

Extracción de oleorresinas de pimentón y su aplicación como colorante rojo como alternativa al rojo 40

Angela Giovanna Maltese Campos¹, Regina Soledad Noriega Ramírez¹,

¹ Universidad La Salle, Facultad de Ciencias Químicas. México, México.

angelamaltese@lasallistas.org.mx, regina.noriega@lasallistas.org.mx

Resumen. El Rojo 40 (Allura Red AC) es un colorante azo utilizado en alimentos procesados para intensificar colores rojizos y sabores. Derivado del alquitrán de hulla, su uso se ha asociado con efectos adversos para la salud, como irritación gastrointestinal, alergias y posible actividad carcinogénica. Frente a esta problemática, se propone la extracción de oleorresina de pimentón como una alternativa natural y menos nociva para su uso como colorante rojo. El objetivo principal fue obtener dicha oleorresina y evaluar su capacidad de tinción en masa comestible, líquidos de consumo alimentario, crema y jabón corporal. La oleorresina obtenida presentó una coloración intensa, termoestable y con buena afinidad de tinción en la mayoría de los medios evaluados. Los resultados sugieren que, bajo condiciones controladas, la oleorresina de pimentón puede sustituir al Rojo 40 en aplicaciones cosméticas y, potencialmente, alimentarias. Se concluye que esta alternativa representa una opción viable, natural y segura ante la creciente preocupación por los efectos de los aditivos sintéticos en la salud humana. Además, al reducir la exposición a compuestos potencialmente tóxicos y promover el uso de ingredientes naturales, esta propuesta contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los relacionados con la salud y el consumo responsable.

Palabras Clave: Rojo 40, Oleorresina, colorante natural.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

El uso de colorantes sintéticos en alimentos y productos de consumo masivo representa una problemática prioritaria en el ámbito de la salud pública y la industria alimentaria. En particular, el Rojo 40 (*Allura Red AC*), un colorante azo (Figura 1), es ampliamente utilizado para intensificar el color y sabor de diversos alimentos procesados, tales como cereales, bebidas, botanas y productos lácteos. No obstante, diversos estudios han documentado que su consumo constante está asociado con efectos adversos en la salud humana, incluyendo irritación gastrointestinal, alergias, trastornos neurológicos y posible actividad carcinogénica.

Este problema es de particular relevancia debido a la alta exposición poblacional, ya que el Rojo 40 está presente en una gran variedad de productos de consumo cotidiano. A nivel mundial, la toxicidad de algunos colorantes sintéticos ha motivado restricciones o prohibiciones en ciertos países, principalmente en Europa y Asia, mientras que en México su uso sigue permitido, lo que incrementa la preocupación por los posibles efectos nocivos a largo plazo.

Diversos autores han abordado esta problemática desde distintas perspectivas, destacando el desarrollo de métodos analíticos para la detección y control de estos aditivos, así como la búsqueda de alternativas naturales que sustituyan a los colorantes sintéticos sin comprometer la calidad y seguridad de los productos. En este sentido, la oleorresina de pimentón, un extracto natural rico en carotenoides se presenta como una opción prometedora, debido a su color vibrante, propiedades antioxidantes, buena resistencia térmica y un bajo contenido de agua, lo que disminuye el riesgo de oxidación y el desarrollo microbiano.

El presente proyecto de investigación se vincula directamente con la meta 3.9 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar), que busca reducir el número de muertes y enfermedades causadas por sustancias químicas peligrosas y la contaminación ambiental. Asimismo, contribuye a la meta 12.4 del ODS 12 (Producción y consumo responsables), al promover alternativas

sostenibles que disminuyan el uso de aditivos sintéticos potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente. De esta manera, la propuesta busca contribuir a una alimentación más saludable y a la reducción de riesgos asociados al consumo de productos procesados.

2 Objetivo

Extraer y caracterizar la oleorresina obtenida a partir de pimentón y evaluar sus propiedades de tinción en diversos materiales, con el propósito de determinar su viabilidad como colorante natural para sustituir al Rojo 40 en algunos alimentos y cosméticos, contribuyendo así a la reducción del uso de aditivos sintéticos perjudiciales para la salud.

