

1 de abril de 2015 | Vol. 16 | Núm. 4 | ISSN 1607 - 6079

ARTÍCULO

COLORANTES Y PIGMENTOS MICROBIANOS EN LA BELLEZA COSMÉTICA

*José Rubén Morones Ramírez, Verónica Alvarado
Martínez, Olga Lydia Flores Rocha, Juan Francisco
Villarreal Chiu, María Elena Cantú Cárdenas
y Dora Nely Menchaca López (UANL)*

COLORANTES Y PIGMENTOS MICROBIANOS EN LA BELLEZA COSMÉTICA

Resumen

Este trabajo trata sobre la historia y los procesos de producción de los cosméticos. La primera parte busca ahondar en los diferentes aspectos en los que los cosméticos influyeron en las antiguas civilizaciones y el rol social que juegan en la actualidad. A su vez, en la segunda parte busca describir los diferentes procesos mediante los cuales los cosméticos pueden ser producidos y de una manera cronológica se trata de exponer cómo la biotecnología ha jugado un rol fundamental en su síntesis y en la producción en masa de los mismos.

Los temas aquí abordados son de relevancia, ya que como se comprueba a lo largo de este trabajo, los cosméticos y tintes han marcado a las sociedades, tanto antiguas como contemporáneas.

Palabras clave: cosméticos, colorantes, biotecnología, procesos de producción, antiguas civilizaciones

COLORANTS AND PIGMENTS MICROBIAL COSMETIC BEAUTY

Abstract

This work focuses on the history and the processes of cosmetic production. The first part of this manuscript seeks to develop on the different social aspects and impact of cosmetics in ancient civilizations. Moreover, in the end the current social role of cosmetics is discussed. In its second part, the different processes by which cosmetics and dyes are synthesized are described. Finally, in a chronological manner, it is expressed how biotechnology has played a significant and fundamental role in the synthesis and mass production of cosmetics and dyes.

The topics described in this work are of relevance since along the manuscript we prove how cosmetics and dyes have shaped and marked entire societies (both old and new). This is why writing in depth on processes of production, especially biotechnological techniques, is of importance.

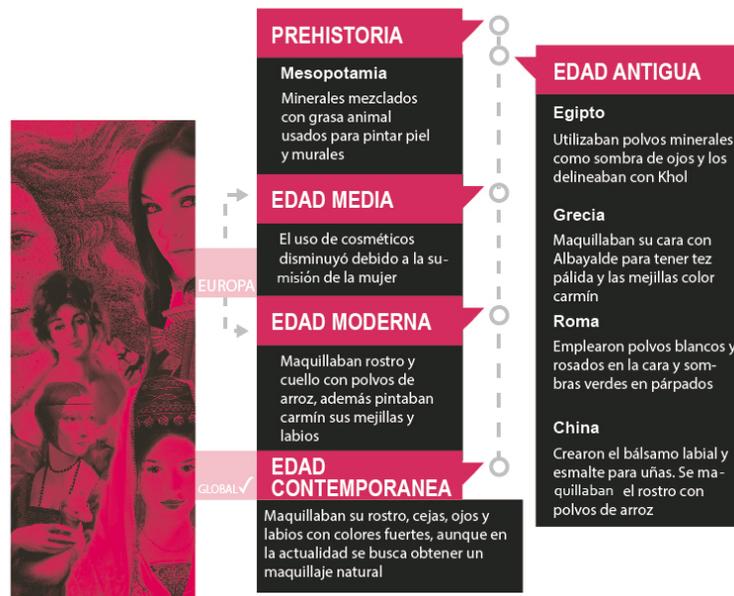
Keywords: cosmetics, colorants, biotechnology, production process, ancient civilizations

COLORANTES Y PIGMENTOS MICROBIANOS EN LA BELLEZA COSMÉTICA

Introducción

Los productos cosméticos se definen como aquellas sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios, órganos genitales externos, dientes y mucosas bucales) con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales (DOF, 2012).

Figura 1. Línea del tiempo del uso de los pigmentos en cosméticos.



El uso de los cosméticos se remonta a tiempos inmemorables. Como se muestra en la Figura 1, a lo largo de la historia, diversas culturas ya practicaban la decoración de la piel mediante colorantes o pigmentos (materiales o sustancias capaces de impartir un color característico, ya sea directamente o a través de su reacción con otras sustancias) (DOF, 2014).

Figura 2. Aplicación de la biotecnología para la obtención de colorantes similares a los de origen vegetal, animal o mineral.



Los colorantes pueden clasificarse con base en su naturaleza química como colorantes inorgánicos y colorantes orgánicos. Así como de acuerdo con su origen mineral, vegetal, animal o sintético. Hoy en día, los colorantes se obtienen de fuentes animales, vegetales o minerales, así

como también por procesos de síntesis (desarrollo de moléculas por medio de reacciones químicas) y mediante procesos biotecnológicos (obtención de pigmentos de origen microbiano como se ilustra en la Figura 2).

Debido al crecimiento del mercado de pigmentos para el uso en cosméticos, se requieren nuevas estrategias de producción que sean amigables con el medio ambiente y, a su vez, con la salud del consumidor. Por ello, gracias a sus destacables ventajas frente a los otros procesos de obtención, la obtención biotecnológica de pigmentos ha adquirido un gran interés en la industria cosmética. Por ser de origen biológico, este tipo de pigmentos es de bajo costo, fácil acceso y el bioproceso permite alcanzar altos rendimientos del mismo. En la Figura 3 se enlistan algunos colorantes que se obtienen mediante procesos biológicos.

