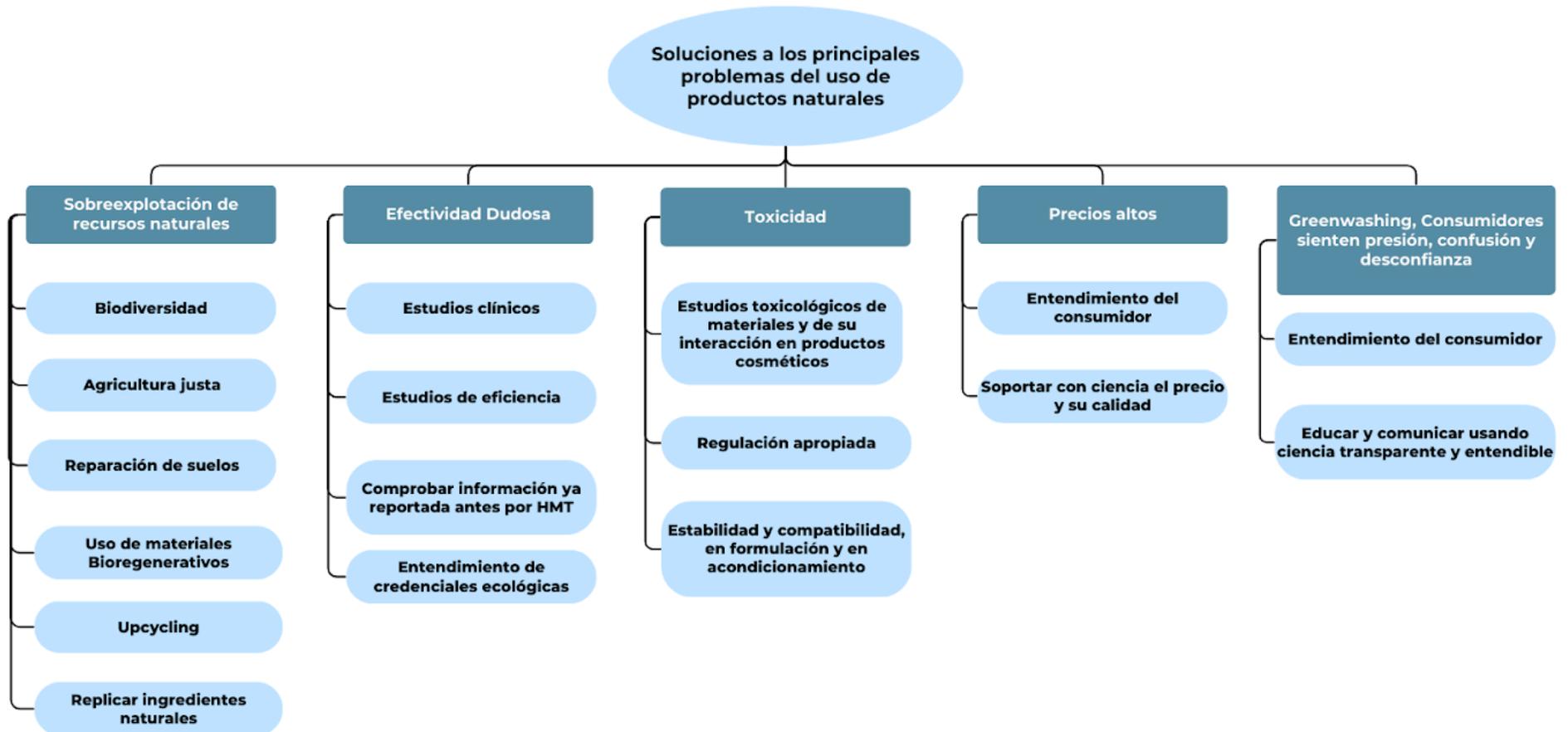
Este análisis ofrece una herramienta actualizada para que químicos formuladores de la industria cosmética puedan consultar diversas tecnologías y su integración en productos cosméticos desde una perspectiva fisicoquímica, sanitaria, ambiental y económica. Además ofrece una visión enfocada en aprovechar la biodiversidad, tradición cultural, multifuncionalidad y potencial de los ingredientes herbales.

