



VISIÓN CRÍTICA DEL USO DE CÉLULAS MADRE VEGETALES EN FORMULACIONES COSMÉTICAS

Karen Lorena Barrios Forero

**Universidad El Bosque
Facultad de Ciencias - Programa de Química Farmacéutica
Bogotá DC. – Octubre de 2023**

VISIÓN CRÍTICA DEL USO DE CÉLULAS MADRE VEGETALES EN FORMULACIONES COSMÉTICAS

Karen Lorena Barrios Forero

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de:

Químico Farmacéutico

Monografía

Angie Tatiana Robayo Medina

Revisión bibliográfica descriptiva

**Universidad El Bosque
Facultad de Ciencias - Programa de Química Farmacéutica
Bogotá DC. – Octubre 2023**

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional, así como por otorgarme la paciencia y sabiduría necesarias en cada etapa de este camino. Quiero reconocer el apoyo incondicional de mis padres, quienes me brindaron el aliento necesario para llevar a cabo este proyecto. También quiero agradecer a mi tutora, Angie Tatiana Robayo Medina, por proporcionarme las directrices fundamentales para la presentación de mi trabajo de grado.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 9 |
| 2. Problema de investigación | 10 |
| 3. Pregunta de Investigación..... | 11 |
| 4. Justificación | 12 |
| 5. Objetivos..... | 13 |
| 5.1 <i>Objetivo general</i> | 13 |
| 5.2 <i>Objetivos específicos</i> | 13 |
| 6. Marco Teórico..... | 14 |
| 6.1 <i>Generalidades de la piel</i> | 14 |
| 6.2 <i>Células madre vegetales</i> | 15 |
| 6.3 <i>Productos cosméticos</i> | 16 |
| 7. Diseño metodológico..... | 17 |
| 7.1 <i>Tipo de estudio</i> | 17 |
| 7.2 <i>Criterios de inclusión</i> | 17 |
| 7.3 <i>Criterios de exclusión</i> | 17 |
| 7.4 <i>Metodología de búsqueda de la literatura</i> | 18 |
| 7.5 <i>Selección de la literatura</i> | 19 |
| 7.6 <i>Recolección de la información</i> | 19 |
| 8. Resultados..... | 20 |
| 8.1 <i>Resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica</i> | 20 |
| 8.2 <i>Extractos de células madre vegetales como fuente de ingredientes activos cosméticos</i> | 21 |
| 8.3 <i>Pertinencia del uso de las células madre vegetales</i> | 22 |
| 8.4 <i>Productos cosméticos con células madre vegetales</i> | 30 |
| 8.5 <i>Futuro y tendencias</i> | 30 |
| 8.6 <i>Regulación de productos cosméticos en Colombia</i> | 32 |
| 9. Discusión de Resultados..... | 34 |
| 9.1 <i>Extractos de células madre vegetales como fuente de ingredientes activos cosméticos</i> | 34 |
| 9.2 <i>Pertinencia del uso las células madre vegetales</i> | 34 |
| 9.3 <i>Productos Cosméticos con Células Madre Vegetales</i> | 35 |
| 9.4 <i>Futuro y Tendencias</i> | 36 |
| 9.5 <i>Regulación de productos cosméticos en Colombia</i> | 36 |
| 10. Conclusiones y recomendaciones | 39 |
| 11. Referencias bibliográficas | 40 |

Listado de tablas

| | | Pág. |
|---------|--|-------------|
| Tabla 1 | Estrategias de búsqueda de la información. | 19 |
| Tabla 2 | Extractos de cultivos de células madre vegetales y sus principales efectos sobre la piel. | 21 |
| Tabla 3 | Principales componentes derivados de células madre vegetales que se emplean en productos cosméticos. | 28 |
| Tabla 4 | Comparativo de la regulación de productos cosméticos en Colombia, en la FDA y en la EMA. | 37 |

Listado de figuras

| | | Pág. |
|----------|--|-------------|
| Figura 1 | Sección transversal de la piel | 8 |
| Figura 2 | Diagrama de flujo PRISMA para la búsqueda sistemática de la investigación | 20 |
| Figura 3 | Imágenes de las líneas de expresión que muestran una comparación del área antes (a,b) y después del tratamiento (c,d) utilizando una crema que contiene 2 % de extracto de <i>Mallus domestica</i> | 24 |
| Figura 4 | Estructura química del Resveratrol. | 28 |
| Figura 5 | Estructura química de Antocianinas. | 28 |
| Figura 6 | Estructura química de Quercetina. | 28 |
| Figura 7 | Estructura química de Betacaroteno | 29 |
| Figura 8 | Estructura química de Asiaticósido | 29 |
| Figura 9 | Estructura química de EGCG | 29 |
| Figura 9 | Estructura química de Glucorafanina | 29 |

Resumen

La industria cosmética es uno de los sectores con mayor crecimiento a nivel global debido a la constante fabricación de productos que proclaman beneficios antienvjecimiento. En este contexto, se han venido desarrollando nuevas tecnologías para el cuidado de la piel, dando lugar al uso de células madre vegetales en sus formulaciones; las cuales son responsables de muchos efectos cosméticos positivos, como extender la vida de los fibroblastos y estimular su actividad; aumentar la flexibilidad de la epidermis; reconstruir la epidermis dañada y brinda protección contra la radiación UV.

El presente trabajo pretendió realizar una revisión crítica acerca del uso de células madre vegetales en productos cosméticos y la regulación Colombiana frente a la comercialización de productos cosméticos a base de células madre. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en torno al uso de células madre vegetales en formulaciones cosméticas, con el fin de recopilar la información necesaria que apoye el foco de la investigación. Se consultaron en diferentes bases de datos como Pubmed, Embase, entidades estatales y de referencia internacional que brindan un panorama general en cuanto a la regulación de productos cosméticos. A partir de la búsqueda realizada se identificaron los efectos de los productos cosméticos a base de células madre en la piel, encontrando que presentan actividad antioxidante, antienvjecimiento y estimulan la regeneración celular, además de los componentes derivados de células madre que se emplean con mayor frecuencia en productos cosméticos. A nivel de la regulación y ética en Colombia se precisaron las pautas generales que permiten la comercialización de productos cosméticos.

En conclusión, en la industria cosmética existe una tendencia a incorporar activos derivados de células vegetales en las formulaciones cosméticas sin que esto implique el uso de organismos celulares propiamente dichos. Sin embargo, en Colombia, la regulación no aborda de manera específica este tipo de productos cosméticos, siendo regulados de manera similar a aquellos que no proclaman contener células madre en su composición.

Palabras Clave:

Células madre vegetales, Formulaciones cosméticas, Efectividad, Regulación Colombiana

Abstract

The cosmetics industry is one of the fastest growing sectors globally due to the constant manufacturing of products that claim anti-aging benefits. In this context, new technologies have been developed for skin care, leading to the use of plant stem cells in their formulations; which are responsible for many positive cosmetic effects, such as extending the life of fibroblasts and stimulating their activity; increase the flexibility of the epidermis; rebuild damaged epidermis and provides protection against UV radiation.

The present work aimed to carry out a critical review about the use of plant stem cells in cosmetic products and the Colombian regulation regarding the marketing of cosmetic products based on stem cells. To this end, a bibliographic review was carried out on the use of plant stem cells in cosmetic formulations, in order to compile the necessary information to support the focus of the research. Different databases such as Pubmed, Embase, state and international reference entities that provide a general overview regarding the regulation of cosmetic products were consulted. From the search carried out, the effects of cosmetic products based on stem cells on the skin were identified, finding that they present antioxidant, anti-aging activity and stimulate cell regeneration, in addition to the components derived from stem cells that are most frequently used. in cosmetic products. At the level of regulation and ethics in Colombia, the general guidelines that allow the marketing of cosmetic products were specified.

In conclusion, in the cosmetic industry there is a tendency to incorporate active ingredients derived from plant cells in cosmetic formulations without this implying the use of cellular organisms themselves. However, in Colombia, the regulation does not specifically address this type of cosmetic products, being regulated in a similar way to those that do not claim to contain stem cells in their composition.

Keywords:

Plant stem cells, cosmetic formulations, Effectiveness, Colombian regulation.

1. Introducción

En la actualidad es posible evidenciar la expansión del mercado cosmético global, al estimarse que un adulto promedio utiliza nueve productos cosméticos al día y más del 25% de las mujeres emplean 15 o más productos cosméticos (Smith et al., 2016), por lo que el crecimiento acelerado de la industria cosmética ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías para el cuidado de la piel, como lo es el uso de células madre vegetales, definidas como un subconjunto de células que tiene la capacidad de autorrenovación y el potencial de diferenciarse en diversos tipos de células maduras que se encuentran en los meristemos apicales de los brotes y en los meristemos laterales de las raíces, que se caracterizan por su totipotencia, es decir, la capacidad de dividirse y producir todas las células diferenciadas de la planta (Miastkowska et al.,2018).

La incursión de productos cosméticos a base de células madre ha sido un tema de interés reciente, debido a que dichas formulaciones proclaman tener propiedades antienvjecimiento, actividad antioxidante y estimulación de la regeneración celular (Aggarwal et al.,2020); no obstante, los cosméticos a base de células madre no tienen células propiamente dichas sino extractos vegetales a los cuales se les atribuye sus efectos beneficiosos para la piel (Sowayan et al.,2021), por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión crítica acerca del uso y efectividad de las células madre vegetales en productos cosméticos, así como identificar los componentes derivados de células madre vegetales que se emplean efectivamente en productos cosméticos. También se planteó la necesidad de conocer la posición de la regulación colombiana ante la comercialización de productos cosméticos a base de célula madre, además de considerar las posibles acciones para el desarrollo de un marco normativo que regule de manera más clara la comercialización de productos cosméticos en Colombia, ya que la regulación actual es insuficiente en este aspecto.