Tabla 1. Colorantes orgánicos obtenidos mediante el uso de la biotecnología.

<i>Colorantes Orgánicos obtenidos mediante el uso de Biotecnología</i>	
Pigmento	Microorganismo(s)
Astaxantina (CI NR)	Microalgas <i>Haematococcus pluvialis</i>
	Hongos <i>Thraustochytrium sp.</i>
	Levaduras <i>Phaffia rhodozyma</i> <i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>
	Bacterias <i>Agrobacterium</i> <i>Alcaligenes</i>
Criptoxantina (CI 75300)	<i>Flavobacterium</i>
Luteína (CI 75135)	Microalgas <i>Chlorella</i> <i>Muriellopsis</i>
Cantaxantina (CI 40850)	Hongos <i>Cantharellus cinnabarinus</i>
	Bacterias <i>Brevibacterium</i> KY-4313
Fucoxantina (CI NR)	Algas pardas <i>Laminaria digitata</i>

CI: Código Internacional de referencia para identificar los pigmentos y colorantes
 NR: No reportado

Los colorantes a lo largo de la historia

Desde sus inicios, la humanidad ha sido atraída por la gama de colores presentes en la naturaleza, es por esto que desde la antigüedad se han utilizado los pigmentos naturales como una forma de expresión, adaptándolos a los diferentes estilos de vida y costumbres de importantes civilizaciones.

Para las culturas desarrolladas en Mesoamérica los pigmentos tuvieron un papel muy importante, ya que en un inicio sirvieron como medio de adaptación al ambiente y como repelentes de insectos, al usarlos como pintura corporal. Posteriormente se emplearon también para la decoración corporal, la cual podía ser permanente o temporal. La permanente consistía principalmente en los tatuajes, los cuales se usaban para la distinción de identidades sociales y jerarquías. La temporal se empleaba en rituales, ceremonias o guerras, con la cual se permitía resaltar una determinada cualidad del cuerpo. Estas decoraciones se hacían tanto en hombres como mujeres. Los pigmentos y colorantes naturales también fueron empleados para dar color a esculturas, edificaciones

públicas y religiosas, murales, telas, utensilios y vasijas (VELA, 2014; ROQUERO, 1995; GUIROLA, 2010).

Los pigmentos se obtenían de plantas, rocas e insectos, por ejemplo, se extraía de la pulpa que recubre las semillas del fruto achiote el color rojo anaranjado, mientras que el color índigo o añil se extraía de la planta *Indigófera tinctoria*. Dicha extracción se hacía por un proceso de fermentación de la maceración de la planta y añadiéndole una solución de cal o alumbre. Para la obtención del rojo bermellón se empleaba el mineral conocido como cinabrio o sulfuro rojo de mercurio, el cual se quemaba para la obtención del pigmento. Uno de los insectos más utilizados desde la época prehispánica es la cochinilla (*Dactylopius coccus*), el cual se encontraba en las pencas de nopal y del que se obtenía el pigmento color carmín. Dicho insecto fue producto de exportaciones al continente Europeo durante la época Colonial, y fue utilizado en cosméticos, tinción de ropajes y capas de altos mandos eclesiásticos (ROQUERO, 1995; DE LA FUENTE, 2001; CUIDAD, 2005; CNV, 2014).

La tendencia del uso de los pigmentos como cosméticos en la época prehispánica se presentó con los mexicas, ya que éstos tallaban sus mejillas con tierra amarilla o untaban una crema la cual contenía axin, que era una sustancia amarilla cérea obtenida de insectos. Con esto, las mujeres maquillaban el color natural de su piel morena pero en ocasiones ceremoniales los hombres también se pintaban cara y cuerpo (ALLEVATO, 2006).

Importancia de los cosméticos y su impacto en la sociedad

Los productos cosméticos cobran una elevada importancia en la vida cotidiana, ya que estos ayudan a definir el estilo y la personalidad de cada mujer, brindándole seguridad, confianza y belleza. Según Elizabeth Arden, pionera de la industria de la belleza y cambio de imagen en Estados Unidos, no hay mujeres feas, sólo mujeres que descuidan su belleza. Por ende, en el mercado existe una amplia gama de productos dedicados al cuidado personal y sobre todo a la estética de las mujeres. Para esta variedad de cosméticos para se incluye una clasificación en la Figura 4. Debido a que en la actualidad la buena presentación causa un gran impacto en la sociedad, la inversión hacia los cosméticos ha ido en aumento. Según datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), en México hay 57 481 307 mujeres, de las cuales el 67.4% son potenciales consumidores de cosméticos (2010), y según la Encuesta Nacional de

Tabla 2. Clasificación de los cosméticos.

Clasificación de los Cosméticos	
Área de los ojos	Lápiz de cejas Lápiz de ojos delineador de ojos Sombras de ojos Removedor de maquillaje para ojos Máscaras para pestañas
Piel	Rubores Polvos faciales Base de maquillaje (líquido, cremoso) Correctores faciales Maquillaje para piernas y cuerpo Cremas faciales Lociones faciales Cremas para manos y cuerpo Lociones para manos y cuerpo Talcos para los pies Máscaras faciales
Labios	Lápices labiales Brillo labial Protectores labiales Delineadores labiales
Capilares	Tintes para el cabello Shampoo coloreados Aerosoles para dar color Iluminador del cabello Shampoo Acondicionadores Decolorantes del cabello Lacas Geles Mousse Permanentes Laceadores Neutralizadores Lociones tónicas
Uñas	Base de esmalte Suavizante de cutícula Cremas para uñas Esmalte Removedor de esmalte Oleo para uñas Brillo para las uñas

Ingresos y Costos de los Hogares (2012), por trimestre en cada hogar mexicano se gasta en productos para el cuidado personal un promedio del 7.33% del Gasto corriente monetario (INEGI, 2014). Lo anterior conlleva a que la industria cosmética esté en constante crecimiento y su demanda vaya en aumento.

