

Recibido: 19.04.2023 • Aceptado: 07.09.2026

Palabras clave: Oleogeles, cera de candelilla, grasas.

Oleogeles comestibles como alternativa en el consumo de grasas



SANDRA BERENICE ARAUJO DÍAZ

sandra.araujo@uaslp.mx

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UASLP

JAIME DAVID PÉREZ MARTÍNEZ

jdavidperez@uaslp.mx

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UASLP

ELENA DIBILDOX ALVARADO

dibildox@uaslp.mx

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UASLP

Las grasas son macronutrientes esenciales para la salud humana que cumplen funciones tecnológicas clave en la industria alimentaria al definir atributos como la textura, el sabor y la conservación de los alimentos. Frente al riesgo cardiovascular asociado al consumo de grasas saturadas y las restricciones legales en México sobre ácidos grasos trans (máximo 2 % en productos procesados), la industria alimentaria busca alternativas sostenibles y saludables. Una de las estrategias más prometedoras es el desarrollo de oleogeles comestibles, que inmovilizan aceites líquidos en una red tridimensional para otorgarles una estructura semisólida. En este trabajo se analiza el uso de la cera de candelilla, sola o en combinación con otros estructurantes, como un agente gelante capaz de aproximarse al comportamiento mecánico de las grasas comerciales, ofreciendo una vía innovadora para el desarrollo de alimentos con un perfil lipídico optimizado.

Funcionalidad de las grasas como ingrediente alimentario

Las grasas y los aceites forman parte habitual de nuestra alimentación. Además de ser una fuente concentrada de energía y favorecer el transporte de vitaminas liposolubles, también son ingredientes tecnológicos contribuyen a la palatabilidad, la textura, el sabor y la apariencia de los alimentos. En productos horneados, por ejemplo, ayudan a formar una miga tierna; en cremas batidas, facilitan la incorporación de aire; en dulces, permiten dispersar e inmovilizar sólidos; y en algunos productos cárnicos, favorecen la jugosidad.

Muchas de estas funciones dependen de que la grasa tenga cierta estructura y consistencia. Por eso, no siempre es posible sustituir una manteca o una margarina simplemente por un aceite líquido. Aunque el perfil nutricional del aceite pueda ser más favorable, el alimento puede perder firmeza, untabilidad, aireación o estabilidad. Esta dificultad ha impulsado la búsqueda de sistemas capaces de conservar parte de la funcionalidad de una grasa sólida usando una mayor proporción de aceite vegetal.

¿Qué diferencia a una grasa de un aceite?

La diferencia fundamental entre una grasa y un aceite radica en su estado físico a temperatura ambiente (alrededor de 20-25 °C): mientras que las grasas son sólidas o semisólidas, los aceites se mantienen líquidos. A nivel molecular, ambos están compuestos en más de un 95 % por triglicéridos (estructuras formadas por tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol), pero la diferencia en su consistencia depende del tipo de ácidos grasos que predomina en su composición.

Por un lado, las grasas contienen una mayor proporción de ácidos grasos saturados, los cuales no presentan dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada. Esta estructura lineal permite que las moléculas se alineen y empaqueten fácilmente, elevando su punto de fusión. De hecho, los ácidos grasos saturados con cadenas largas (más de 10 carbonos) se mantienen sólidos a temperatura ambiente.

Por otro lado, los aceites son ricos en ácidos grasos insaturados, caracterizados por la presencia de uno o más dobles enlaces. En la naturaleza, la mayoría de estos enlaces presentan una configuración *cis*, en la que los

átomos de hidrógeno se ubican del mismo lado de la cadena. Esto genera una inflexión o «doblez» en la molécula que impide que los triglicéridos se empaqueten de forma compacta, manteniéndolos en estado líquido.