2. Problema de investigación

La industria cosmética se encuentra en una búsqueda constante de nuevos ingredientes activos para combatir las señales de la edad y proteger la piel de efectos nocivos, como la radiación UV y las especies reactivas de oxígeno (Rodríguez et al.,2018); por lo cual se han introducido nuevos ingredientes activos a las formulaciones cosméticas, como los son las células madre, las cuales tienen la capacidad de autorenovación y replicación celular, capaces de construir, reparar o regenerar un tejido (Li et al.,2005); sin embargo, la introducción de dichos productos en el mercado como “cosméticos de células madre” trajo consigo consecuencias de particular importancia, como el incremento en los precios de venta, además de la insensibilización del público respecto al término y su significado (Al-Sowayan et al.,2021); es allí donde surge la necesidad de evaluar la efectividad de las formulaciones cosméticas a base de células madre, además de profundizar en los componentes que realmente contienen dichas formulaciones, para de esta manera establecer si los resultados son comparables frente a la acción regeneradora de las células madre. Por tal motivo, se hace necesario realizar una revisión bibliográfica en torno a la efectividad de las formulaciones cosméticas a base de células madre vegetales para identificar los efectos de regeneración celular y antienvjecimiento de los activos de origen vegetal en la piel.

En cuanto al marco normativo colombiano para la comercialización de productos cosméticos, no existen pautas claras y precisas que brinden una orientación más precisa sobre la comercialización de productos a base de células madre vegetales. Esto resalta la importancia de abordar la regulación de estos productos para garantizar la seguridad y eficacia de los productos cosméticos que incorporan células madre vegetales en su formulación. Por otro lado, se hace necesario brindar a los consumidores información verídica acerca de las formulaciones cosméticas que afirman tener células madre dentro de sus componentes (Al-Sowayan et al.,2021).

3. Pregunta de Investigación

Considerando la problemática expuesta anteriormente, se evidencia la necesidad de realizar una revisión bibliográfica en torno al tema, por lo cual surge el interrogante:

¿Es preciso afirmar que las formulaciones cosméticas con células madre vegetales son efectivas para la regeneración celular de la piel, y cuáles son las disposiciones legales en Colombia para su comercialización?

4. Justificación

La industria cosmética es uno de los sectores con mayor crecimiento a nivel global debido a la constante fabricación de productos que proporcionan beneficios antienvjecimiento. En este contexto, se han venido desarrollando nuevas tecnologías para el cuidado de la piel, dando lugar al uso de células madre vegetales en sus formulaciones; a las cuales se les atribuyen muchos efectos cosméticos positivos, como extender la vida de los fibroblastos y estimular su actividad, aumentar la flexibilidad de la epidermis, reconstruir la epidermis dañada y brindar protección contra la radiación UV (Rodríguez et al., 2018).

Para fines cosméticos las células madre vegetales son extremadamente sensibles a factores externos, como la luz o la temperatura, por lo que en productos cosméticos se utilizan en forma de extractos liposolubles e hidrosolubles (Miastkowska et al., 2018). Las células madre vegetales son responsables de muchos efectos cosméticos positivos, no obstante, las diferencias entre las células madre humanas y vegetales, además de los factores que regulan su actividad, se consideran elementos que van a determinar la acción de estos extractos vegetales (Prhal et al., 2014). Por tal motivo se considera pertinente realizar una revisión bibliográfica en torno a la efectividad de formulaciones cosméticas a base de células madre vegetales para reducir los signos del envejecimiento.

En Colombia, el marco normativo relacionado con los productos cosméticos se encuentra estipulado en el Capítulo VIII de la Decisión 833 de la Comisión de la Comunidad Andina. Esta normativa establece de manera clara que no se admitirán nombres de productos cosméticos que puedan inducir al engaño o error a los consumidores. Además, establece que los titulares de los registros sanitarios son responsables de cualquier infracción relacionada con el contenido de los materiales de promoción y publicidad de dichos productos, así como de las posibles consecuencias que puedan afectar la salud tanto a nivel individual como colectivo (Decisión, CAN. 833). Por lo tanto, resulta de suma importancia llevar a cabo un análisis exhaustivo y la debida comprensión de los reglamentos y regulaciones vigentes en relación con el uso de células madre en productos cosméticos, con el fin de garantizar el cumplimiento de estas disposiciones y asegurar la integridad y salud de los consumidores.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Analizar la efectividad del uso de células madre vegetales en formulaciones cosméticas a través de una revisión bibliográfica, y la posición de los entes regulatorios en Colombia sobre el uso de estos ingredientes.

5.2 Objetivos específicos

Realizar una revisión en la literatura sobre las aplicaciones de las células madre vegetales en la piel y sus anexos, así como su efectividad y pertinencia en formulaciones cosméticas.

Identificar los componentes derivados de células madre vegetales que, en la actualidad, se emplean en productos cosméticos.

Hacer una revisión del marco normativo Colombiano para la comercialización de productos cosméticos con células madre.

6. Marco Teórico

6.1 Generalidades de la piel

El órgano más grande del cuerpo humano es la piel, que representa aproximadamente el 15% del peso corporal total de un adulto. Cumple diversas funciones vitales, incluida la protección contra agresores físicos como la radiación solar, responsable no solo de quemaduras solares sino también de muchas afecciones relacionadas con el envejecimiento de la piel. Además, la piel actúa como una barrera protectora contra agentes físicos y microbiológicos, siendo la primera línea de defensa contra la entrada de microorganismos al sistema. También desempeña un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo, regulando la temperatura y evitando la pérdida excesiva de agua (Kolarsick et al., 2011).

Desde una perspectiva estructural, la piel consta de tres niveles principales (ver Figura 1). La capa más externa es la epidermis, que es la más delgada y varía en espesor según la ubicación en el cuerpo. La epidermis está compuesta principalmente por queratinocitos, que representan el 80% de las células epidérmicas y son responsables de la síntesis de queratina, una proteína esencial para la protección de la piel. Además de los queratinocitos, la epidermis alberga otros tipos de células, como los melanocitos, que producen melanina para proteger la piel de la radiación solar, y las células de Langerhans, que desempeñan un papel clave en la respuesta inmunológica de la piel. También se encuentran las células de Merkel, que son los receptores táctiles de la piel (Carreras et al., 2008).

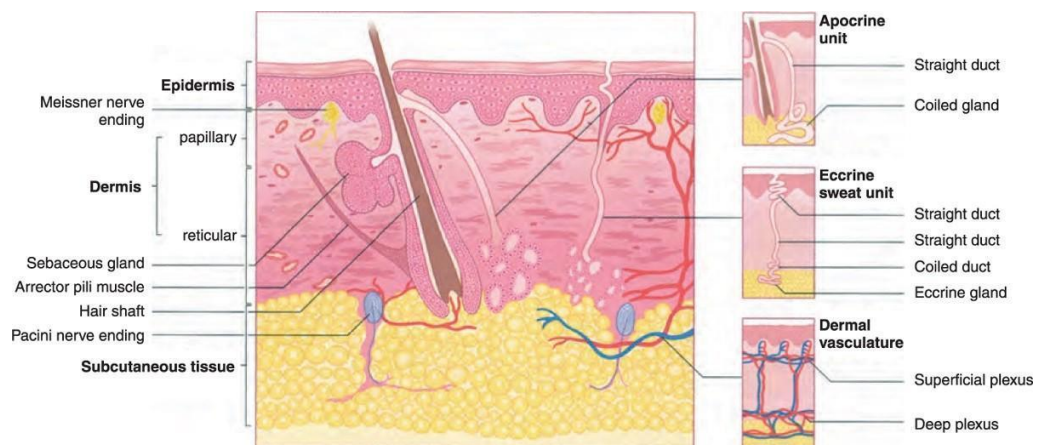


Figura 1. Sección transversal de la piel

Tomado de:
https://journals.lww.com/jdnaonline/fulltext/2011/07000/anatomy_and_physiology_of_the_skin.

La capa intermedia de la piel es la dermis, que contiene colágeno, una proteína estructural importante. La dermis también contiene células grasas llamadas adipocitos y está llena de vasos sanguíneos y linfáticos. Proporciona flexibilidad, elasticidad y resistencia a la tracción de la piel, así como receptores de estímulos sensoriales. En la dermis se encuentran numerosas terminaciones nerviosas, tanto sensitivas como motoras (Kolarsick et al., 2011).

La tercera capa de la piel es la hipodermis, que se encuentra en el tejido subcutáneo y está formada principalmente por lóbulos de células grasas llamadas lipocitos. La hipodermis proporciona flotabilidad al cuerpo y actúa como un depósito de energía. También desempeña un papel en la conformación de la silueta corporal, protegiendo los órganos internos de los golpes y actuando como un cojín amortiguador (Carreras et al., 2008).

La piel es un órgano complejo que cumple muchas funciones vitales, y su estructura única le permite realizar estas funciones de manera efectiva. Cualquier alteración en cualquiera de estas capas puede tener un impacto significativo en la salud y la función de la piel (Rodríguez et al., 2018).

6.2 Células madre vegetales

Las células madre vegetales son células indiferenciadas situadas en los tejidos meristemáticos de las plantas, proporcionándoles vitalidad y un suministro de células precursoras que se diferencian en varias partes o tejidos. Estas células madre vegetales no experimentan procesos de envejecimiento ni senescencia; en su lugar, tienen la capacidad de diferenciarse para formar tanto células especializadas como no especializadas. Debido a este potencial de convertirse en cualquier órgano o tejido, se les denomina células totipotentes (Aggarwal, 2020).