El consumo en México de productos de belleza ha llamado la atención de importantes empresas dedicadas a su fabricación ya que, de acuerdo con el presidente ejecutivo de L'Oréal, Jean-Paul Agon, las mexicanas invierten del 2 al 3% de sus ingresos en productos de belleza (ANDERSON, 2009), por lo que este país representa un importante consumidor para esta empresa.

En México, según reportes de la CANIPEC (Cámara y Asociación de la Industria del Cuidado Personal y del Hogar), en la cual se encuentran afiliadas 65 empresas dedicadas a la fabricación y venta de la industria del cuidado personal y del hogar, la industria del cuidado personal se ubica en el 11° lugar a nivel mundial y en el 2013 esta industria tuvo un crecimiento cercano al 5%, con lo que para el 2014 se estima alrededor del 4 al 5% de su crecimiento, con lo cual se afirma el incremento de la industria de cosméticos (CANIPEC, 2014).

Regulación de los cosméticos en la actualidad

Muchos de los cosméticos consumidos a lo largo de la historia provocaban alergias o incluso la muerte, ya que algunos de ellos contenían sustancias altamente tóxicas y no existían legislaciones para regular su fabricación. Actualmente, los cosméticos son mucho más seguros y las empresas fabricantes llevan a cabo pruebas exhaustivas para asegurarse de que sus productos no dañen la salud de sus clientes (Figura 5).

Para lograr este propósito en algunos países europeos y latinoamericanos se ha implementado la cosmetovigilancia, que es un sistema que sirve para el estudio, identificación y evaluación de los efectos adversos producidos por los cosméticos (ALIAGA, 2010). Las etapas involucradas en el ejercicio de la cosmetovigilancia básicamente son, el monitoreo de las reacciones adversas, la evaluación de la cantidad y el perfil de las reacciones además de la adopción de medidas preventivas o correctivas cuando sea necesario (RCTE, 2009). La implementación de la cosmetovigilancia consiste primordialmente en facilitar la comunicación del consumidor con el fabricante, para que ninguna de las dos partes se vea afectada.

En México, con la norma NOM-141-SSA1/SCFI-2012 se regula el "Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario comercial". En ésta se encuentran los requisitos de etiquetado, instrucciones de uso, información sanitaria, ingredientes y leyendas precautorias de productos cosméticos (DOF, 2012). Por otra parte, en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios (1999), en los Art. 190 y 191 se establecen las pruebas que deben llevarse a cabo para comprobar que los productos de belleza no causen daño a la salud (RCSPS, 2014). Sin embargo, a pesar de estas regulaciones, se pueden presentar casos en los que consumidores desarrollen reacciones adversas, por lo cual la aplicación de la cosmetovigilancia sería una medida para tomar acciones correctivas por parte de los fabricantes de productos cosméticos, sin tener que retirar productos del mercado.

Tabla 3. Colorantes utilizados en cosméticos.