Este tipo de análisis, así como esfuerzos de la industria permitirá que los consumidores tengan en el mercado opciones, de productos con ingredientes naturales, más seguras, sustentables, minimalistas, económicas y efectivas.

Posibles siguientes pasos a este trabajo incluirían revisar estudios de estabilidad y compatibilidad entre distintos ingredientes de la fórmula de una forma cosmética y diferentes materiales de acondicionamiento amigables con el ambiente.

## Apéndice

Figura 1. Diagrama conceptual de la soluciones a los principales problemas del uso de productos naturales. Donde las soluciones que se tratarán en este trabajo son: Estudios de eficiencia, sostener información reportada por las HMT, regulación apropiada, y estudios clínicos y toxicológicos. Ver Anexo 1. [Autoría propia, basado en 17,19,20,21,22]



## Referencias

1. Tapsell, L. C., Hemphill, I., Cobiac, L., Sullivan, D. R., Fenech, M., Patch, C. S., Roodenrys, S., Keogh, J. B., Clifton, P. M., Williams, P. G., Fazio, V. A., & Inge, K. E. (2006). Health benefits of herbs and spices: The past, the present, the future. *Medical Journal of Australia*, 185(S4). <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2006.tb00548.x>
2. Huffman, M. A. (2003). Animal self-medication and ethno-medicine: Exploration and exploitation of the medicinal properties of plants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 371–381. <https://doi.org/10.1079/pns2003257>
3. Rodríguez-Hernández, A.A.; Flores-Soria, F.G.; Patiño-Rodríguez, O.; Escobedo-Moratilla, A. Sanitary Registries and Popular Medicinal Plants Used in Medicines and Herbal Remedies in Mexico (2001–2020): A Review and Potential Perspectives. *Horticulturae* 2022, 8, 377. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050377>
4. LLa Wall, C. H. *Four Thousand Years of Pharmacy: An Outline History of Pharmacy*; Garden City Publishing Co., 1936; Vol. 1.
5. Islamic Culture and the Medical Arts: Pharmaceutics and Alchemy. [https://www.nlm.nih.gov/exhibition/islamic\\_medical/islamic\\_11.html](https://www.nlm.nih.gov/exhibition/islamic_medical/islamic_11.html)(acceso 2023-09-17).
6. Hari Sharma, H.M. Chandola, Chapter 18 - Ayurvedic Approach to Food and Dietary Supplements for the Brain and Neurologic Health. Editor(s): Ronald Ross Watson, Victor R. Preedy, *Bioactive Nutraceuticals and Dietary Supplements in Neurological and Brain Disease*, Academic Press, 2015, Pages 173-177, ISBN 9780124114623, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411462-3.00018-7>.
7. Singh, V. K. Total Wellness through Traditional: Ayurveda in Cosmetics, Part I. *Cosmetic and Toiletries* (2013) <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/formulas-products/skin-care/article/21836482/total-wellness-through-traditional-ayurveda-in-cosmetics-part-i> (acceso 2023-09-17).
8. D.B. Anantha Narayana, Sharanbasappa Durg, Ayurveda: (W)here is the evidence, *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. Volume 12, Issue 2, 2021, Pages 408-411. ISSN 0975-9476, <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2020.07.001>.
9. Patkar KB. Herbal cosmetics in ancient India. *Indian J Plast Surg*. 2008 Oct;41(Suppl):S134-7. PMID: 20174537; PMCID: PMC2825132. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2825132/>
10. Mildred S. Yang, Chapter 67 - Regulatory Aspects of Nutraceuticals: Chinese Perspective, Editor(s): Ramesh C. Gupta, *Nutraceuticals*, Academic Press,