El botánico austriaco Gottlieb Haberlandt sugirió que una célula vegetal individual es capaz de regenerar toda la planta, una idea que se demostró en 1958 mediante la clonación de una zanahoria a partir de células de zanahoria cultivadas *in vitro*. Desde entonces, se han publicado numerosos artículos dedicados a la regeneración de plantas completas a partir de células o tejidos cultivados. Los extractos obtenidos de las células madre vegetales se

utilizan actualmente en la producción de cosméticos, tanto para el consumidor regular como para el cuidado profesional (Trehan et al., 2017).

6.3 Productos cosméticos

Los productos cosméticos se definen como cualquier sustancia o formulación diseñada para su aplicación en diversas partes superficiales del cuerpo humano, como la epidermis, el sistema piloso y capilar, las uñas, los labios, los órganos genitales externos, así como en los dientes y las mucosas bucales. Estos productos tienen la finalidad de limpiar, perfumar, modificar la apariencia y proteger estas áreas, además de mantenerlas en buen estado y prevenir o corregir los olores corporales (Montenegro, A. 2015).

Según un informe de la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), durante el período comprendido entre los años 2000 y 2013, las ventas en el sector de cosméticos en Colombia experimentaron un notable crecimiento del 79,1%, aumentando de \$2,20 billones a \$3,94 billones de pesos. Este incremento refleja el crecimiento de diversas categorías de productos cosméticos, que abarcan perfumes, lociones, cremas, maquillaje y productos de cuidado personal (Onudi, 2015).

7. Diseño metodológico

7.1 Tipo de estudio

Revisión bibliográfica descriptiva

7.2 Criterios de inclusión

El objetivo es determinar la ecuación de búsqueda, la cual sería introducida en cada una de las bases de datos afines a la temática de esta investigación. Por este motivo se realizó la identificación de los términos clave, que corresponden a cosméticos, células madre vegetales, regulación y reglamentación del uso de células madre vegetales en Colombia, seguidamente, se realizó la normalización de términos empleando el tesauro Desc, con el fin de facilitar el proceso de búsqueda y recuperación de la información.

- Bibliografía posterior al año 2005
- Documentos en inglés y español
- Los documentos que mencionen el uso de células madre vegetales en productos cosméticos
- Los documentos que mencionen algún tipo de reglamentación, normativa o criterios éticos para la comercialización de productos cosméticos tanto a nivel internacional, como a nivel Colombia.
- En relación al tipo de textos seleccionados, se aceptaron libros, revistas y artículos científicos, dichos documentos deben incluir las siguientes palabras: “plant stem cell”, “cosmetics”, “effectiveness”, “cellular regeneration” “Plant stem cell niches” “anti-aging” “Stem cell culture extracts” “Plant stem cell-derived products”, “Cell Self Renewal” y “Cosmetic formulation” en el título, resumen o palabras claves del escrito

7.3 Criterios de exclusión

Se establecieron como criterios de exclusión los siguientes:

- Publicaciones previas al 2005
- Idiomas diferentes al inglés y el español
- Los documentos que no estén enfocados en el uso de células madre vegetales. La razón de este criterio se debe a que muchos documentos resultantes de la búsqueda

mencionan las células madre vegetales, pero en el desarrollo del documento no se desarrolla nada respecto a este tema.

- Documentos no relacionados a ninguno de los tópicos de interés o la aplicación de las células madre vegetales en otra aplicación distinta a la cosmética.
- Documentos duplicados.

7.4 Metodología de búsqueda de la literatura

En esta revisión se empleó un enfoque basado en una búsqueda sistemática de la literatura científica, siguiendo las directrices y la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). Este tipo de estudio se ha utilizado para llevar a cabo una revisión exhaustiva y metódica de las fuentes disponibles en la literatura relacionadas con el tema de investigación. La aplicación de PRISMA 2020 garantiza que el proceso de búsqueda, selección y análisis de los estudios se realice de manera transparente y estandarizada, lo que contribuye a la calidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos en esta investigación (ver Figura 2).

Para recolectar la información referente al ámbito legal de los productos cosméticos a nivel nacional, se hizo uso de la información reportada por el INVIMA y la Comunidad Andina (CAN), adicional a ello, se obtuvo la información de la regulación cosmética de entidades internacionales como la FDA y EMA, así mismo, se consultó información de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) para recolectar información acerca de la dinámica comercial y económica del sector cosméticos en Colombia.

Por otro lado, se consultó en la base de datos relacionada con patentes “WIPO” (World Intellectual Property Organization) y Google patents para reunir información acerca de las patentes desarrolladas en torno al uso de células madre vegetales en formulaciones cosméticas.

En la Figura 2 se representa el proceso llevado a cabo para la selección de los documentos que fueron incluidos en esta búsqueda bibliográfica. El proceso comenzó con la identificación de la ecuación de búsqueda que se aplicaría en cada una de las bases de datos seleccionadas, en la tabla 1 se evidencian las estrategias de búsqueda empleadas. Las bases de datos seleccionadas fueron de tipo referencial y repositorios, que corresponden a: Pubmed, Embase, Science direct, Scopus y Springer Link, proporcionadas a través de la biblioteca virtual Juan Roa Vásquez.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda de la información.

| Estrategia de búsqueda | Bases de datos consultadas |
|---|-----------------------------------|
| “Plant stem cell” AND Cosmetics | Pubmed |
| “Plant stem cell” AND Cosmetics AND effectiveness | Embase |
| “Plant stem cell” AND Cosmetics AND “cellular regeneration” | Science direct |
| Cosmetics AND “plant stem cell” AND “cell Self Renewal” | Scopus y Springer link |

7.5 Selección de la literatura

La selección de documentos se llevó a cabo mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, con el propósito de garantizar que todos los documentos seleccionados aportaran de manera completa y precisa a los objetivos establecidos. No obstante, es importante reconocer que en este proceso podría haber quedado excluido algún documento de interés. Por esta razón, en el marco de la búsqueda sistemática, se incluyó una fase adicional de análisis de documentos de particular interés. Estos documentos fueron identificados durante la revisión inicial, en la que se notó la mención de fuentes ofrecían un nivel de detalle o profundización mayor que el documento en revisión. Como resultado, la búsqueda inicial de 25 documentos se amplió a un total de 35, con el objetivo de abordar de manera más exhaustiva el tema de investigación.

7.6 Recolección de la información

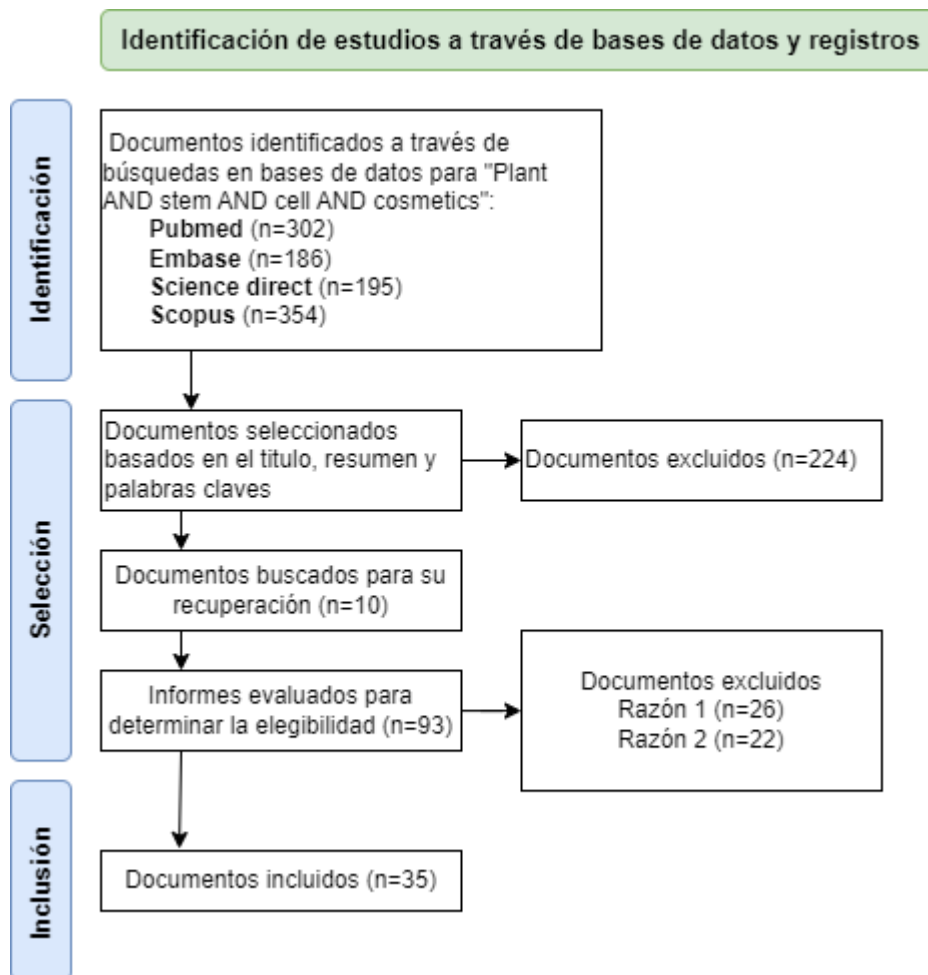
Para la recolección de la información, se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley, que permitió organizar todos los documentos seleccionados. Aprovechando esta herramienta, se llevó a cabo una lectura minuciosa para identificar los puntos relevantes que serían útiles en el desarrollo de la monografía. Durante este proceso, se identificaron los temas teóricos que respondían a los objetivos de la revisión.

8. Resultados

8.1 Resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica

A partir de la implementación de la metodología prisma para la búsqueda de la información se encontraron 35 documentos, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión establecidos en el apartado de metodología. En la figura 2 se evidencian los documentos excluidos debido a la ausencia de los términos claves en el título, resumen o palabras claves, asimismo se excluyeron los documentos que en su contenido hacen uso de las células madre vegetales para aplicaciones distintas a cosméticos y documentos que hagan referencia a las células madre, pero no sean estas el objeto de estudio.