Colorantes inorgánicos		Usos
Producto	Colorante	
Blanco titanio (CI 77891)	Óxido de titanio	Labiales, esmaltes, rubor, delineador, sombras para los ojos, máscaras para pestañas, maquillaje en polvo, maquillaje compacto, brillo labial, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Zinkoxid (CI 77947)	Óxido de zinc	Delineador, máscara para pestañas, corrector, micropigmentación.
Amarillo coninor (CI 77492)	Óxido de hierro	Labiales, esmaltes, delineador, sombras para los ojos, máscaras para pestañas, maquillaje en polvo, brillo labial, corrector, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Rojo Coninor (CI 77491)	Óxido de hierro	Labiales, esmaltes, delineador, sombras para los ojos, máscaras para pestañas, maquillaje en polvo, brillo labial, corrector, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Rojo Coninor (CI 77491)	Óxido de hierro	Labiales, esmaltes, delineador, sombras para los ojos, máscaras para pestañas, maquillaje en polvo, brillo labial, corrector, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Negro Coninor (CI 77499)	Óxido de hierro	Labiales, esmaltes, delineador, sombras para los ojos, máscaras para pestañas, maquillaje en polvo, brillo labial, corrector, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Sales de cobalto (CI 77346)	Óxido de cobalto	Delineador, máscara para pestañas, corrector, micropigmentación.
Polvos de oro (CI 77480)	Oro	Maquillajes exclusivos de costo elevado, micropigmentación.
Colorantes orgánicos de origen animal		
Cochinilla (CI 75470)	Carmin	Sombras para los ojos, maquillaje en polvo.
Cochinilla (CI 75470)	Ácido carmínico	Sombras para los ojos, maquillaje en polvo.
Colorantes orgánicos de origen vegetal		
Henna (CI 75480)		Colorante capilar y micropigmentación.
Carotenoides		
Pimentón CI 1975)	Capsantina	Labiales, polvos faciales.
Beta caroteno (CI 75130)	Beta caroteno	Cremas faciales, lociones faciales, lociones corporales, cremas para manos y cuerpos, micropigmentación.
Xantofilas (CI 75135)	Luteína	Cremas faciales, lociones faciales, lociones corporales, cremas para manos y cuerpos, protectores solares, micropigmentación.
Clorofilas		
Clorofila-Mg (CI 75810)	Clorofila-Mg	Aceite corporal, cremas para manos y cuerpo, tónicos, cremas faciales, lociones faciales, micropigmentación.
Clorofilas-Mg (CI 75810)	Clorofilina-Mg	Aceite corporal, cremas para manos y cuerpo, tónicos, cremas faciales, lociones faciales, micropigmentación.
Clorofilas-Cu (CI 75810)	Clorofila-Cu	Aceite corporal, cremas para manos y cuerpo, tónicos, cremas faciales, lociones faciales, micropigmentación.
Clorofilas-Cu (CI 75810)	Clorofilina-Cu	Aceite corporal, cremas para manos y cuerpo, tónicos, cremas faciales, lociones faciales, micropigmentación.
Colorantes de origen sintético o semisintético		
Ftalocianinas (CI 74160)	Azul ftalocianina	Labiales, esmaltes, rubor, maquillaje en polvo, maquillaje compacto, brillo labial, aceite y gel corporal, micropigmentación.
Fluoresceína (CI 45350)	Amarillo No. 7	Labiales no debe exceder 6% en el producto terminado.
Dibromofluoresceína (CI 45370)	Naranja No. 5	Labiales.
Tartrazina (CI 19140)	Amarillo No. 5	Cremas corporales, lociones, champú, acondicionadores, sombras para los ojos, labiales, polvos faciales, rubor, esmalte para uñas, micropigmentación.
Eosina (CI 45380)	Rojo No. 22	Labiales, esmaltes para uñas.
Yellow Oil 10629(CI 47000 + 26100)	Amarillo	Aceite corporal, tónicos y geles capilares, brillos labiales, protectores solares, bronceadores, mascarillas faciales.
Yellow Oil 10611(CI 47000 + 26100)	Amarillo	Aceite corporal, tónicos y geles capilares, brillos labiales, protectores solares, bronceadores, mascarillas faciales.
Green Oil 10632 (CI 47000 + 26100)	Verde	Tónicos y geles capilares, mascarillas faciales.
Green Oil 10633 (CI 47000 + 26100)	Verde	Tónicos y geles capilares, mascarillas faciales.
Orange Oil 10630 (CI 47000+26100)	Naranja	Aceite corporal, brillos labiales, protectores solares, bronceadores, mascarillas faciales.
Red 17 (CI 26100)	Lavanya Congo	Aceite corporal, brillos labiales, protectores solares, bronceadores, mascarillas faciales.

CI: Código internacional de referencia para identificar los pigmentos y colorantes

Obtención de colorantes para uso en cosméticos

La obtención de los colorantes sigue siendo de fuentes animales, vegetales o minerales, así como por procesos de síntesis y biotecnológicos.

Obtención de colorantes orgánicos según su origen

1. Origen animal

En la figura 6 se pueden ver algunos de los extractos (productos sólidos obtenidos por evaporación de una disolución de sustancias vegetales o animales) obtenidos de origen animal. Los que provienen de un insecto conocido como cochinilla (*Dactylopius coccus*), son colorantes naturales de color rojo, que contienen principalmente ácido carmínico, y se obtienen por extracción con agua o alcohol. Estos extractos se utilizan para la preparación de concentrados líquidos o en polvo (AGREDA, 2009; AQUINO, 2014).

Figura 3. Obtención de colorantes orgánicos: a) producción de colorante en habas; b) obtención de colorante (pimentón) de pimientos secos; c) colorantes sintéticos; d) polvo de henna obtenido de hojas secas de *Lawsonia alba*; e) concentrados líquidos y en polvo extraídos de la cochinilla fina.



2. Origen vegetal

La capsantina es el principal carotenoide del pimiento común (*Capsicum annuum*) y del pimentón (polvo obtenido de la molienda de pimientos secos) utilizado extensamente en España (y en Hungría, con el nombre de paprika) como especia, por su color y aroma (CALVO, 2014). Además de impartir color, posee propiedades antioxidantes, las cuales ayudan al organismo a prevenir el envejecimiento celular (Ibíd.)

Las clorofilas son otro tipo de colorantes obtenidos de fuentes vegetales, por ejemplo, de las habas (*Vicia faba*). Su extracción se realiza empleando solventes, como etanol o acetona, y aporta una gama de color verde, que va desde claro hasta oscuro (MP, 2014; MPP, 2014).

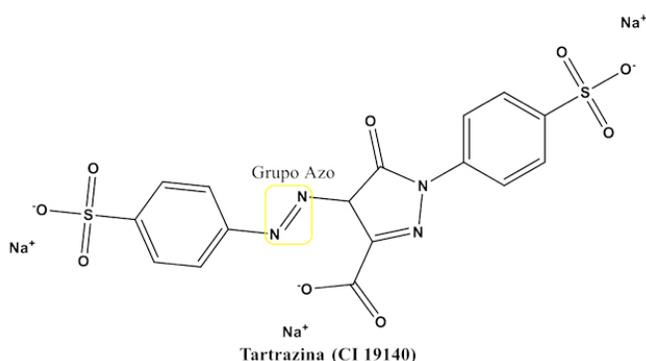
Por último, se menciona la henna, la cual se consigue de las hojas secas de la planta *Lawsonia inermis*, por extracción acuosa. Ésta provee un color marrón rojizo y ha sido utilizada históricamente para colorear el cabello, la piel y las uñas (MARRERO, 2014).