- 2016, Pages 947-957, ISBN 9780128021477, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802147-7.00067-X>.
11. F Li et al, Tai ping yu lan, Taiping Imperial Encyclopedia (circa AD 982–983), Hebei Education Publishing House, Shijiazhuang (1994).
  12. AtChina. Prescriptions for Fifty-Two Diseases (Wu Shi Er Bing Fang). <https://news.at0086.com/Chinese-Medicine/Wu-Shi-Er-Bing-Fang-Prescriptions-for-Fifty-two-D.html> (acceso 2023-01-19).
  13. Li, H. Traditional Chinese Medicine in Cosmetics. Cosmetic and Toiletries. (2013) <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/research/literature-data/article/21836138/traditional-chinese-medicine-in-cosmetics> (acceso 2023-09-27).
  14. S.Y. Mills, Chapter 37 - Chinese herbs in the West, Editor(s): William Charles Evans, Daphne Evans, Trease and Evans' Pharmacognosy (Sixteenth Edition), W.B. Saunders, 2009, Pages 504-510, ISBN 9780702029332, <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2933-2.00037-X>.
  15. McMullen, R.L.; Dell'Acqua, G. History of Natural Ingredients in Cosmetics. *Cosmetics* 2023, 10, 71. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10030071>.
  16. Doménech-Carbó, M.T. et. al. Characterization of prehispanic cosmetics found in a burial of the ancient city of Teotihuacan (Mexico). *Journal of Archaeological Science*, Volume 39, Issue 4, 2012, Pages 1043-1062, ISSN 0305-4403, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.001>.
  17. Bhushan Patwardhan, et. al. Evidence-based traditional medicine for transforming global health and well-being, *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. Volume 14, Issue 4, 2023, 100790, ISSN 0975-9476, <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2023.100790>.
  18. Complementary, Alternative, or Integrative Health: What's in a Name? <https://www.nccih.nih.gov/health/complementary-alternative-or-integrative-health-whats-in-a-name> (acceso 2023-09-21).
  19. -Intel.Cope, R. Supernatural. (2020) [https://clients.mintel.com/content/insight/supernatural?fromSearch=%3Ffilters.product-development%3D2%26filters.special-topics%3D1%26last\\_filter%3Dproduct-development%26resultPosition%3D5](https://clients.mintel.com/content/insight/supernatural?fromSearch=%3Ffilters.product-development%3D2%26filters.special-topics%3D1%26last_filter%3Dproduct-development%26resultPosition%3D5) (acceso 2023-07-14).
  20. Intel. Westcott L. Science Vs Nature at Big Conversation Europe (2020). [https://clients.mintel.com/content/insight/science-vs-nature-at-big-conversation-europe?fromSearch=%3Ffilters.product-development%3D2%26filters.special-topics%3D1%26last\\_filter%3Dproduct-development%26resultPosition%3D6](https://clients.mintel.com/content/insight/science-vs-nature-at-big-conversation-europe?fromSearch=%3Ffilters.product-development%3D2%26filters.special-topics%3D1%26last_filter%3Dproduct-development%26resultPosition%3D6) (acceso 2023-07-14).
  21. Talalay P, Talalay P. The importance of using scientific principles in the development of medicinal agents from plants. *Acad Med*. 2001 Mar;76(3):238-47. doi: 10.1097/00001888-200103000-00010. PMID: 11242573.
  22. Memory Elvin-Lewis, Should we be concerned about herbal remedies, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 75, Issues 2–3, 2001, Pages 141-164, ISSN 0378-8741, [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00394-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00394-9).