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA para la búsqueda sistemática de esta investigación.



8.2 Extractos de células madre vegetales como fuente de ingredientes activos cosméticos

Las células madre vegetales se caracterizan por su totipotencia, ya que son capaces de regenerar tejidos vegetales e incluso plantas enteras mediante procesos de desdiferenciación celular (Barbulova A et al.,2014). En las plantas, cierta cantidad de células totipotentes indiferenciadas se encuentran en los meristemos ubicados en la punta de los brotes y raíces, lo que facilita una rápida división celular bajo estímulos adecuados (Georgiev V et al., 2018). Durante el ciclo de vida, las plantas producen diferentes metabolitos, los cuales pueden ser solubles en aceite o agua, que se almacenan en diferentes compartimentos celulares; es por ello que la técnica de extracción es fundamental para obtener principios activos eficaces y ricos en compuestos específicos deseados (Barbulova A et al.,2014). La técnica del cultivo de tejido vegetal inicia a partir de un explante, cuya superficie cortada brinda el área necesaria para la proliferación de nuevas células, esto es similar a una reacción de cicatrización de heridas, las células se desdiferencian hasta para crear una masa celular, denominada callo las cuales se cultivan como células individuales o pequeños grupos de células en un cultivo líquido para obtener un mayor rendimiento (Georgiev V et al., 2018).

Es posible encontrar extractos tanto hidrosolubles como liposolubles, dentro de los compuestos solubles en agua se encuentran glúcidos, oligoelementos y diferentes clases de polifenoles como lo son los flavonoides, antocianinas y ácidos fenólicos que tienen capacidad antioxidante. En cuanto a los extractos liposolubles es posible encontrar sustancias como vitaminas, tocoferoles y ácidos grasos, en particular ácidos linoleico, palmítico y esteárico (Georgiev V et al., 2018). En la tabla 2 se exponen algunos extractos de cultivos de células vegetales y sus principales efectos sobre la piel.

Tabla 2. Extractos de cultivos de células madre vegetales y sus principales efectos sobre la piel

| Especies de plantas | Tipo de cultivo celular y extractos | Beneficios para la piel | Referencia |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| <i>Rubus idaeus</i> Frambuesa | Extracto hidrosoluble | Actividad antiinflamatoria | Barbulova, A et al., 2010 |
| <i>Lycopersicon esculentum</i> Tomate | Extracto hidrosoluble | Síntesis de colágeno | Tito, A et al., 2011 |
| <i>Dolichos biflorus</i> Lectinas | Extracto hidrosoluble | Actividad antiinflamatoria y | Bimonte, M et al., 2014 |

| | | protección contra daño por rayos UV. | |
|--|--------------------------------|---|-------------------------|
| <i>Perilla frutescens</i> Albahaca China | Extracto de suspensión celular | Efecto antienvjecimiento, antimicrobiano y calmante | Georgiev V et al., 2018 |
| <i>Gardenia taitensis</i> Tahitian Gardenia | Extracto de cultivo de callo | Efecto antienvjecimiento, antiarrugas, regenerador y reparador. | Georgiev V et al., 2018 |

8.3 Pertinencia del uso de las células madre vegetales

Las células madre vegetales han sido objeto de investigación en el campo de la dermatología y la cosmetología debido a sus posibles efectos beneficiosos en la piel. Aunque se necesita más investigación para comprender completamente sus efectos y mecanismos de acción, se han sugerido varios beneficios potenciales (Filipović et al., 2016)

- *Protección de las células madre cutáneas*

Este es un aspecto fundamental en el mantenimiento de la salud y la regeneración de la piel. Las células madre de la piel son células especializadas que tienen la capacidad única de dividirse y diferenciarse en diversos tipos de células cutáneas, como queratinocitos y melanocitos. Estas células madre son responsables de la renovación constante de la epidermis, la capa externa de la piel, y desempeñan un papel crucial en la reparación de heridas y la respuesta a daños cutáneos (Schmid et al., 2008).

Los extractos de células madre vegetales en formulaciones cosméticas, pueden proporcionar un entorno protector y de apoyo para las células madre cutáneas de la piel. Estos extractos de células madre vegetales contienen compuestos bioactivos que pueden ayudar a preservar la viabilidad y la salud de las células madre de la piel. Esto implica una mayor resistencia a factores estresantes ambientales, como la radiación ultravioleta del sol, la contaminación y otros agresores que pueden dañar la piel (Portillo, L. 2012).

Se realizó un estudio a partir del extracto de células madre vegetales de la planta *Uttwiler spatlauber* y células madre de origen humano procedentes del cordón umbilical. El experimento consistió en exponer las células madre humanas a un ambiente estresado utilizando la técnica de irradiación con luz ultravioleta, donde se observó que

el 50% de las células cultivadas no sobrevivieron, mientras que las células cultivadas en presencia del extracto de células madre de *Uttwiler spatlauber* solo experimentaron una pequeña pérdida en términos de viabilidad, demostrando el efecto protector de las células madre vegetales hacia las células madre cutáneas (Schmid et al., 2008).

- *Propiedades antienvjecimiento*

Las propiedades antienvjecimiento de los extractos de células madre vegetales representan un campo emocionante y prometedor en la investigación dermatológica y cosmética. Estos extractos contienen compuestos bioactivos que se cree que ofrecen beneficios significativos en la lucha contra los signos visibles del envejecimiento de la piel (Aggarwal et al., 2020)

Una de las principales preocupaciones relacionadas con el envejecimiento cutáneo es la formación de arrugas. Las arrugas son el resultado de la pérdida de colágeno y elastina en la piel, así como de la disminución en la capacidad de regeneración celular (Sengupta et al., 2018). Se ha observado que los extractos de células madre vegetales tiene efecto antiarrugas, como lo es el extracto de *Malus domestica*; se realizó un ensayo clínico que se llevó a cabo durante cuatro semanas, el cual consistió en administrar una crema que contenía un 2% del extracto de la planta *Malus domestica* dos veces al día sobre las líneas de expresión; a partir del estudio se concluyó que las arrugas se volvían menos profundas en un 8% después de 2 semanas y en un 15% después de cuatro semanas, esto se midió empleando un dispositivo óptico y el sistema PRIMOS para visualización de la superficie de la piel en 3D, como se evidencia en la figura 4, de manera que el extracto de la planta *Malus domestica* mostro ser efectiva para retrasar la aparición de los signos del envejecimiento y favorecer la regeneración celular (Aggarwal et al., 2020).

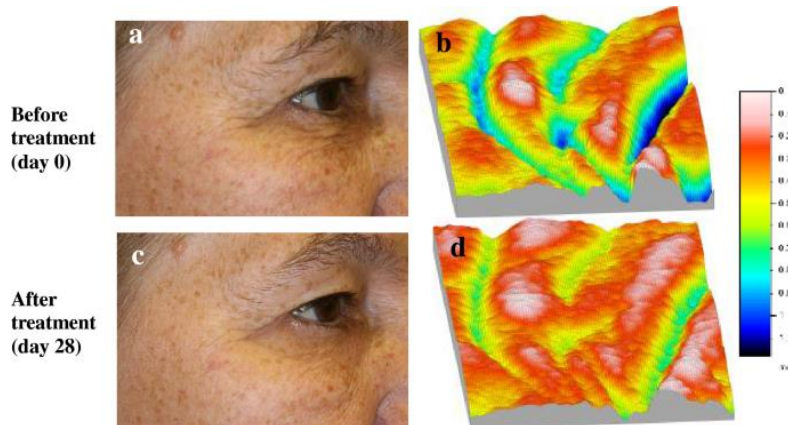


Figura 3. Imágenes de las líneas de expresión que muestran una comparación del área antes (a,b) y después del tratamiento (c,d) utilizando una crema que contiene 2 % de extracto de *Mallus domestica*

Tomado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-020-02247-9#ref-CR30>

Por otro lado, un estudio realizado a partir de células madre de tomate (*Lycopersicon esculentum*) encontró que los extractos hidrosolubles de dicha planta posee un alto potencial en términos de proteger la piel de la toxicidad causada por los metales pesados, ya que dichos materiales son los responsables de varios efectos genotóxicos en las células, incluido el estrés oxidativo, la rotura de la secuencia del ADN y la modificación de proteínas, en particular el Níquel, capaz de inducir la sobreexpresión de colagenasas (enzimas capaces de degradar el colágeno), lo que lleva al debilitamiento de la matriz extracelular de la piel. Los extractos de células madre de tomate tienen componentes como flavonoides y ácidos fenólicos como la rutina, y el ácido cumárico, además de antioxidantes y fitoquelatinas, agentes quelantes que son responsables de la quelación de metales pesados, previniendo de esta manera daños en las estructuras celulares, además de inhibir la expresión de la colagenasa e inducir la síntesis de nuevo colágeno (Tito et al., 2011).

Adicional a ello, el instituto de investigación biotecnológica ha evaluado el efecto protector y la actividad anticolagenasa e hialuronidasa de los extractos de células madre de edelweiss (*Leontopodium alpinum*), ya que contiene altas concentraciones de ácidos leontopódicos A y B, que son responsables de generar un potente efecto antioxidante en la piel (Trehan et al. 2017).

En conclusión, los extractos de células madre vegetales tienen el potencial de ofrecer una gama de beneficios antienvjecimiento que incluyen la reducción de arrugas, la mejora de la elasticidad de la piel y la prevención del envejecimiento prematuro mediante su acción antioxidante. Estos efectos pueden ayudar a mantener una piel más juvenil y saludable con el uso continuo de productos cosméticos que los contienen. Sin embargo, es importante recordar que la eficacia de estos productos puede variar según la concentración de los extractos y la calidad de la formulación, y la investigación científica sigue siendo necesaria para comprender completamente sus mecanismos y beneficios específicos (Ji et al., 2022).