Históricamente, la industria alimentaria utilizaba el proceso de hidrogenación parcial para transformar aceites líquidos en grasas semisólidas o «plásticas», mejorando su estabilidad al enranciamiento y otorgándoles la textura deseada para diversos productos. Sin embargo, este proceso generaba ácidos grasos trans y saturados, los cuales tienen un impacto negativo en la salud humana, lo que impulsó la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas. La figura 1 resume de manera esquemática estas transformaciones.

Grasas, salud y reformulación de alimentos

Las grasas son macronutrientes esenciales que aportan nueve kilocalorías por gramo, transportan vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y cumplen funciones estructurales y reguladoras indispensables. Sin embargo, no todas las grasas actúan igual en el organismo: mientras que las insaturadas ayudan a controlar el colesterol total y protegen la salud cardiovascular, los ácidos grasos saturados elevan los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL o «colesterol malo»). Por su parte, los ácidos grasos trans tienen efectos particularmente desfavorables sobre el perfil lipídico, pues aumentan el colesterol LDL, reducen el HDL («colesterol bueno») y favorecen la aterogénesis o acumulación de placas en las arterias.

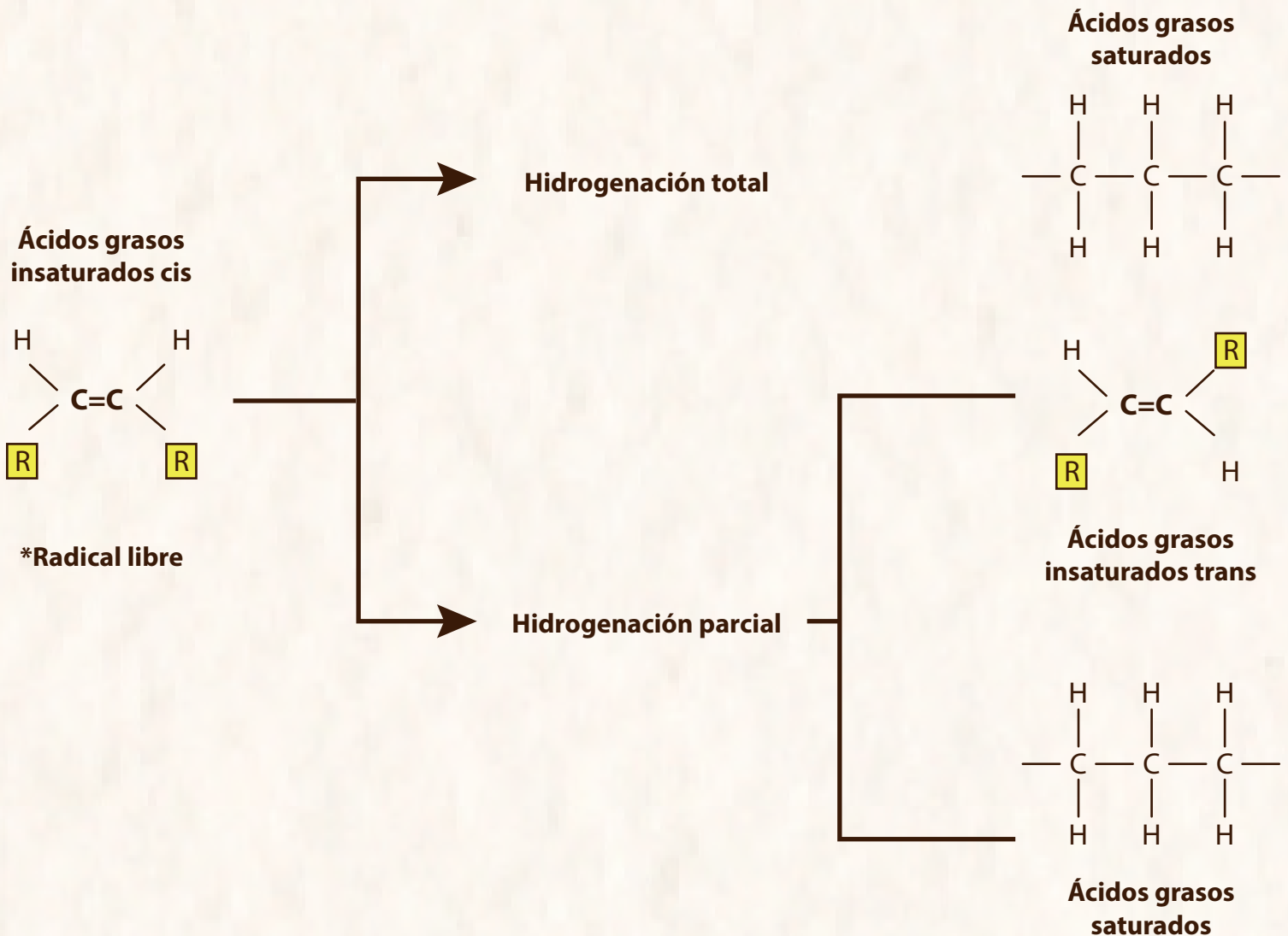


Figura 1.