23. Zhang, J.P. et. al. *Gleditsia* species: An ethnomedical, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 178, 2016, Pages 155-171, ISSN 0378-8741, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.044>.
24. Hagar, A. et. al. (2022) Genus *Gleditsia*: A Phytochemical and Biological Review (2015-2020), *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 12:1, 1-23, DOI: 10.1080/22311866.2021.2013943
25. Zheng-Wu Wang , Min-Yan Gu & Gan-Zuo Li (2005) Surface Properties of *Gleditsia* Saponin and Synergisms of Its Binary System, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 26:3, 341-347, DOI: 10.1081/DIS-200049604.
26. Zhang, Z. et. al. Triterpenoidal saponins from *Gleditsia sinensis*. *Phytochemistry*. Volume 52, Issue 4, 1999. Pages 715-722. ISSN 0031-9422, [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(99\)00238-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00238-1).
27. Hong Kong Legislation 2023. <https://www.elegislation.gov.hk/checkconfig/checkClientConfig.jsp?applicationId=RA001> (acceso 2023-09-21).
28. Jingu Health-Care Products Co Zhuhai Special Economic Zone. Chinese honey locust shampoo, June 6, 1996. CN1167818A. <https://patents.google.com/patent/CN1167818A/en>
29. Sochacki M, Vogt O. Triterpenoid Saponins from Washnut (*Sapindus mukorossi* Gaertn.)-A Source of Natural Surfactants and Other Active Components. *Plants* (Basel). 2022 Sep 9;11(18):2355. doi: [10.3390/plants11182355](https://doi.org/10.3390/plants11182355). PMID: 36145756; PMCID: PMC9502486
30. Rai, S.; Acharya-Siwakoti, E.; Kafle, A.; Devkota, H.P.; Bhattarai, A. Plant-Derived Saponins: A Review of Their Surfactant Properties and Applications. *Sci* 2021, 3, 44. <https://doi.org/10.3390/sci3040044>.
31. Madariaga-Mazón, Abraham, Hernández-Alvarado, Ricardo Bruno, Noriega-Colima, Karla Olivia, Osnaya-Hernández, Adriana and Martínez-Mayorga, Karina. "Toxicity of secondary metabolites" *Physical Sciences Reviews*, vol. 4, no. 12, 2019, pp. 20180116. <https://doi.org/10.1515/psr-2018-0116>.
32. Bermúdez-Bazán M, Castillo-Herrera GA, Urias-Silvas JE, Escobedo-Reyes A, Estarrón-Espinosa M. Hunting Bioactive Molecules from the Agave Genus: An Update on Extraction and Biological Potential. *Molecules*. 2021 Nov 10;26(22):6789. doi:[10.3390/molecules26226789](https://doi.org/10.3390/molecules26226789). PMID: 34833879; PMCID: PMC8618589.
33. Costa, L.T.S.d.; Fracasso, J.A.R.; Guarnier, L.P.; Brito, G.R.d.; Fumis, D.B.; Camargo Bittencourt, R.A.d.; Guiotti, A.M.; Barros Barbosa, D.d.; Camargo, I.C.C.; Souza, E.B.d.; et al. Toxicity and Anti-Inflammatory Effects of Agave sisalana Extract Derived from Agroindustrial Residue. *Plants* 2023, 12, 1523. <https://doi.org/10.3390/plants12071523>.
34. Ichimaru Pharcos Co Ltd. Skin preparation containing extract of agave americana L. or agave sisalana perr. a. rigida mill. for external use. Agosto 8, 1997. JPH1149687A. <https://patents.google.com/patent/JPH1149687A/en>.

35. Daher CC, Barreto SMAG, de Brito Damasceno GA, de Santana Oliveira A, Leite PIP, Reginaldo FPS, Escudeiro CC, Ostrosky EA, Giordani RB, Ferrari M. Use of sisal industrial waste (*Agave sisalana* Perrine) in sustainable and multifunctional cosmetic products. *Int J Cosmet Sci.* 2023 Dec;45(6):815-833. doi: [10.1111/ics.12890](https://doi.org/10.1111/ics.12890). Epub 2023 Nov 5. PMID: 37565318.
36. Ribeiro, B. et. al. Functional properties of saponins from sisal (*Agave sisalana*) and juá (*Ziziphus joazeiro*): Critical micellar concentration, antioxidant and antimicrobial activities. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 436, 2013. Pages 736-743, ISSN 0927-7757, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.08.007>.
37. Cheeke PR, Piacente S, Oleszek W. Anti-inflammatory and anti-arthritic effects of *Yucca schidigera*: a review. *J Inflamm (Lond)*. 2006 Mar 29;3:6. doi: [10.1186/1476-9255-3-6](https://doi.org/10.1186/1476-9255-3-6). PMID: 16571135; PMCID: PMC1440857.
38. San Diego Wildlife Alliance. 2023. <https://animals.sandiegozoo.org/plants/yucca> (acceso 2023-10-20).
39. Arizon Daily Star. Yucca Soap Tree. 2023. [https://tucson.com/lifestyles/home-and-garden/plant-of-the-month-soaptree-yucca/article\\_076b1a2e-4733-11ec-8912-071d70ea78df.html](https://tucson.com/lifestyles/home-and-garden/plant-of-the-month-soaptree-yucca/article_076b1a2e-4733-11ec-8912-071d70ea78df.html) (acceso 2023-10-20).
40. FDA. Code of Federal Regulations Title 21. (2023) <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=172.510> (acceso 2023-10-20).
41. Ralla, T., Salminen, H., Tuosto, J. and Weiss, J. (2018), Formation and stability of emulsions stabilised by *Yucca* saponin extract. *Int J Food Sci Technol*, 53: 1381-1388. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13715>
42. Delporte, C., Rodríguez-Díaz, M., Cassels, B.K. (2021). Quillaja saponaria Molina. In: Máthé, Á., Bandoni, A. (eds) *Medicinal and Aromatic Plants of South America Vol. 2. Medicinal and Aromatic Plants of the World*, vol 7. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62818-5\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62818-5_36).
43. Fleck JD, Betti AH, da Silva FP, Troian EA, Olivaro C, Ferreira F, Verza SG. Saponins from Quillaja saponaria and Quillaja brasiliensis: Particular Chemical Characteristics and Biological Activities. *Molecules*. 2019 Jan 4;24(1):171. doi: [10.3390/molecules24010171](https://doi.org/10.3390/molecules24010171). PMID: 30621160; PMCID: PMC6337100.
44. Schreiner, T B. et. al. Saponins as Natural Emulsifiers for Nanoemulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2022 70 (22), 6573-6590. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07893>.
45. Wieslaw, O. et. al. Saponin-Based Surfactants. pp. 239-249. ISBN 9780470760413. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470686607.ch12>
46. Somboonwong J, Kankaisre M, Tantisira B, Tantisira MH. Wound healing activities of different extracts of *Centella asiatica* in incision and burn wound models: an experimental animal study. *BMC Complement Altern Med*. 2012 Jul 20;12:103. doi: [10.1186/1472-6882-12-103](https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-103). PMID: 22817824; PMCID: PMC3492213.