- *Actividad antioxidante*

La actividad antioxidante de las células madre vegetales es una característica clave que las hace valiosas en el cuidado de la piel. Los antioxidantes son moléculas que combaten los radicales libres, que son subproductos naturales del metabolismo celular y pueden ser desencadenados por factores externos como la radiación ultravioleta, la contaminación ambiental y el estrés. Estos radicales libres pueden dañar las células cutáneas y acelerar el proceso de envejecimiento, lo que se manifiesta en la formación de arrugas, la pérdida de elasticidad y la opacidad de la piel (Georgiev V et al., 2018).

La presencia de antioxidantes en las células madre vegetales se considera una defensa natural contra estos daños. Estos compuestos ayudan a neutralizar los radicales libres, previniendo así el estrés oxidativo y reduciendo el daño celular. Como resultado, la piel está mejor protegida contra el envejecimiento prematuro (Ji et al., 2022). Al analizar las formulaciones cosméticas a base de células madre de diferentes fuentes, como los son la cáscara de uva, el manzano suizo (Uttwiler Spätlaube) y la raíz del *Polygonum Cuspidatum*, se ha encontrado un ingrediente en común llamado resveratrol, un potente flavonoide conocido por su actividad antioxidante que es capaz de reducir la producción de eicosanoides, que intervienen en las reacciones inflamatorias y la agregación plaquetaria (Portillo et al., 2012). Ahora bien, el mecanismo por el cual los polifenoles se asocian a la regeneración celular y la actividad antioxidante se debe a la activación de unas enzimas llamadas sirtuinas, consideradas reguladoras del envejecimiento participan en la activación y desactivación de genes asociados al ciclo celular P53, gen de la longevidad FOXO1 o inhibición de factores de transcripción proinflamatorios como

el NFkB, estos genes pueden ser activados por los polifenoles administrados exógenamente como el resveratrol (Portillo et al., 2012).

- *Hidratación y retención de humedad*

La hidratación y la retención de humedad son aspectos fundamentales para mantener una piel saludable y radiante. Las células madre vegetales han demostrado su capacidad para contribuir significativamente a estos aspectos. Uno de los mecanismos clave involucrados es su influencia en la barrera cutánea. La barrera cutánea es una capa protectora en la superficie de la piel compuesta principalmente de lípidos, que actúa como un sello que previene la pérdida de humedad y evita que las impurezas entren en la piel. Las células madre vegetales, cuando se aplican en productos cosméticos, pueden fortalecer y mejorar esta barrera cutánea, lo que resulta en una mayor retención de humedad en la piel (Aggarwal et al., 2020).

Además, se ha observado que los extractos de células madre vegetales tienen propiedades hidratantes directas. Estos extractos tienen la capacidad de atraer y retener moléculas de agua en la piel, lo que se traduce en una piel más suave y tersa. Cuando la piel está bien hidratada, tiende a lucir más saludable, con menos asperezas y líneas finas. Esta hidratación mejorada también puede tener un efecto positivo en la elasticidad de la piel (Schmid et al., 2008).

- *Estimulación de la regeneración celular*

La estimulación de la regeneración celular es un aspecto esencial para mantener una piel saludable y rejuvenecida. En este contexto, las células madre vegetales han demostrado un potencial significativo para promover la renovación y la regeneración de las células cutáneas. Este proceso es fundamental porque la piel está en constante renovación, y a medida que envejecemos, la capacidad de las células para regenerarse disminuye, lo que puede dar lugar a la aparición de signos de envejecimiento, como arrugas y la pérdida de firmeza (Ji et al., 2022)

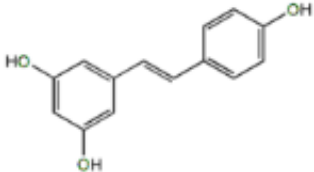
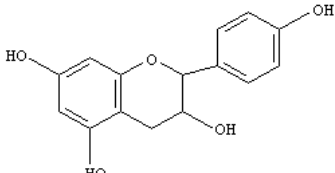
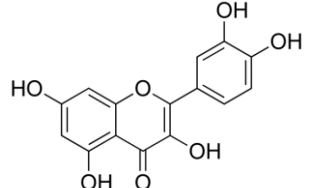
Las células madre vegetales se consideran una fuente rica de factores de crecimiento y compuestos bioactivos que pueden estimular la actividad de las células cutáneas. Al aplicar productos cosméticos que contienen extractos de células madre vegetales, se promueve la proliferación celular y la formación de nuevas células cutáneas (Ji et

al.,2022). Un estudio realizado demostró que el tratamiento con plasma de células madre obtenidas de embriones de semillas de arroz puede ser eficaz para mejorar la actividad antioxidante y regenerar la piel humana, los resultados de los experimentos de cultivo celular muestran que los extractos de células madre de arroz tratados con plasma presentan actividades antioxidantes y antienvjecimiento prometedoras, ya que los resultados de la prueba PCR para las principales enzimas antioxidantes y genes antienvjecimiento confirman que la técnica de plasma con células madre de arroz puede mejorar la regeneración y proliferación celular (Ji et al.,2022).

Además, la estimulación de la regeneración celular puede ser particularmente beneficiosa para abordar problemas de piel como cicatrices, manchas oscuras o irregularidades en el tono de la piel. Al acelerar la renovación celular, las células madre vegetales pueden ayudar a desvanecer gradualmente estas imperfecciones y promover un tono de piel más uniforme y saludable. En resumen, la capacidad de las células madre vegetales para estimular la regeneración celular puede llevar a una piel más rejuvenecida y revitalizada, lo que la convierte en un enfoque prometedor en el campo del cuidado de la piel y la cosmética (Schmid et al., 2008).

A continuación, se presenta la tabla que resalta algunos de los principales componentes extraídos de células madre vegetales que son empleados en la formulación de productos cosméticos. Estos ingredientes, provenientes de diversas fuentes vegetales, han demostrado tener propiedades regenerativas y antioxidantes.

Tabla 3. Principales componentes derivados de células madre vegetales que se emplean en productos cosméticos.

| Ingrediente Activo | Estructura química | Mecanismo de acción a nivel cutáneo | Referencia |
|---|---|--|-----------------------------------|
| <p>Resveratrol Fuente: Uvas (<i>Vitis vinifera</i>)</p> |  | <p>El resveratrol es un polifenol y pertenece a la clase de compuestos conocidos como estilbenos. Su estructura química incluye dos anillos fenólicos conectados por un enlace de etileno, Cuando el resveratrol interactúa con radicales libres, puede donar electrones para neutralizarlos, al hacerlo, previene que los radicales libres causen daño a las células mediante la oxidación, protegiendo la piel del estrés oxidativo.</p> | <p>Amirthalingam et al., 2016</p> |
| <p>Antocianinas Fuente: frambuesas (<i>Rubus idaeus</i>)</p> |  | <p>Las antocianinas tienen una estructura molecular compuesta por anillos aromáticos y grupos hidroxilo, lo que les confiere la capacidad de donar electrones, cuando se encuentran con radicales libres, lo que las convierte en agentes antioxidantes efectivos. Las antocianinas también pueden quelar metales, especialmente iones metálicos divalentes como el hierro y el cobre.</p> | <p>Barbulova, A et al., 2010</p> |
| <p>Quercetina Fuente: Manzanas (<i>Malus domestica</i>)</p> |  | <p>La quercetina puede inhibir la actividad de enzimas que generan especies reactivas de oxígeno (ROS), como la Xantina oxidasa y la NADPH oxidasa. Al frenar la acción de estas enzimas, contribuye a reducir la producción de ROS, además la quercetina puede reducir la liberación de mediadores inflamatorios y modular la respuesta inmune, lo que contribuye a su actividad antiinflamatoria.</p> | <p>Portillo et al., 2012</p> |

Betacaroteno
Fuente: Zanahoria
(*Daucus carota*)

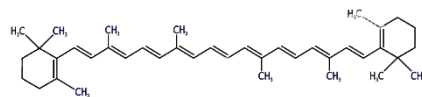


Figura 6. Estructura química del Betacaroteno

La actividad antioxidante del betacaroteno se basa en la capacidad de donar electrones que puede neutralizar especies reactivas de oxígeno (ROS) generadas por la radiación UV previniendo así el estrés oxidativo.

Fam, V. et al.,
2022

Asiaticósido
Fuente: Centella
asiática
(*Centella asiatica*)

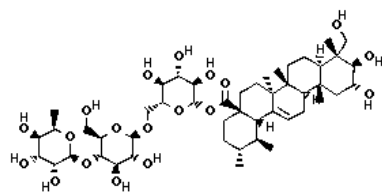


Figura 7. Estructura química del Asiaticósido.

El asiaticotósido puede influir en la expresión y actividad de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento transformante beta (TGF-β), conocido por su papel crucial en la regulación de la síntesis de colágeno. También actúa estimulando los fibroblastos, que son las células productoras de colágeno. Se ha observado que el asiaticósido tiene un impacto específico en la producción de colágeno tipo I y tipo III, estos tipos de colágeno contribuyen a la firmeza y elasticidad de la piel.

Fam, V. et al.,
2022

Epigallocatequina-3-galato (EGCG)
Fuente: Té verde
(*Camellia sinensis*)

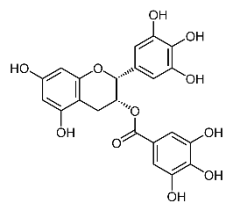


Figura 8. Estructura química de EGCG

La EGCG actúa como un eficaz antioxidante en la piel. Al neutralizar los radicales libres generados por la radiación ultravioleta (UV), ayuda a prevenir el estrés oxidativo. La EGCG ha demostrado capacidad para inhibir la actividad de las enzimas MMP, capaces de degradar el colágeno y la elastina preservando la integridad de la matriz extracelular.