Por estas razones, la Organización Mundial de la Salud recomienda que las grasas saturadas representen menos del 10% del consumo energético diario y las grasas trans menos del 1% (OMS, 2023). Alineada a estas directrices, en 2023 la legislación mexicana adicionó el artículo 216 Bis a la Ley General de Salud, prohibiendo la adición de aceites parcialmente hidrogenados y limitando los ácidos grasos trans industriales a un máximo del 2% del total de ácidos grasos en alimentos procesados (DOF, 2023).

El gran desafío para la industria alimentaria consiste en sustituir las grasas sólidas tradicionales para cumplir con la ley sin perjudicar la textura, estabilidad y sabor de los productos. En este escenario, el desarrollo de oleogeles comestibles representa una de las alternativas tecnológicas más prometedoras para lograr alimentos con un perfil nutricional mejorado sin sacrificar su calidad sensorial.

¿Cómo funciona la oleogelación?

La oleogelación es una estrategia tecnológica que permite estructurar un aceite vegetal líquido para otorgarle las propiedades físicas de una grasa sólida convencional, sin alterar químicamente sus ácidos grasos. El proceso es tan sencillo como eficiente: se añade al aceite una pequeña cantidad de un agente estructurante y la mezcla se calienta para lograr su disolución; al enfriarse, este compuesto se autoensambla y forma una red tridimensional microscópica que atrapa físicamente al aceite. El resultado macroscópico es un material de consistencia semisólida o plástica que conserva en gran medida el perfil de ácidos grasos del aceite vegetal (Figura 2).

Dependiendo del agente gelante (cristales, fibras o polímeros), es posible obtener oleogeles con diferente firmeza, estabilidad térmica y sensación en boca. Aunque