3. Origen sintético o semisintético

Los colorantes más habituales en los maquillajes son de origen sintético, los cuales se obtienen por medio de reacciones químicas. Éstos han sido muy usados ya que presentan varias ventajas sobre los de origen natural, dentro de las cuales se destaca su estabilidad y amplia gama de coloraciones, con tonos brillantes y difíciles de imitar por el resto de colorantes, tanto de origen mineral como natural. Sin embargo, estudios recientes demuestran que algunos de ellos pueden llegar a causar problemas a la salud.

Entre los colorantes sintéticos y semisintéticos destacan los derivados azo, como se muestra en la Figura 7. Éstos, al igual que la eosina (de origen sintético), pueden actuar depositándose sobre la piel o coloreándola. Por otro lado, las sales metálicas del ácido esteárico aportan coloraciones blanquecinas y tienen gran poder cubriente, ya que se adsorben con eficacia sobre la piel. En ocasiones aparecen disueltos en algún disolvente que se evapora al ser puesto en contacto sobre la piel, el colorante se deposita en forma de capa sobre la piel, se habla entonces de lacas (MP, 2014).

Figura 4.



Obtención de colorantes inorgánicos

Los colorantes inorgánicos (mostrados en la Figura 8) son, en su mayoría, óxidos metálicos o sales metálicas inorgánicas que se obtienen de fuentes minerales. Para cumplir su función deben actuar como polvo inerte, es decir, tienen que aparecer en estado sólido en forma de polvo o suspendidos en algún medio (como ocurre en los maquillajes fluidos), pero en general no podrán aparecer disueltos (MP, 2014).

Estos colorantes poseen varias propiedades que los hacen interesantes. Por un lado, son compuestos fáciles de conseguir y de formular, además de ser relativamente estables, ya que en su estado natural no son alterados fácilmente por microorganismos. Su mayor inconveniente está en que no aportan una gama cromática excesivamente amplia, es decir, mediante la mezcla de diferentes tipos de colorantes inorgánicos sólo se conseguirá un número de colores limitado. Algunas sustancias inorgánicas no se usan para aportar coloraciones directamente, sino para conseguir brillos, es decir, lograr un aspecto nacarado. Los principales pigmentos inorgánicos son los óxidos de hierro y dió-

Figura 5. Obtención de colorantes inorgánicos: a) óxido de hierro y su efecto metalizado en cosméticos; b) dióxido de titanio y su efecto blanco plateado en cosméticos.

xido de titanio combinados con mica (mineral múltiple con colores muy diversos), respectivamente. La primera combinación (óxido de hierro-mica) aporta un efecto metalizado y la segunda (dióxido de titanio-mica) un color blanco plateado con efectos iridiscuentes (MP, 2014).



Óxido de hierro y su efecto metalizado en cosméticos

a



Dióxido de titanio y su efecto blanco plateado en cosméticos.

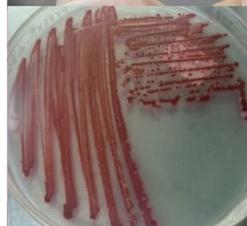
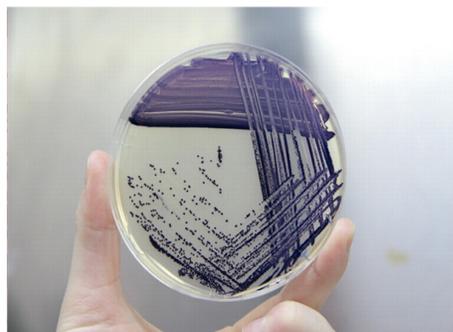
b

Biotecnología cosmética

El uso de los cosméticos ha sido ampliamente explotado a lo largo de la historia. Desde la antigüedad, se han empleado los pigmentos tanto en hombres como en mujeres con distintos fines, dependiendo de las civilizaciones, para mantener diferentes costumbres o tradiciones (rituales, caza, jerarquización, distinción de status social o simple cuidado personal). La industria de los cosméticos empezó a desarrollarse a partir del siglo XIX, cuando aparecieron empresas como POND'S (1846) y AVON (1886) en América y L'ORÉAL (1909) en Europa. Los productos cosméticos fabricados por las empresas antes mencionadas, fueron utilizados por los consumidores para imponer moda, hacer distinción entre grupos sociales o con fines decorativos, pero siempre siendo el objetivo principal el embellecimiento.

Actualmente, la búsqueda de la belleza mediante los cosméticos no es cuestión de géneros, ya que también los hombres han mostrado interés en el uso de algunos de ellos, incluso hay algunas empresas que ofrecen líneas exclusivas para caballero (MARTEL, 2014). La cosmética masculina, es en general, un mercado en constante expansión. Según Euromonitor International Ltd, entre 2008 y 2013, el uso de los productos del cuidado personal masculino tuvo un crecimiento del 36% (CAD, 2014).

A finales del siglo XX renace la aplicación de maquillajes permanentes, como la micropigmentación de cejas, ojos y boca para resaltarlas, delinearlas y corregir imperfecciones. Esta práctica atiende las necesidades de la mujer en la vida moderna, debido a la comodidad y ahorro de



Microorganismo pigmentado sobre una placa de Petri con agar extracto de malta.

Figura 6.

tiempo y dinero que representa. A su vez, la obtención biotecnológica de pigmentos adquirió un gran interés en la industria cosmética, por la capacidad que presentan algunos microorganismos para producir diversos pigmentos (como se muestra en la Figura 9), así como también a sus destacables ventajas frente a los otros procesos de obtención. Este tipo de pigmentos, al ser de origen biológico, son de bajo costo y fácil acceso. Además, su producción no depende de las condiciones ambientales como los extraídos de las plantas, su tasa de crecimiento es mayor en comparación con la de los animales, y se pueden lograr altos rendimientos y alta pureza de los mismos.