Xu, F et al.,
2021

Glucorafanina
Fuente: Brócoli
(*Brassica oleracea*
var. italica)

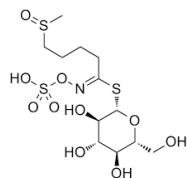


Figura 9. Estructura química de la Glucorafanina

La glucorafanina, convertida en sulforafano, puede activar respuestas antioxidantes en las células de la piel. Esto incluye la inducción de enzimas antioxidantes como el superóxido dismutasa (SOD) y la catalasa, que ayudan a neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo en la piel.

Fam, V. et al.,
2022

8.4 Productos cosméticos con células madre vegetales

Los productos cosméticos que contienen células madre vegetales están ganando popularidad debido a su capacidad para proporcionar una serie de beneficios para la piel (Swarbrick, 2013) (Trehan, Michniak-Kohn & Beri, 2017). Estos productos son variados y se adaptan a diferentes necesidades y tipos de piel. A continuación, se presentan ejemplos de estos productos y los componentes clave que utilizan:

- **Cremas Antienvjecimiento:** Las cremas antienvjecimiento son uno de los productos más comunes que incorporan células madre vegetales en su formulación. Estas cremas están diseñadas específicamente para reducir la apariencia de arrugas, mejorar la firmeza de la piel y promover una compleción más juvenil. Los componentes como el ácido hialurónico y el colágeno se encuentran entre los ingredientes esenciales utilizados para aumentar la hidratación y la elasticidad de la piel (Jo et al., 2021).
- **Sueros Hidratantes:** Los sueros con células madre vegetales son conocidos por su capacidad para hidratar profundamente la piel. Son ideales para personas con piel seca o deshidratada y pueden dejar la piel suave y radiante. Los componentes como la elastina y los antioxidantes ayudan a mantener la piel hidratada y protegida contra los daños causados por los radicales libres (Barbulova et al., 2014)
- **Mascarillas Faciales:** Las mascarillas faciales que contienen células madre vegetales ofrecen un impulso adicional de hidratación y nutrición a la piel. Estas mascarillas pueden ayudar a revitalizar la piel cansada y aportar una apariencia más fresca. Los fitoquímicos y los factores de crecimiento se utilizan para estimular la regeneración celular y mejorar la apariencia general de la piel (Choi, et al., 2015)
- **Cremas para Contorno de Ojos:** Los productos destinados al contorno de ojos con células madre vegetales se enfocan en tratar las líneas finas y arrugas alrededor de los ojos, así como en reducir la hinchazón y las ojeras. Ingredientes como el resveratrol de uvas y el factor de crecimiento epidérmico (EGF) se emplean para lograr una apariencia más joven y radiante en esta área delicada (Amirthalingam et al., 2016)
- **Lociones Corporales:** Algunas lociones corporales incorporan células madre vegetales para mejorar la hidratación y la textura de la piel en todo el cuerpo.

Componentes como el betacaroteno de zanahorias y el poder reductor (PR) contribuyen a mantener una piel suave y saludable (Amirthalingam et al., 2016)

- **Protector Solar:** Incluso los protectores solares pueden beneficiarse de las células madre vegetales, ya que proporcionan protección adicional contra el daño causado por los rayos UV y previenen el envejecimiento prematuro de la piel. Ingredientes como el epigallocatechin gallate (EGCG) del té verde y el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) pueden ayudar a proteger la piel de los efectos nocivos del sol (Choi, et al., 2015).

8.5 Futuro y tendencias

Durante el análisis de la literatura científica, se han identificado tendencias prometedoras que perfilan el futuro de los productos cosméticos basados en células madre vegetales. Estas tendencias no solo reflejan avances tecnológicos, sino también una respuesta a las necesidades cambiantes de los consumidores y el creciente enfoque en la personalización y la sostenibilidad en la industria del cuidado de la piel y la belleza (Goyal et al., 2013).

- *Personalización Avanzada:* Los productos cosméticos a base de células madre vegetales se dirigirán hacia una mayor personalización. La combinación de pruebas genéticas y análisis de la piel permitirá la formulación de productos adaptados a las necesidades individuales de los consumidores. Esto asegurará resultados óptimos y una experiencia de cuidado de la piel más efectiva (Goyal et al., 2013).
- *Sistemas de Entrega Innovadores:* Se anticipa el desarrollo de sistemas de administración más sofisticados que garantizarán la entrega eficaz y segura de las células madre vegetales a la piel. Este enfoque se vuelve esencial dado la fragilidad de estas células, lo que promete una mayor eficacia de los productos (Goyal et al., 2013).
- *Exploración de Nuevas Fuentes:* Los investigadores continúan descubriendo nuevas fuentes de células madre vegetales con beneficios potenciales para la piel. Esto conducirá a una amplia gama de productos cosméticos basados en células madre vegetales, cada uno con sus propias ventajas y aplicaciones únicas (Goyal et al., 2013).
- *Accesibilidad Económica:* A medida que la tecnología de producción de productos cosméticos a base de células madre vegetales mejore, es probable que se reduzcan

los costos. Esto hará que estos productos sean más accesibles para una audiencia más amplia de consumidores (Goyal et al., 2013).

Estas tendencias auguran una evolución constante en la industria de la belleza y el cuidado de la piel, que responde a las demandas cambiantes de los consumidores y las oportunidades emergentes en la investigación científica.

8.6 Regulación de productos cosméticos en Colombia

En Colombia, el uso de células madre vegetales en productos cosméticos y otros fines está sujeto a regulaciones y normativas específicas. Las principales autoridades reguladoras que supervisan estos productos son el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el Ministerio de Salud y Protección Social (Fernández, 2015). A continuación, se enlistan algunas pautas generales relacionadas con el uso de células madre vegetales en Colombia:

- **Registro y Autorización:** Los productos cosméticos que contienen células madre vegetales deben registrarse y obtener la autorización del INVIMA antes de ser comercializados en Colombia. Esto asegura que los productos cumplan con los estándares de seguridad y calidad establecidos por la autoridad sanitaria.
- **Etiquetado y Publicidad:** Los productos cosméticos deben cumplir con requisitos específicos de etiquetado, incluida la lista de ingredientes, instrucciones de uso y precauciones. La publicidad de estos productos debe ser veraz y no engañosa, y no debe hacer afirmaciones exageradas o no respaldadas sobre sus beneficios.
- **Buenas Prácticas de Fabricación:** Los fabricantes de productos cosméticos están sujetos a las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) para garantizar la calidad y seguridad de sus productos. Esto incluye la fabricación, almacenamiento y distribución adecuados.
- **Control de Calidad:** Los productos cosméticos con células madre vegetales deben someterse a pruebas de control de calidad para garantizar que no contengan ingredientes nocivos o contaminantes.
- **Vigilancia y Control:** Las autoridades colombianas pueden llevar a cabo inspecciones y monitoreo regular de los productos cosméticos en el mercado para garantizar su cumplimiento con las regulaciones.

Es importante destacar que las regulaciones pueden cambiar con el tiempo, y es esencial que los fabricantes y distribuidores de productos cosméticos en Colombia se mantengan actualizados con las regulaciones vigentes y cumplan con los requisitos establecidos por el INVIMA y otras autoridades pertinentes.

9. Discusión de Resultados

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos y su análisis, se llevará a cabo un estudio por secciones, siguiendo las áreas planteadas en los resultados. Posteriormente, se realizará una interpretación general de los hallazgos.

9.1 Extractos de células madre vegetales como fuente de ingredientes activos cosméticos

Las células madre vegetales tienen la capacidad de propagarse y emplearse para el suministro continuo de biomasa vegetal para formulaciones cosméticas, sin embargo, a partir de la búsqueda de información se encontró que no es posible introducir células vegetales enteras en los productos cosméticos, esto debido a que las células vegetales son altamente sensibles a los factores ambientales, la composición del medio donde se encuentran, el estrés mecánico, la temperatura, la luz, el contenido de agua, entre otros, por lo que deben emplearse como extractos, los cuales son ricos en metabolitos secundarios (Georgiev et al., 2018). Los extractos de células vegetales tienen varias ventajas como estar libres de patógenos, agroquímicos, sustancias químicas y contaminantes, ya que se producen en condiciones controladas. Por otro lado, las técnicas de extracción se desarrollan en base a la naturaleza del compuesto objetivo o grupo de compuestos bioactivos relacionadas, como se evidencia en la tabla 2, donde de acuerdo con el tipo de metabolito que se desee extraer de la planta se seleccionara el método de extracción (Georgiev et al., 2018). Por ejemplo, la planta *Rubus idaeus*, contiene varios compuestos solubles en agua, como glúcidos, aminoácidos y polifenoles, que tienen una alta capacidad antioxidante, no obstante, también presenta metabolitos liposolubles como vitaminas, tocoferoles y ácidos grasos, principalmente, el ácido linoleico, palmítico y esteárico, que presentan propiedades hidratantes y humectantes (Barbulova et al., 2014).

9.2 Pertinencia del uso las células madre vegetales

Los efectos en la piel atribuidos a los productos cosméticos que incorporan células madre vegetales han sido contundentemente respaldados por investigaciones científicas. Estos productos aportan una serie de beneficios notables para la salud y el aspecto de la piel. En particular, se ha observado que ofrecen una protección valiosa para las células madre

cutáneas, las cuales desempeñan un papel crucial en la regeneración y vitalidad de la piel (Schmid et al., 2008).