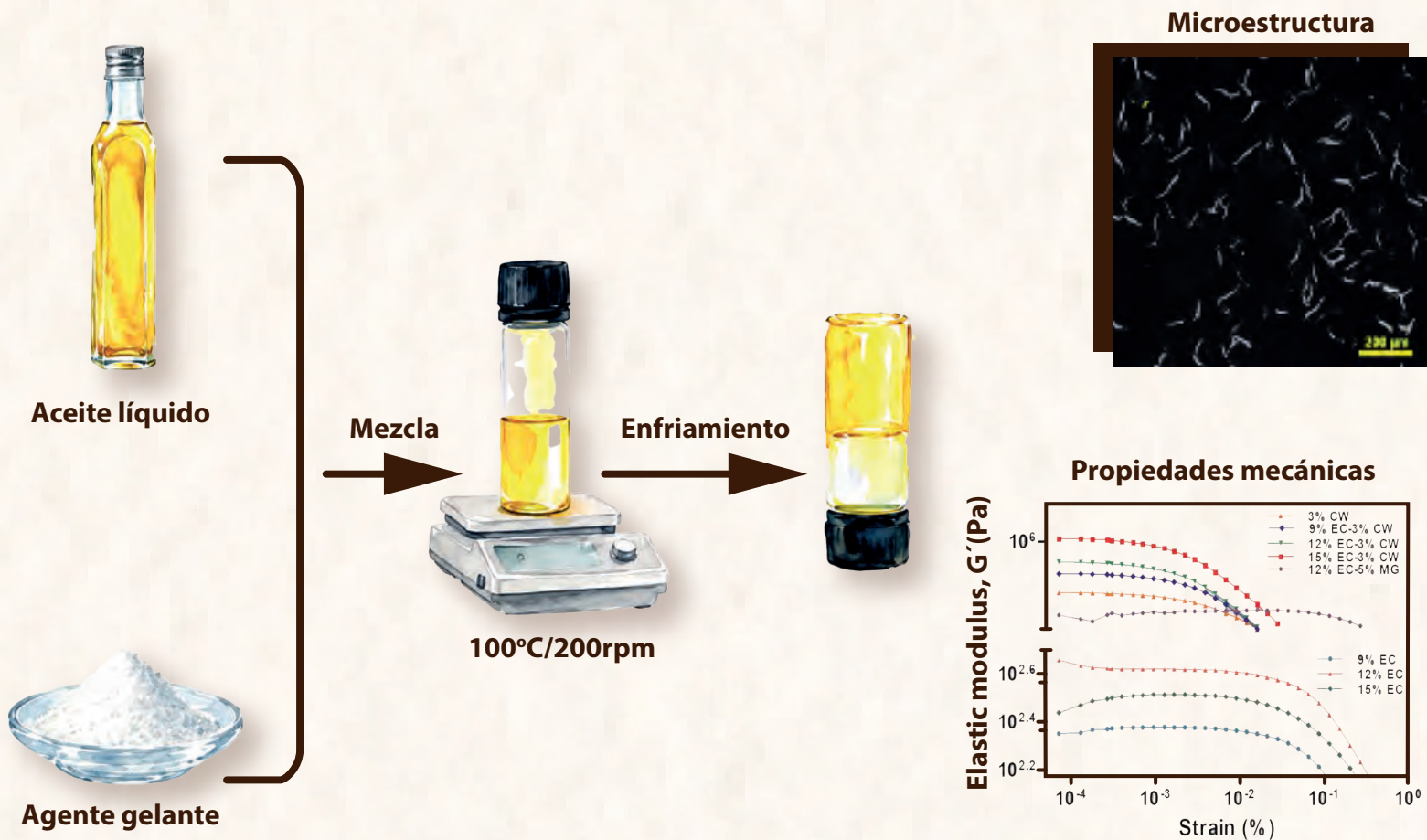


Figura 2.