3 Propuesta teórico-metodológica

El proyecto se sustentó en la toxicidad de los colorantes sintéticos, en particular del Rojo 40 (Allura Red AC), y el creciente interés por alternativas naturales derivadas de fuentes vegetales. Se retomaron estudios previos sobre los efectos adversos del Rojo 40, así como investigaciones que describen la composición y estabilidad de la oleorresina de pimentón, rica en carotenoides como licopeno, luteína y capsantina (Figura 2).

Para alcanzar el objetivo planteado, se empleó una metodología experimental dividida en tres etapas: a) extracción; b) purificación y caracterización y c) evaluación.

La extracción de la oleorresina se realizó por 2 métodos de extracción sólido-líquido: la primera fue con ayuda del Soxhlet y la segunda con sonicación, utilizando como solvente de extracción hexano. Una vez obtenido el extracto general, se realizó la purificación por cromatografía en columna (fase móvil hexano/acetato de etilo 9:1) de una parte de este, separando los tonos rojos para poderlos caracterizar y a la vez compararlos con toda la oleorresina sin purificar con la finalidad de corroborar las moléculas presentes en el mismo. Posteriormente, se evaluó su capacidad de tinción en diferentes sustancias: masa comestible, crema corporal, bebidas alimenticias, y jabón corporal. La elección de estos materiales se basó en su similitud con productos reales del mercado que contienen colorantes sintéticos.

La población objetivo del proyecto está compuesta por consumidores expuestos a aditivos sintéticos, especialmente niños, adolescentes y adultos jóvenes, quienes presentan una mayor probabilidad de consumo frecuente de alimentos procesados con Rojo 40.

4 Discusión de resultados

Se realizaron tres extracciones distintas con hexano a partir de 10 gramos de pimentón: dos por sonicación y una en equipo Soxhlet obteniendo un rendimiento del 10%. Las extracciones asistidas por ultrasonido requirieron menor tiempo de extracción, consumiendo menor energía y obteniendo mejores rendimientos (11.76%). Esto respalda su viabilidad como método de extracción sostenible, alineado con la meta 12.2 de los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que promueve el uso eficiente de recursos naturales.

Posteriormente, se purificó uno de los extractos obtenidos por sonicación mediante cromatografía en columna. Se utilizaron distintos eluyentes con polaridad creciente para separar los carotenoides presentes, seleccionando la tercera fracción por su color rojo más intenso (Figura 3). La cromatografía en capa fina (CCF) permitió determinar la presencia de compuestos rojizos como capsantina, capsorrubina, licopeno y luteína (Figura 2) y validar la fracción con mayor potencial colorante. Lo anterior se corroboró caracterizando el extracto purificado y la oleorresina general mediante espectroscopía de Ultravioleta-Visible (Figura 5), en donde se observa que prácticamente todos los colores ya sean puros o mezclados, absorben en la misma longitud de onda, con el mismo patrón de enlaces conjugados del tipo $\pi-\pi^*$, confirmando de esta forma la presencia de carotenoides en general.

Se realizaron pruebas de tinción con tres muestras: el extracto Soxhlet, el extracto por sonicación y la fracción tres purificada. En medios líquidos (leche, jugo de limón, agua) no se observó tinción, debido a la baja polaridad de los pigmentos. Sin embargo, en pruebas con masa de arepa (Figura 4), todos los extractos naturales tiñeron de naranja con una intensidad similar, aunque menor que la del colorante Rojo 40. Al evaluar la termoestabilidad (Figura 4a), las masas teñidas se calentaron en microondas. La masa con Rojo 40 se quemó, al igual que la del extracto Soxhlet —posiblemente por residuos de hexano inflamable—, mientras que la fracción purificada se mantuvo estable. Esto indica que el extracto natural purificado puede ser más adecuado para aplicaciones térmicas y representa una alternativa más segura, considerando que el Rojo 40 contiene enlaces azo ($-N=N-$) termosensibles que pueden generar productos tóxicos al degradarse (ODS 3.9).