47. Sharma, R.; Martins, N. Telomeres, DNA Damage and Ageing: Potential Leads from Ayurvedic Rasayana (Anti-Ageing) Drugs. *J. Clin. Med.* 2020, 9, 2544. <https://doi.org/10.3390/jcm9082544>
48. Centellae asiaticae herba - herbal medicinal product | European Medicines Agency. Final assessment report on Centellae asiaticae herba - herbal medicinal product. (2012). <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/herbal/centellae-asiaticae-herba> (acceso 2023-10-27).
49. Sonali Syal, Vinay Pandit, M. S Ashawat. Traditional Herbs to treat Acne Vulgaris. *Asian J. Pharm. Res.* 2020; 10(3):195-201. doi: <https://doi.org/10.5958/2231-5691.2020.00034.9>
50. Gopinath H, Karthikeyan K. Neem in Dermatology: Shedding Light on the Traditional Panacea. *Indian J Dermatol.* 2021 Nov-Dec;66(6):706. doi: [10.4103/ijd.ijd\\_562\\_21](https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_562_21). PMID: 35283494; PMCID: PMC8906293.
51. Rahmatullah M, Jahan R, Azam FM, Hossan S, Mollik MA, Rahman T. Folk medicinal uses of Verbenaceae family plants in Bangladesh. *Afr J Tradit Complement Altern Med.* 2011;8(5 Suppl):53-65. doi: [10.4314/ajtcam.v8i5S.15](https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i5S.15) Epub 2011 Jul 3. PMID: 22754058; PMCID: PMC3252728.
52. Lara-Issasi, G.; et al. Antimicrobial, Antioxidant Activities, and HPLC Determination of the Major Components of Verbena carolina (Verbenaceae). *Molecules* 2019, 24, 1970. <https://doi.org/10.3390/molecules24101970>
53. Amegbor, K.; et. al. Preliminary Evaluation of the Wound Healing Effect of Doniana Sweet (Verbenaceae) in Mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 2012, 9 (4). DOI:<https://doi.org/10.4314/ajtcam.v9i4.16>
54. Akbar, S. (2020). *Verbena officinalis L. (Verbenaceae)*. In: Handbook of 200 Medicinal Plants. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0\\_192](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0_192)
55. Kulkarni Y, Veeranjanyulu A. Toxicological studies on aqueous extract of Gmelina arborea in rodents. *Pharm Biol.* 2010 Dec;48(12):1413-20. doi: [10.3109/13880209.2010.489228](https://doi.org/10.3109/13880209.2010.489228). Epub 2010 Aug 26. PMID: 20738213.
56. Nandhini, J., et.al. Amla (Emblica officinalis Gaertn.) the Indian Indigenous Berry in Skin Care. In: Watson, R., Zibadi, S. (eds) *Bioactive Dietary Factors and Plant Extracts in Dermatology. Nutrition and Health*. 2013. Humana Press, Totowa, NJ. [https://doi.org/10.1007/978-1-62703-167-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-62703-167-7_12)
57. Kumar, S., et. al. Recent Trends in Potential Traditional Indian Herbs Emblica officinalis and Its Medicinal Importance. *J Pharmacogn Phytochem* 2012 1 (1). ISSN 2278- 4136.
58. Pandey Govind et al. Phytochemical And Toxicity Study Of Emblica Officinalis (AMLA). *IRJP* 2 (3) 2011 270-272. ISSN 2230 – 8407.
59. Emer, J. et. al. Botanicals and Anti-Inflammatories: Natural Ingredients for Rosacea. *Semin Cutan Med Surg.* 2011. 30:148-155. doi:[10.1016/j.sder.2011.05.007](https://doi.org/10.1016/j.sder.2011.05.007).