El inicio del uso de microorganismos para la obtención de pigmentos, data de mediados del siglo XX con la bacteria *Corynebacterium michiganense*, de la cual se obtuvo el carotenoide cantaxantina (SAPERSTEIN y STARR, 1954). Posteriormente, la levadura *Phaffia rhodozyma* se empleó para optimizar la producción de astaxantina, obteniendo un rendimiento entre 50 y 300 microgramos de astaxantina por gramo de levadura seca según la cepa (grupo de organismos emparentados, como las bacterias, los hongos o los virus, cuya ascendencia común es conocida) (VILLA *et al.*, 1999). En 1976, Andrewes y colaboradores sugirieron una posible ruta biosintética para la producción de astaxantina. Más tarde, en 1989, An y colaboradores obtuvieron por mutación las primeras cepas recombinantes (organismos cuyo ADN es el resultado de la unión de fragmentos de ADN provenientes de distintos seres vivos) hiperproductoras de este pigmento, cuyo rendimiento oscilaba entre 137.5 y 825 microgramos de astaxantina por gramo de levadura seca, apreciándose un aumento considerable (BHOSALE, 2004).

Se han realizado estudios variando las condiciones ambientales y nutricionales con el fin de mejorar el rendimiento de los pigmentos. Tal es el caso de la acumulación de luteína en *Muriellopsis sp.*, la cual, al ser irradiada con luz blanca, aumentó su rendimiento en un 40% (NAM *et al.*, 2013). A su vez, estudios recientes con *Escherichia coli* recombinante, han demostrado rendimientos de 2470 microgramos de betacaroteno por litro de medio de cultivo suplementado con aminoácidos (COSMETOLOGAS, 2013).

Los carotenoides, en general, además de impartir color a diversos productos cosméticos como cremas o labiales, también juegan un papel importante en la salud. La astaxantina, al igual que el betacaroteno, posee propiedades antioxidantes y protegen la piel de la radiación ultravioleta (UV) (COSMETOLOGAS, 2013; ZQ, 2014). La exposición prolongada a estos rayos puede causar envejecimiento prematuro de la piel, arrugas, manchas oscuras y cáncer (AEDV, 2013). Diversos estudios han mostrado que un simple cambio en el comportamiento, como el emplear cremas fotoprotectoras (son aquellas destinadas a filtrar ciertos rayos UV) puede disminuir el desarrollo de cáncer de piel, pues estamos diariamente expuestos a las radiaciones (GAJARDO *et al.*, 2011).

Adicionado a esto se ha puesto gran atención a procesos biotecnológicos de síntesis para producir pigmentos y colorantes en cosméticos mediante cepas bacterianas. La fermentación de microorganismos ayudada con la manipulación genética ha permitido explotar la producción de cosméticos y colorantes. Con los avances en la manipulación genética se han querido recrear las trayectorias biológicas que utilizan seres vivos complejos para producir pigmentos e incorporarlos en microorganismos para producirlos con mayor rapidez y eficacia. De esta manera se ha logrado producir la cantaxantina en *D. Natronolimnaea* (RCTE, 2009). Otro caso de éxito es la producción del pigmento prodigiosina en *S. marcescens* (CAD, 2014). Finalmente, se han logrado diseñar extrac-

tos y procesos de producción de la violaceína en el microorganismo *Duganella* y de un pigmento azul con propiedades antimicrobianas (piocianina) en *P. aeruginosa* (RINALDI, 2008).

La última ola en el área de cosméticos está fundamentada en la avanzada investigación que incluye el uso de ingredientes derivados de la biotecnología basados en perfiles genéticos de individuos conforme a su cuidado de la piel y sus hábitos nutricionales. A su vez se han desarrollado productos y terapias cosméticas apoyadas en investigación en células madre, lo cual permite regenerar tejidos o células mediante la ingeniería del tejido o células para usos cosméticos. Por ejemplo, se han logrado incorporar enzimas desarrolladas en distintos microorganismos que permiten reparar tejido dañado después de haber sido expuesto a radiación solar. También se han utilizado enzimas que permiten digerir pigmentos en piel debido al envejecimiento. Otros cosméticos de microorganismos, como exopolisacáridos o biopolímeros, se han logrado emplear en el estiramiento de la piel para permitir borrar arrugas y marcas de la edad o simplemente para alargar la humectación en la piel.

Esta variedad de usos ha permitido que los laboratorios de desarrollo de cosméticos se diversifiquen en distintas áreas de la biotecnología para desarrollar tecnologías en matrices biológicas, antioxidantes o de moléculas anti envejecimiento, siempre con el objetivo de hacer que el ser humano se vea mejor, diferente y, en los últimos años, acentuando el verse más joven. Es así como las compañías farmacéuticas han logrado desarrollar patentes de desarrollo de compuestos o moléculas que, mediante la biotecnología, permitan desarrollar estas funciones (CAD, 2014; GAJARDO *et al.*, 2011). Claro es el ejemplo de Helix Biomedix, quien recientemente patentó más de 80 trabajos en el área de péptidos para el uso en cosméticos para la piel. Estas patentes han permitido lanzar más de 20 productos al mercado (RINALDI, 2008).