Se realizaron pruebas complementarias de solubilidad y estabilidad térmica en aceite mineral, glicerina y propilenglicol. Se observó que el Rojo 40 no se disolvió en aceite mineral, mientras que los extractos naturales presentaron baja solubilidad en glicerina a temperatura ambiente. Tras calentar por cuatro minutos, los pigmentos naturales intensificaron su color debido a una mayor solubilidad y a la ruptura de micelas, lo que permitió una mejor dispersión. En particular, el extracto por sonicación mostró mejor afinidad con el propilenglicol, dada su naturaleza parcialmente apolar. Estas características son deseables en formulaciones cosméticas, especialmente en productos que incluyen fases oleosas.

Finalmente, en pruebas cosméticas, la oleoresina se integró homogéneamente en crema corporal, aportando un tono rojo intenso sin alterar la textura. En jabón de tocador, brindó una tonalidad naranja-rosada leve sin dejar residuos en la piel tras el lavado. En labiales brindó una tonalidad naranja uniforme sin generar manchas en la piel, se realizaron pruebas dermatológicas en las que no hubo irritación, lo que demuestra su compatibilidad con este tipo de productos. (Figura 4b)

Estos resultados sugieren que la oleoresina de pimentón representa una alternativa prometedora, segura y sostenible al Rojo 40. Su uso puede contribuir a reducir la exposición a colorantes sintéticos, promover el aprovechamiento de recursos naturales renovables (ODS 12.4) y favorecer prácticas responsables en la industria alimentaria y cosmética.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

La investigación demostró que la oleoresina extraída del pimentón representa una alternativa sólida, segura y eficaz al colorante sintético Rojo 40. Su buena estabilidad térmica, afinidad por medios lipofílicos y compatibilidad con productos cosméticos y alimentarios respaldan su viabilidad como colorante natural. Al estar compuesta por pigmentos naturales no tóxicos, su uso contribuye a reducir la exposición a sustancias sintéticas potencialmente peligrosas, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3.9, 12.2 y 12.4.

Las oleoresinas destacan por su ausencia de toxicidad y por su alto contenido de carotenoides, compuestos identificados mediante espectroscopía UV-Vis e infrarroja (IR). Estos pigmentos, además de conferir la coloración rojiza característica, poseen propiedades antioxidantes y beneficios potenciales para la salud humana.

Perspectivas a futuro: Se plantea ampliar el espectro de aplicaciones, explorando su uso en una mayor variedad de productos alimentarios y cosméticos. Asimismo, se propone intensificar la coloración y aumentar la polaridad de los pigmentos mediante modificaciones estructurales, lo que permitiría mejorar su solubilidad en medios acuosos y expandir su compatibilidad con diferentes formulaciones. Finalmente, se considera esencial realizar estudios de seguridad complementarios, incluyendo ensayos microbiológicos y pruebas de irritabilidad dérmica, con el fin de garantizar su inocuidad en aplicaciones dirigidas al consumidor.

6 Agradecimientos

Agradecemos a la Facultad de Ciencias Químicas por el apoyo brindado mediante el préstamo de espacios y reactivos de laboratorio. Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento a la Dra. Elizabeth Reyes López y a la Mtra. Sara Betsabé Morales Luna por su valiosa asesoría, dedicación y acompañamiento a lo largo de la realización de este trabajo.