60. Fisk, W. A., et al. Phytochemical and Botanical Therapies for Rosacea: A Systematic Review. *Phytother. Res.*, 2015. 29: 1439–1451. doi: [10.1002/ptr.5432](https://doi.org/10.1002/ptr.5432).
61. Bhandari Bisht, Shradha & Sisodia, Siddhraj. *Coffea arabica*: A wonder gift to medical science. *Journal of Natural Pharmaceuticals*. 2010. 1 (1). doi: [10.4103/2229-5119.73595](https://doi.org/10.4103/2229-5119.73595).
62. Patay, E., B., et al. Phytochemical overview and medicinal importance of *Coffea* species from the past until now, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, Volume 9, Issue 12, 2016, Pages 1127-1135, ISSN 1995-7645, <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.008>
63. Chiocchio, I., et al. Screening of a hundred plant extracts as tyrosinase and elastase inhibitors, two enzymatic targets of cosmetic interest, *Industrial Crops and Products*, Volume 122, 2018, Pages 498-505, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.029>
64. Bozorgi, M., et al. Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, *Phytochemistry, and Pharmacology. Sci. World J.* 2013. 2356-6140. doi: <https://doi.org/10.1155/2013/219815>.
65. Wei, M. et al. Polymer carriers for controlled fragrance release. *Mater. Res. Express*. 2020. 7 082001. doi: 10.1088/2053-1591/aba90d.
66. Sousa, S., et al. Cork - a natural material for linalool controlled release. *Flavour and Fragrance Journal*. 2017. 32 (6), (427–432), Wiley. ISSN: 0882-5734.
67. LinShu, L., et al. (2005) Pectin Gel Vehicles for Controlled Fragrance Delivery, *Drug Delivery*, 12:3, 149-157, DOI: [10.1080/10717540590929966](https://doi.org/10.1080/10717540590929966).
68. Sharmeen, J.B., et al. Essential Oils as Natural Sources of Fragrance Compounds for Cosmetics and Cosmeceuticals. *Molecules*. 2021 Jan 27;26(3):666. doi: 10.3390/molecules26030666.
69. O'Lenick, A., et al. Comparatively Speaking: Natural vs. Synthetic Fragrance. *Cosmetic and Toiletries*. (2011) <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/cosmetic-ingredients/sensory/article/21834851/comparatively-speaking-natural-vs-synthetic-fragrance> (acceso 2023-10-21).
70. Saura-Sanmartin, A.; Andreu-Ardil, L. Recent Advances in the Preparation of Delivery Systems for the Controlled Release of Scents. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 4685. <https://doi.org/10.3390/ijms24054685>
71. Preservatives. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. European Commission (2016). [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetics/cosmetic-products-specific-topics/preservatives\\_en#:~:text=A%20preservative%20is%20a%20natural,challenges%20to%20the%20cosmetics%20sector](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetics/cosmetic-products-specific-topics/preservatives_en#:~:text=A%20preservative%20is%20a%20natural,challenges%20to%20the%20cosmetics%20sector). (acceso 2023-10-23).
72. Halla, N., et al. Cosmetics Preservation: A Review on Present Strategies. *Molecules*. 2018 Jun 28;23(7):1571. doi: [10.3390/molecules23071571](https://doi.org/10.3390/molecules23071571)