Finalmente, el mercado de las células madre ha atraído un gran interés en las empresas de cosméticos, dado que se ha logrado explotar su potencial para el cuidado de la piel. Proteonomix, por ejemplo, como compañía de biotecnología, ha lanzado recientemente una línea de productos anti envejecimiento derivados de proteínas obtenidas de líneas madre celulares. La inspiración proviene del aparente brillo que se nota en la mujeres embarazadas. Durante su embarazo, las mujeres empiezan a incrementar la producción de proteínas específicas en respuesta a las secreciones producidas por el embrión. Éstas afectan específicamente los receptores de fibroblastos y keratinocenos que aumentan la producción de colágeno. Es por esto que la empresa ahora produce estas proteínas en sus cosméticos que atacan el envejecimiento, pigmentación de la piel, arrugas y grosor de la piel (RINALDI, 2008).

Problemática actual

En la primavera de 1993, México se convirtió en el primer país en Latinoamérica en reportar el índice UV a través del Sistema Internacional de Monitoreo Ambiental (SIMA). El índice de luz UV proporciona a la gente una idea de cuán intensa es la radiación en el área donde vive, en una escala del 1 a 11+ (mostrada en la Figura 10) (OMS, 2003). Nuevo León registra altos índices de radiación UV, oscilando con regularidad por encima del nivel 11, considerado como “extremadamente alto”. Según la escala de medición del Sistema de

Monitoreo Atmosférico (SIMAT), este valor conlleva a la incidencia cada vez más frecuente de contraer cáncer en la piel. Es conveniente emplear cremas fotoprotectoras para la prevención de esta enfermedad, y el factor de protección solar (FPS) recomendado varía según el tipo de piel (DOF, 2014; SMA, 2014). Los FPS representan la manera de medir la eficacia de los protectores solares e indican el tiempo que podemos exponernos al sol sin riesgo de quemaduras. Por ejemplo, si una persona de piel clara puede exponerse al sol 15 minutos sin presentar enrojecimiento ni quemaduras, un FPS 15, utilizado de manera adecuada, la protegerá del sol durante 225 minutos. Explicado de otra manera: un protector solar con FPS 15 bloqueará 14 “dosis” de radiación y con la 15ª se presentarán quemaduras, es decir, que bloquea 14/15 de los rayos UV, lo que equivale a un 93.3%. Pero de manera general, cuando existe un nivel de radiación extremo, independientemente del tipo de piel, es recomendable utilizar un FPS 50+, el cual nos protegerá hasta de un 98% de la radiación UV.

Figura 7. Escala del Índice Ultravioleta dividida en categorías de exposición: Código Internacional de Colores.



El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) reporta diariamente, por regiones, el índice de luz ultravioleta, y está incluido en el pronóstico del tiempo (SMN, 2014).

Conclusiones

Hoy en día se han aprovechado las propiedades que presentan los carotenoides, no sólo para aportar color a diversos productos, sino también como antioxidantes en cremas fotoprotectoras. Además, se han empleado como ingredientes activos en cremas que retardan el envejecimiento.

En la actualidad se apuesta por el uso de la biotecnología para obtener estos pigmentos y colorantes, ya que implica procesos más baratos, sustentables y, sobre todo, seguros para la salud del consumidor. ☒

Bibliografía

- [1] ACADEMIA ESPAÑOLA DE DERMATOLOGÍA Y VENEROLOGÍA, “¿Cómo afectan los rayos UV a tu piel?”, [en línea]: <<http://aedv.es/profesionales/actualidad/dermagazine/articulos/como-afectan-los-rayos-uv-tu-piel>> [Consulta: junio, 2014].
- [2] AGREDA, M.A. *Evaluación de seis métodos para la extracción de ácido carmínico obtenida a partir de cochinilla (Dactylopius coccus costa) según condiciones de laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Tesis de grado de licenciatura, Guatemala: USAC, 2009.
- [3] ALIAGA, Ana. “Cosmetovigilancia”, *Más dermatol*, Nro. 11, pp. 2-3 [en línea]: <<http://www.masdermatologia.com/PDF/0062.pdf>> [Consulta: junio, 2014].
- [4] ALLEVATO, M. “Cosméticos – maquillajes”, *Act Terap Dermatol*, 2006, Nro. 29, pp. 200.
- [5] ANDERSON, Barbara, “Mexicanas recortan todo menos maquillaje”, *CNN Expansión*, 15 de diciembre de 2009 [en línea]: <<http://www.cnnexpansion.com/expansion/2009/11/25/mexico-la-nina-bonita>> [Consulta: mayo, 2014].
- [6] AQUINO PÉREZ, G. “Producción de grana cochinilla”, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimnetación [en línea]: <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Producci%C3%B3n%20de%20Grana%20Cochinilla.pdf>> [Consulta: junio, 2014].
- [7] BHOSALE, P. “Environmental and cultural stimulants in the production of carotenoids from microorganisms”, *Appl Microbiol Biotechnol*, 2004, Nro. 63, pp. 351-361.
- [8] CALVO, Miguel, “Carotenoides”, *Bioquímica de los alimentos* [en línea]: <milksci.unizar.es/bioquímica/temas/pigmentos/carotenoides.html> [Consulta: junio, 2014].
- [9] CÁMARA Y ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL CUIDADO PERSONAL Y DEL HOGAR, “Marco legal del sector del cuidado personal y del hogar”, [en línea]: <http://www.canipeec.org.mx/woo/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=28> [Consulta: mayo, 2014].
- [11] CENTRAL AMERICA DATA, “Tendencias del Mercado de Belleza en México”, *Central America Data*, [en línea]: <http://www.centralamericadata.com/es/article/business_commerce/Tendencias_del_mercado_de_belleza_en_Mxico> [Consulta: junio, 2014].
- [12] COLORANTES NATURALES DEL VALLE, [en línea]: <<http://coloresdelvalle.galeon.com>> [Consulta: junio, 2014].