7 Referencias

1. Dvorkina (2022). Guía de salud cerebral para el tinte rojo nº 40 Centurymedicaldental.com. <https://www.centurymedicaldental.com/es/guia-de-salud-cerebral-sobre-el-tinte-rojo-40/>
2. Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2004). *Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides*. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
3. Ortiz Melo, G. (2021). Consumo de alimentos con rojo 40 como estilo de vida y sus implicaciones en la salud. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16024>
4. Pérez A., Xavier A., Galán M., Martínez A., Benítez A., Carla M. Stinco, Garrido J. (s/f) Análisis de carotenoides por cromatografía líquida de alta resolución. Depósito de investigación Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/65fd2c6-2596-438c-95a8-94fc31321af8/content>
5. Terry V. (2014) Extracción sólido-líquido de oleorresinas de páprika (*Capsicum annum*, L). [file:///Users/reginanoriega/Downloads/8-Texto%20del%20art%C3%ADculo-477-1-10-20200609%20\(1\).pdf](file:///Users/reginanoriega/Downloads/8-Texto%20del%20art%C3%ADculo-477-1-10-20200609%20(1).pdf)

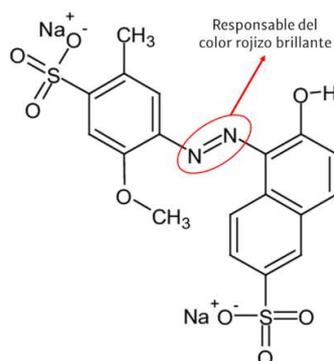


Figura 1. Estructura química del colorante rojo 40. Fuente: Elaboración propia

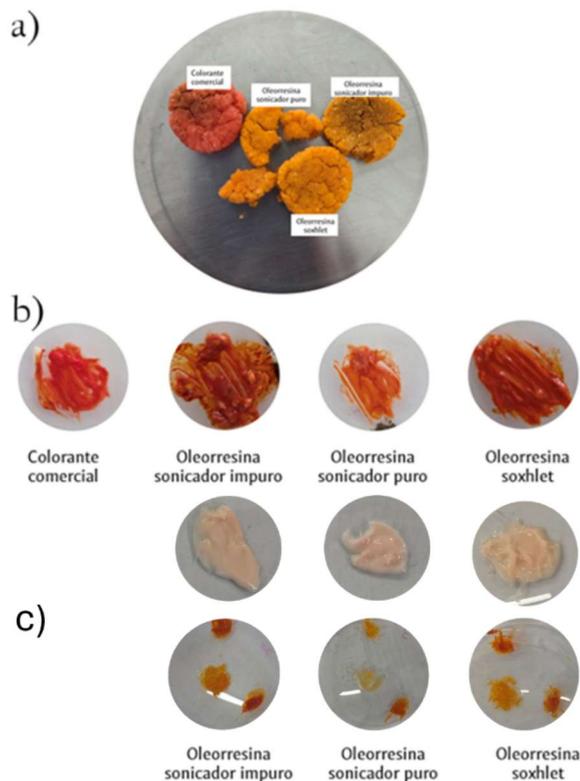


Figura 4.1 En donde a) Prueba de estabilidad térmica b) Prueba de tinción en crema corporal y c) Prueba de tinción en bálsamos labiales. Fuente: Elaboración propia

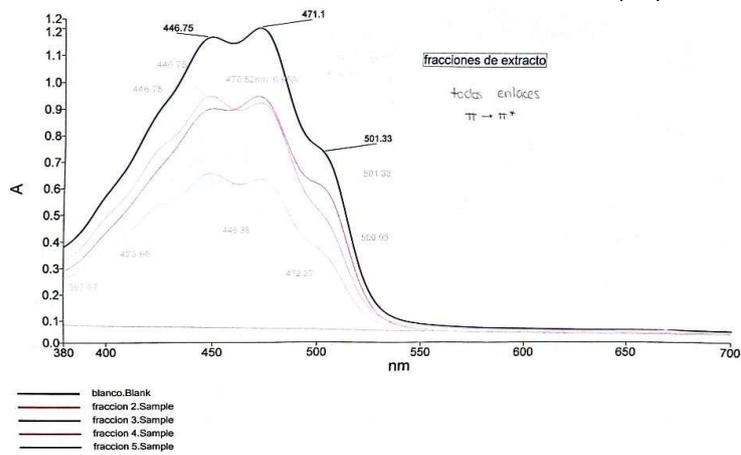


Figura 5. Espectro de absorción del extracto general de la oleorresina y de las distintas fracciones purificadas. Fuente: elaboración propia.