Además, estos productos han demostrado poseer propiedades antienvjecimiento significativas, lo que se traduce en una mejora apreciable en la apariencia de las arrugas y un notable incremento en la elasticidad de la piel. La acción antioxidante que brindan es esencial para resguardar la piel de los daños ocasionados por los radicales libres, contribuyendo así a prevenir el envejecimiento prematuro (Ji et al., 2022). No menos importante es el efecto positivo en la hidratación de la piel. Los productos con células madre vegetales han mostrado la capacidad de mejorar la retención de humedad, proporcionando como resultado una piel más suave y tersa. Además, estimulan la regeneración celular, lo que se traduce en una piel rejuvenecida y revitalizada. Estos hallazgos respaldan de manera sólida la efectividad de los productos cosméticos con células madre vegetales en el cuidado y mejora de la piel (Georgiev et al., 2018). Asimismo, mediante el análisis de la Tabla 3, se pueden identificar los componentes fundamentales derivados de las células madre vegetales. Entre estos, destacan sustancias tales como polifenoles, flavonoides, carotenoides y terpenoides, a las cuales se les atribuyen sus reconocidos efectos beneficiosos para la piel.

9.3 Productos Cosméticos con Células Madre Vegetales

Las formulaciones cosméticas basadas en células madre vegetales resultaron ser efectivas para promover la regeneración celular y generar un efecto antienvjecimiento, si bien los productos cosméticos no presentan células madre vivas, debido a la ausencia de medios de crecimiento específicos, las condiciones osmóticas adecuadas o la presencia de conservantes, se han logrado emplear sus ingredientes activos como los polifenoles para prevenir el envejecimiento de la piel. Los compuestos bioactivos como las isoflavonas, las antocianinas y las catequinas protegen la epidermis de la piel de los estímulos externos y el estrés oxidativo. Estos ingredientes activos de origen vegetal con actividad antioxidante se obtuvieron principalmente a través del cultivo de plantas (Ji et al., 2022)

Los productos cosméticos basados en células madre vegetales están ganando popularidad en la industria del cuidado de la piel debido a sus beneficios demostrados ya los potenciales beneficios futuros. Estos productos incluyen una amplia gama de cremas, sueros, mascarillas y otros, diseñados para abordar diversas preocupaciones de la piel. Algunos de los productos actuales en el mercado son las cremas antienvjecimiento, los sueros

hidratantes, las mascarillas faciales y los productos específicos para el contorno de ojos. Aunque de momento los cambios son positivos, se requiere de una profundización y ampliación de las investigaciones, para asegurar y regular su uso continuo. Se espera que el número de productos a base de células madre vegetales, aumente conforme se demuestre su seguridad y efectividad a mayor medida (Trehan et al.,2017). Se destaca como dato relevante que la generalización de los ingredientes o productos basados en células madre vegetales para su uso en productos cosméticos puede variar considerablemente según el cultivo y el tipo de planta utilizado.

9.4 Futuro y Tendencias

El futuro de los productos cosméticos con células madre vegetales es prometedor. Se espera una mayor personalización de estos productos para satisfacer las necesidades individuales de los consumidores, respaldada por avances en pruebas genéticas y análisis de la piel. También se prevén sistemas de administración más eficaces para garantizar la entrega precisa de células madre vegetales. La exploración de nuevas fuentes de células madre vegetales y una mayor accesibilidad económica son tendencias importantes. Además, se anticipa una expansión en la gama de productos cosméticos basados en células madre vegetales y su eficacia, brindando a los consumidores más opciones innovadoras (Yang et al., 2018).

9.5 Regulación de productos cosméticos en Colombia

El INVIMA es la autoridad encargada en Colombia de supervisar los productos cosméticos en general, pero en este caso se hará un énfasis en la regulación sobre los productos a base de células madre vegetales. En este caso para el uso de estos cosméticos o medicamentos se requiere que se registren en el INVIMA, las regulaciones también se centran en el etiquetado preciso y la publicidad veraz. Es fundamental cumplir con estas regulaciones para garantizar que los productos cumplan con los estándares éticos y legales en Colombia. En general, los productos cosméticos con células madre vegetales ofrecen beneficios notables para la piel y están en línea con las regulaciones colombianas, que se centran en la seguridad y la calidad de los productos. El futuro de estos productos es prometedor, y se espera una mayor innovación y personalización para satisfacer las necesidades cambiantes de los consumidores.

Para contextualizar la posición de Colombia en el marco de regulación y ética con respecto a las principales entidades de este tipo a nivel internacional, se presenta en la Tabla 2 un comparativo que resalta las diferencias y similitudes en la regulación de productos cosméticos entre Colombia, representada por la Decisión 833 de la Comisión de la Comunidad Andina (Decisión C. A. N. 833, 2022), la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) y la EMA (Agencia Europea de Medicamentos) (Zeng et al., 2017).

Este análisis comparativo tiene como objetivo proporcionar una visión general de cómo se abordan los aspectos regulatorios en la comercialización de productos cosméticos en estas entidades, destacando las particularidades y los enfoques distintivos que cada una de ellas adopta para garantizar la seguridad y la calidad de estos productos. Además, permite situar a Colombia en el contexto internacional de regulación de productos cosméticos y entender cómo se alinea con las prácticas y estándares adoptados por otras jurisdicciones (Qin et al., 2023).

Tabla 4. *Comparativo de la regulación de productos cosméticos en Colombia, en la FDA y en la EMA.*

| | |
|-----------------|---|
| Colombia | <ul style="list-style-type: none"> • En Colombia, la regulación de productos cosméticos se rige principalmente por la Decisión 833 de la Comisión de la Comunidad Andina, que establece los requisitos y procedimientos para el registro y la comercialización de estos productos. • La regulación colombiana se enfoca en aspectos como la seguridad del producto y la prevención de riesgos para la salud de los consumidores. • Existe un proceso de registro de productos cosméticos en Colombia que debe ser completado por los fabricantes o importadores para garantizar que los productos cumplan con los requisitos establecidos en la normativa local. |
| FDA | <ul style="list-style-type: none"> • La FDA en los Estados Unidos regula la comercialización de productos cosméticos bajo la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FDCA, por sus siglas en inglés). • La FDA no requiere que los productos cosméticos se sometan a una aprobación previa antes de llegar al mercado. Sin embargo, es responsabilidad del fabricante asegurarse de que los productos sean seguros y cumplan con las regulaciones aplicables. • La FDA tiene autoridad para tomar medidas si un producto cosmético presenta un riesgo para la salud pública o no cumple con las regulaciones. Esto puede incluir retirar productos del mercado o emitir advertencias. |

EMA

- En la Unión Europea, la regulación de productos cosméticos se rige por el Reglamento de Productos Cosméticos de la UE.
 - Los productos cosméticos en la UE deben someterse a una evaluación de seguridad y deben etiquetarse de acuerdo con las regulaciones establecidas.
 - La UE prohíbe el uso de ciertos ingredientes en productos cosméticos y establece límites para otros ingredientes.
 - La EMA es la agencia encargada de evaluar y aprobar medicamentos en la UE, pero los productos cosméticos se regulan por separado bajo el Reglamento de Productos Cosméticos.
-

De lo anterior se deduce que, mientras que en Colombia se utiliza la Decisión 833 de la Comunidad Andina para regular productos cosméticos con un enfoque en la seguridad, tanto la FDA en los Estados Unidos como la EMA en la Unión Europea tienen regulaciones específicas para estos productos que abordan aspectos como la evaluación de seguridad y los ingredientes permitidos. Cada entidad tiene su propio enfoque y autoridad regulatoria en este ámbito, y aunque en general la regulación es adecuada, se considera que al ser un tema de investigación constante, quizá un control más riguroso puede ayudar. Y en específico en Colombia, lo ideal es que se lograra la capacidad de realizar pruebas de seguridad de productos cosméticos.

Adicional a ello, el capítulo VIII de la decisión 833 de la Comunidad Andina establece las directrices para la promoción sanitaria de los productos cosméticos. En este contexto, se especifica que en la publicidad y promoción de estos productos no deben atribuirse características, propiedades o acciones que exceden las funciones cosméticas, ni deben hacer afirmaciones de propiedades curativas, terapéuticas o de salud que puedan inducir un error o confusión al consumidor. (Decisión CAN. 833). Ahora bien, es importante destacar que resulta inviable mantener células vegetales vivas en formulaciones cosméticas debido a la carencia de medios de crecimiento específicos, condiciones osmóticas adecuadas o la presencia de conservantes (Al-Sowayan et al., 2021). En consecuencia, los denominados "cosméticos de células madre" contienen, en realidad, activos de origen vegetal, comúnmente conocidos como "células madre vegetales". Esto puede generar una potencial publicidad engañosa, ya que las propiedades antienvjecimiento y de regeneración celular no provienen directamente de las células vegetales en sí, sino de sus extractos. Esta distinción es crucial para evitar la confusión del consumidor.

10. Conclusiones y recomendaciones

La presente revisión bibliográfica ha concluido que la investigación relacionada con la aplicación de células madre vegetales en productos cosméticos ha venido cobrando una significativa importancia. En el análisis de los casos abordados hasta la fecha, se ha registrado que las formulaciones cosméticas a base de células madre no presentan células propiamente dichas sino extractos de sus componentes activos, a los cuales se les atribuye sus propiedades antienvjecimiento, antioxidantes y de regeneración celular, los cuales han demostrado efectividad de las células para prevenir los signos de la edad. No obstante, la determinación plena de su aplicabilidad en todas las vertientes aún se encuentra en proceso, y se proyecta que, en el futuro, la adopción de esta tecnología, así como la de sus ingredientes y técnicas asociadas, experimentará un aumento en una variada gama de productos cosméticos.

Con base en la revisión bibliográfica para identificar los componentes derivados de células madre vegetales empleados en productos cosméticos, se puede concluir que la industria cosmética ha integrado de manera significativa estos ingredientes en sus formulaciones, donde se destacan componentes como los polifenoles, flavonoides, carotenoides y terpenoides. La identificación detallada de estos componentes proporciona una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en la creación de productos cosméticos que aprovechen al máximo las propiedades beneficiosas de las células madre vegetales, asimismo este conocimiento contribuye a una mayor transparencia y comprensión por parte de los consumidores acerca de los productos que utilizan para el cuidado de su piel.