73. Bassolé, I.H.N.; Juliani, H.R. Essential Oils in Combination and Their Antimicrobial Properties. *Molecules* 2012, 17, 3989-4006. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules17043989>
74. Chouhan S, Sharma K, Guleria S. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. *Medicines (Basel)*. 2017 Aug 8;4(3):58. doi: [10.3390/medicines4030058](https://doi.org/10.3390/medicines4030058)
75. Burt, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, Volume 94, Issue 3, 2004, Pages 223-253, ISSN 0168-1605, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.
76. Abers, M., Schroeder, S., Goelz, L. *et al.* Antimicrobial activity of the volatile substances from essential oils. *BMC Complement Med Ther*. 2021. 21, 124. doi: <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03285-3>.
77. Stefanakis, M., *et al.* Antibacterial activity of essential oils from plants of the genus *Origanum*, *Food Control*, Volume 34, Issue 2, 2013, Pages 539-546, ISSN 0956-7135, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.05.024>.
78. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int J Food Microbiol*. 2004 Aug 1;94(3):223-53. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
79. Shah G, Shri R, Panchal V, Sharma N, Singh B, Mann AS. Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). *J Adv Pharm Technol Res*. 2011 Jan;2(1):3-8. doi: [10.4103/2231-4040.79796](https://doi.org/10.4103/2231-4040.79796).
80. Nikolić, M., *et al.* Chemical composition, antimicrobial, and cytotoxic properties of five Lamiaceae essential oils, *Industrial Crops and Products*, Volume 61, 2014, Pages 225-232, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.011>
81. Bezić, N., *et al.* Essential oil composition and internal transcribed spacer (ITS) sequence variability of four South-Croatian *Satureja* species (Lamiaceae). *Molecules*. 2009 Feb 27;14(3):925-38. doi: [10.3390/molecules14030925](https://doi.org/10.3390/molecules14030925).
82. Soltani, S., *et al.* A Review of the Phytochemistry and Antimicrobial Properties of *Origanum vulgare* L. and Subspecies. *Iran J Pharm Res*. 2021 Spring;20(2):268-285. doi: [10.22037/ijpr.2020.113874.14539](https://doi.org/10.22037/ijpr.2020.113874.14539).
83. Batiha, G.E., *et al.* A review of the bioactive components and pharmacological properties of *Lavandula* species. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol*. 2023 May;396(5):877-900. doi: [10.1007/s00210-023-02392-x](https://doi.org/10.1007/s00210-023-02392-x).
84. Ranasinghe, P., *et al.* Medicinal properties of 'true' cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. *BMC Complement Altern Med*. 2013 Oct 22;13:275. doi: [10.1186/1472-6882-13-275](https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-275).
85. Mahadeo, K., *et al.* The genus *Psiadia*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol*. 2018 Jan 10;210:48-68. doi: [10.1016/j.jep.2017.08.023](https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.023).

86. Singh, T., et. al. A literature review on bioactive properties of betel leaf (*Piper betel* L.) and its applications in food industry, *Food Chemistry Advances*, Volume 3, 2023, 100536, ISSN 2772-753X, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100536> .
87. Zhang L, Lokeshwar BL. Medicinal properties of the Jamaican pepper plant *Pimenta dioica* and Allspice. *Curr Drug Targets*. 2012 Dec;13(14):1900-6. doi: [10.2174/138945012804545641](https://doi.org/10.2174/138945012804545641).
88. Mahadeo, K., et. al. The genus *Psiadia*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 210, 2018, Pages 48-68, ISSN 0378-8741, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.023>.
89. Joshi RK. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) from Western Ghats of North West Karnataka, India. *Anc Sci Life*. 2014 Jan;33(3):151-6. doi: [10.4103/0257-7941.144618](https://doi.org/10.4103/0257-7941.144618).
90. Andrade JM, *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Future Sci OA*. 2018 Feb 1;4(4):FSO283. doi: [10.4155/fsoa-2017-0124](https://doi.org/10.4155/fsoa-2017-0124).
91. Bina, F., y Rahimi, R.. Sweet Marjoram: A Review of Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Biological Activities. *J Evid Based Complementary Altern Med*. 2017 Jan;22(1):175-185. doi: [10.1177/2156587216650793](https://doi.org/10.1177/2156587216650793).