- [13] COSMETOLOGAS, “Nuevos ingredientes en cosméticos: algas, jalea real y astaxantina”, [en línea]: <<http://www.cosmetologas.com/noticias/val/1581-37/nuevos-ingredientes-en-cosm%C3%A9ticos-algas-jalea-real-y-astaxantina.html>> [Consulta: junio, 2014].
- [14] CUIDAD, A. *et al.*, *Antropología de la Eternidad: la muerte en la cultura maya*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones filológicas, 2005.
- [15] DE LA FUENTE, B., *La pintura mural prehispánica en México*, México: Encuadernación Palacios S.A., Universidad Nacional Autónoma de México, 2001.
- [16] DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, *Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial*, NORMA Oficial Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012”, 2012, [en línea]: < http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5269348&fecha=19/09/2012> [Consulta: junio, 2014]
- [17] -----, *ACUERDO por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza*, 2014, [en línea]: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5335505&fecha=11/03/2014> [Consulta: mayo, 2014].
- [18] GAJARDO, S. *et al.* “Astaxantina: antioxidante de origen natural con variadas aplicaciones en cosmética”, *BIOFARBO*, 2011, Vol. 19, Nro. 2, pp. 6-12.
- [19] GUIROLA, C., “Tintes naturales: su uso en Mesoamérica desde la época prehispánica”, *FLAAR, Mesoamérica*, copyright, 2010.
- [20] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA [en línea]: <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>> [Consulta: mayo, 2014].
- [21] MARRERO, Lemes, “Riesgos de los tatuajes con henna negra”, *About* [en línea]: <<http://tatuajes.about.com/od/Henna-Tatuajes/a/Riesgos-De-Los-Tatuajes-Con-Henna-Negra.htm>> [Consulta: junio, 2014].
- [22] MARTEL, Cristina, “Crema solar facial SPF 50 de Collistar con Luteína, ideal pieles masculinas sensibles”, *Tendencias Hombre*, [en línea]: <<http://www.tendencias hombre.com/piel-y-manos/crema-solar-facial-spf-50-de-collistar-con-luteina-ideal-pieles-masculinas-sensibles-mi-prueba>> [Consulta: junio, 2014].
- [23] EL MODERNO PROMETEO, “Cosméticos decorativos, características, componentes y clasificación” [en línea]: <http://www.elmodernoprometeo.es/Sitio_web/Cosmetologia_files/cosmeticosdecorativos.pdf> [Consulta: mayo, 2014].

- [24] MON PETIT POT, “Colorante natural Clorofila” [en línea]: <<http://monpetitpot.es/tienda/fragancias-aromas-y-colorantes/producto/104-colorante-natural-clorofila#ficha-técnica>> [Consulta: junio, 2014].
- [25] NAM, H.K. *et al.* “Increase in the production of beta-carotene in recombinant *Escherichia coli* cultured in a chemically defined medium supplemented with amino acids”, *Biotechnol Lett*, 2013, Nro. 35, pp. 265-271.
- [26] OMS, “Índice UV solar mundial”, [en línea]: <<http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>> [Consulta: junio, 2014].
- [27] *Revista de cosméticos y tecnología en español*, octubre-diciembre, 2009, Vol. 8, Nro. 4 [en línea]: <<http://www.cosmeticsonline.la/pdfs/ctla84.pdf>> [Consulta: junio, 2014].
- [28] RINALDI, Andrea, “Healing Beauty?”, *European Molecular Biology Organization*, 2008, Vol. 9, Nro. 11, pp. 1073-1077.
- [29] ROQUERO, A., Colores y colorantes de América, *Anales del Museo de América*, 1995, Nro. 3, pp. 145-160.
- [30] SAPERSTEIN, S. y M. P. Starr, “The Ketonic Carotenoid Canthaxanthin Isolated from a Colour Mutant of *Corynebacterium michiganense*”, *Biochem J.* 1954, Vol. 57, Nro. 2, pp. 273–275.
- [31] SECRETARÍA DE SALUD, Reglamento de control sanitario de productos y servicios, 2014 [en línea]: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html>> [Consulta: junio, 2014].
- [32] SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL [en línea]: <http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=48> [Consulta: junio, 2014].
- [33] TENORIO TRILLO, M., *Artilugio de la nación moderna: México en las exposiciones universales, 1880-1930*, México: UNAM.
- [34] SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO [en línea]: <<http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php?opcion=2&opcioninfoproductos=23>> [Consulta: junio, 2014].
- [35] VELA, Enrique, “Decoración corporal prehispánica” [en línea]: <<http://www.arqueomex.com/S9N5n1Esp37.html>> [Consulta: junio, 2014].
- [36] VILLA, Tomás, *et al.* “Phaffia rhodozyma: Primer microorganismos explotado para la producción de astaxantina”, *Bioteconología y Aplicaciones de Microorganismos Pigmentados* [en línea]: <<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/10771/1/CC%20>

48%20art%201.pdf> [Consulta: junio, 2014].

[37] ZEUS QUÍMICA, “Carotenoides Naturales”, [en línea]: <<http://www.zeusquimica.com/ftp/noticias/Nutricion/NOTICIAS%20ZQ%20-%20CAROTENOIDES.pdf>> [Consulta: junio, 2014].