Finalmente, es posible establecer que la regulación colombiana frente a la comercialización de productos cosméticos a base de células madre vegetales no cuenta con disposiciones claras acerca del uso del término "Célula madre" mientras que la FDA en los Estados Unidos y la EMA en la Unión Europea tienen regulaciones específicas para estos productos que abordan aspectos como la evaluación de seguridad y los ingredientes permitidos. Asimismo, se puede concluir que los consumidores se ven expuestos a publicidad que induce al error, dado que los productos cosméticos comercializados bajo la denominación de "células madre" simplemente hacen referencia a los mismos ingredientes activos, derivados de los extractos de células madre.

11. Referencias bibliográficas.

Aggarwal, S., Sardana, C., Ozturk, M. et al. Células madre vegetales y sus aplicaciones: especial énfasis en sus productos comercializados. *3 Biotecnología* 10 , 291 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02247-9>

Alcalde, MT (2008). *Cosmética natural y ecológica*. Offarm , 27 (9), 96-102.

Al-Sowayan, B. S., & Al-Shareeda, A. T. (2021). Stem cells and the pursuit of youth, a tale of limitless possibilities and commercial fraud. *World journal of biological chemistry*, 12(4), 52–56. <https://doi.org/10.4331/wjbc.v12.i4.52>

Amirthalingam, Muthukumar, and Raviraja N. Seetharam. "Stem cell derived cosmetic products, an overview." *Manipal J. Med. Sci* 1 (2016): 46-52.

Barbulova A, Apone F (2014) Plant cell cultures as a source of cosmetic active ingredients. *cosmetics* 1: 94–104

Barbulova, A.; Tito, A.; Carola, A.; Bimonte, M.; de Laurentis, F.; D'Ambrosio, P.; Apone, F.; Colucci, G. Raspberry stem cell extract to protect skin from inflammation and oxidative stress. *Cosmet. Toilet.* 2010, 125, 38–47.

Blum, P., Schürch, C., Schmid, D., Züllli, F. (2008). Kosmetisches Produkt zur topischen Anwendung für den Schutz und die Erneuerung von Hautstammzellen, welches sich von dedifferenzierten Pflanzenzellen ableitet. (CH Patent No. EP 1 985 280 A2).
EUROPÄISCHE ATENTANMELDUNG.
<https://patentimages.storage.googleapis.com/cb/9e/c0/a3f5a412cc8d82/EP1985280A2.pdf>

Bimonte, M.; Tito, A.; Carola, A.; Barbulova, A.; Apone, F.; Colucci, G.; Cucchiara, M.; Hill, J. Dolichos cell culture extract for protection against UV damage. *Cosmet. Toilet.* 2014, 129, 46–56

Carreras, M., Serra, E., Pozo, A., Viscasillas, A., Camps, M., Aliaga, A., Rais, B. (2008). La piel, estructura y funciones. Tipología cutánea. Fototipos.Universitat de Barcelona IL3, 5-30.

Choi, S. H., Yun, J., & Kwon, S. M. (2015). Study of functional cosmetics based on stem cell technology. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 12, 78-83.

Decisión, C. A. N. 833. Armonización de legislaciones en materia de productos cosméticos.[Internet].[Consultado 15 de Septiembre de 2022].

"Dinneny, J. R., & Benfey, P. N. (2008). Plant stem cell niches: standing the test of time. *Cell*, 132(4), 553-557."

Fam, V. W., Charoenwoodhipong, P., Sivamani, R. K., Holt, R. R., Keen, C. L., & Hackman, R. M. (2022). Plant-based foods for skin health: A narrative review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 122(3), 614-629.

Fernández,C. (2015). Cosméticos, una industria que maquilla sus resultados. El Tiempo. Recuperado de:<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16309521>

Filipović, M., Gledović, A., Lukić, M., Tasić-Kostov, M., Isailović, T., Pantelić, I., ... & Savić, S. (2016). Alp Rose stem cells, olive oil squalene and a natural alkyl polyglucoside emulsifier: Are they appropriate ingredients of skin moisturizers-in vivo efficacy on normal and sodium lauryl sulfate-irritated skin?. *Vojnosanitetski pregled*, 73(11), 991-1002.

Georgiev V, Slavov A, Vasileva I, Pavlov A. Plant cell culture as emerging technology for production of active cosmetic ingredients. *Eng Life Sci*. 2018 Jul 15;18(11):779-798. doi: 10.1002/elsc.201800066. PMID: 32624872; PMCID: PMC6999513.

Goyal, N., & Jerold, F. (2023). Biocosmetics: technological advances and future outlook. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(10), 25148-25169.

Ji, S. H., Akter, M., Ko, E. Y., Choi, E. H., Keum, Y. S., & Han, I. (2022). Enhancing Antioxidant Activities and Anti-Aging Effect of Rice Stem Cell Extracts by Plasma Treatment. *Applied Sciences*, 12(6), 2903. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/app12062903>

"Jo, H., Brito, S., Kwak, B. M., Park, S., Lee, M. G., & Bin, B. H. (2021). Applications of Mesenchymal Stem Cells in Skin Regeneration and Rejuvenation. *International journal of molecular sciences*, 22(5), 2410. <https://doi.org/10.3390/ijms22052410>"

Kolarsick, P. A., Kolarsick, M. A., & Goodwin, C. (2011). Anatomy and physiology of the skin. *Journal of the Dermatology Nurses' Association*, 3(4), 203-213.lyn APRN-BC, FNP. Anatomy and Physiology of the Skin. *Journal of the Dermatology Nurses' Association* 3(4):p 203-213, July 2011. | DOI: 10.1097/JDN.0b013e3182274a98

Lee, R., Ko, H. J., Kim, K., Sohn, Y., Min, S. Y., Kim, J. A., ... & Yeon, J. H. (2020). Anti-melanogenic effects of extracellular vesicles derived from plant leaves and stems in mouse melanoma cells and human healthy skin. *Journal of Extracellular Vesicles*, 9(1), 1703480.

"Li, L., & Xie, T. (2005). Stem cell niche: structure and function. *Annual review of cell and developmental biology*, 21(1), 605-631."

Martin, R. (2013). COSMETIC USE OF DEDIFFERENTIATED PLANT CELLS (FR Patent No. WO 2013/102882 A2). World Intellectual Property Organization. <https://patentimages.storage.googleapis.com/7b/de/0c/2f01f64b08d095/WO2013102882A2.pdf>

Miastkowska, M., & Sikora, E. (2018). Anti-aging properties of plant stem cell extracts. *Cosmetics*, 5(4), 55.

"MONTENEGRO, A. (2015). Estudio del marco legal del sector cosméticos y subsistema de calidad-comparación internacional. Bogotá DC."

Moruś, M., Baran, M., Rost-Roszkowska, M. y Skotnicka-Graca, U. (2014). Las células madre vegetales como innovación en cosmética.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906.

Portillo, L. A., Triviño, C.T., D'Leon, L.P., Baena, Y., & Aristizábal, F.A. (2012). Las células madre, piedra angular de rejuvenecimiento. *Aclarando conceptos. Medicina Cutánea Ibero-Latino-Americana*, 40(1), 3-10.

Qin, Q. (2023). ROS: Important factor in plant stem cell fate regulation. *Journal of Plant Physiology*, 154082.

Rodrigues, F. Cádiz, M. Nuñez, A. Pinto, A. Vinha, F. Borrás, I. Linares, M. Oliveira, B y Segura, A. (2018)12 - *Cosmetics*, Woodhead Publishing, pp. 393-427

Sengupta S, Kizhakedathil M, Deepa SP (2018) Plant stem cells—regulation and applications: a brief review. *Res J Pharm Technol* 11:1535–1540

Schmid D, Schürch C, Blum P, Belser E, Züllli F (2008) Plant stem cell extract for longevity of skin and hair. *Int J Appl Sci* 135:29–35

Swarbrick, J. (2013). *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology: Volume 6*. CRC press.

Tadros, T. (2013). *Cosmetics*. In: Tadros, T. (eds) *Encyclopedia of Colloid and Interface Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1007/978-3-642-20665-8_11

Tito, A.; Carola, A.; Bimonte, M.; Barbulova, A.; Arciello, S.; de Laurentiis, F.; Monoli, I.; Hill, J.; Gibertoni, S.; Colucci, G.; *et al.* A tomato stem cell extract, containing antioxidant compounds and metal chelating factors, protects skin cells from heavy metal induced damages. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2011, 33, 543–552

Trehan, S., Michniak-Kohn, B., & Beri, K. (2017). Plant stem cells in cosmetics: current trends and future directions. *Future science OA*, 3(4), FSO226.

Wang, J. V., Schoenberg, E., Rohrer, T., Zachary, C. B., & Saedi, N. (2019). Stem cells in aesthetic dermatology: bioethical and professional obligations. *Archives of Dermatological Research*, 311, 833-835.

Xu, F. W., Lv, Y. L., Zhong, Y. F., Xue, Y. N., Wang, Y., Zhang, L. Y., ... & Tan, W. Q. (2021). Beneficial effects of green tea EGCG on skin wound healing: A comprehensive review. *Molecules*, 26(20), 6123.

Yang, S., Yu, Q., Zhang, Y., Jia, Y., Wan, S., Kong, X., & Ding, Z. (2018). ROS: the fine-tuner of plant stem cell fate. *Trends in plant science*, 23(10), 850-853.

Zeng, J., Dong, Z., Wu, H., Tian, Z., & Zhao, Z. (2017). Redox regulation of plant stem cell fate. *The EMBO O journal*, 36(19), 2844-2855.