Oleogeles: una alternativa a las grasas saturadas



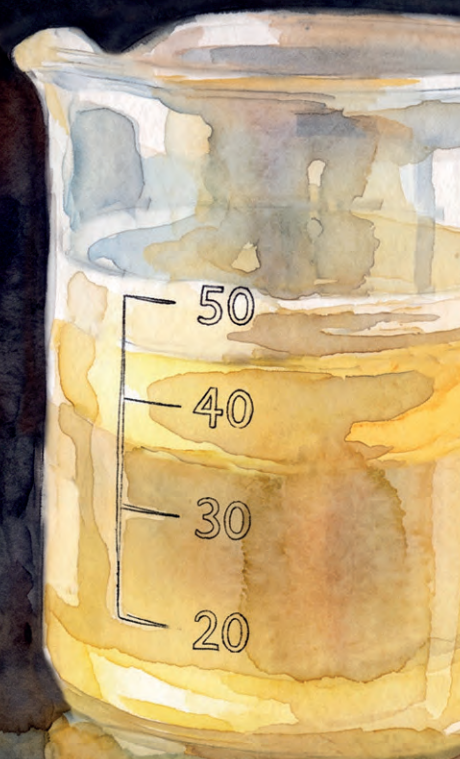
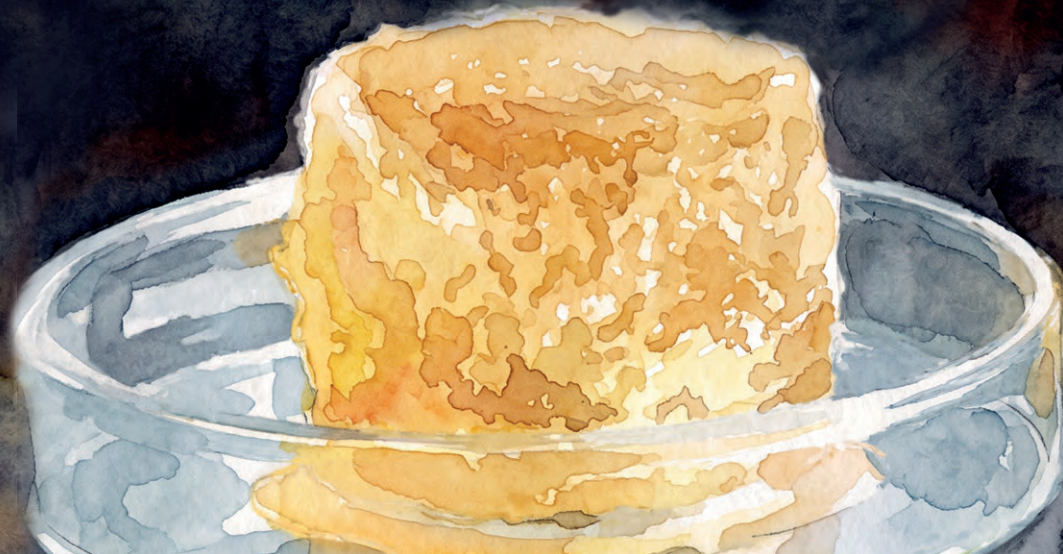
En productos horneados, por ejemplo, ayudan a formar una miga tierna; en cremas batidas, facilitan la incorporación de aire; en dulces, permiten dispersar e inmovilizar sólidos; y en algunos productos cárnicos, favorecen la jugosidad.

20-25
°C

La diferencia fundamental entre una grasa y un aceite radica en su estado físico a temperatura ambiente (alrededor de 20-25 °C): mientras que las grasas son sólidas o semisólidas, los aceites se mantienen líquidos



Las grasas y los aceites forman parte habitual de nuestra alimentación. Además de ser una fuente concentrada de energía y favorecer el transporte de vitaminas liposolubles, también son ingredientes tecnológicos contribuyen a la palatabilidad, la textura, el sabor y la apariencia de los alimentos.



existen diversas moléculas capaces de estructurar aceites, como monoglicéridos, etilcelulosa o lecitinas, destacan las ceras vegetales de origen natural. Entre ellas sobresale la cera de candelilla, un recurso vegetal emblemático de México y del altiplano potosino que se ha consolidado como uno de los estructurantes más prometedores y estudiados, al contar, además, con la aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) como un aditivo alimentario seguro (Pérez-Martínez y Ornelas-Paz, 2022).

La cera de candelilla como agente estructurante

Como se mencionó anteriormente, entre los materiales más estudiados para formar oleogeles destacan las

ceras naturales, siendo la cera de candelilla una de las más interesantes por su alta capacidad de gelación. A nivel molecular, esta cera está compuesta principalmente por hidrocarburos (como los n-alcenos), los cuales, al enfriarse en el aceite vegetal, forman microcristales en forma de placas que se ensamblan en una red tridimensional (Figura 3). Esta red inmoviliza el aceite líquido, transformándolo en un oleogel (Toro-Vázquez *et al.*, 2011).

Sin embargo, aplicar más agente gelante no siempre produce un mejor alimento. En el caso de la cera de candelilla, su uso suele limitarse a concentraciones moderadas (menores o iguales a 3 %); un exceso de cera eleva la temperatura de fusión del oleogel por encima de los 37 °C. Al superar

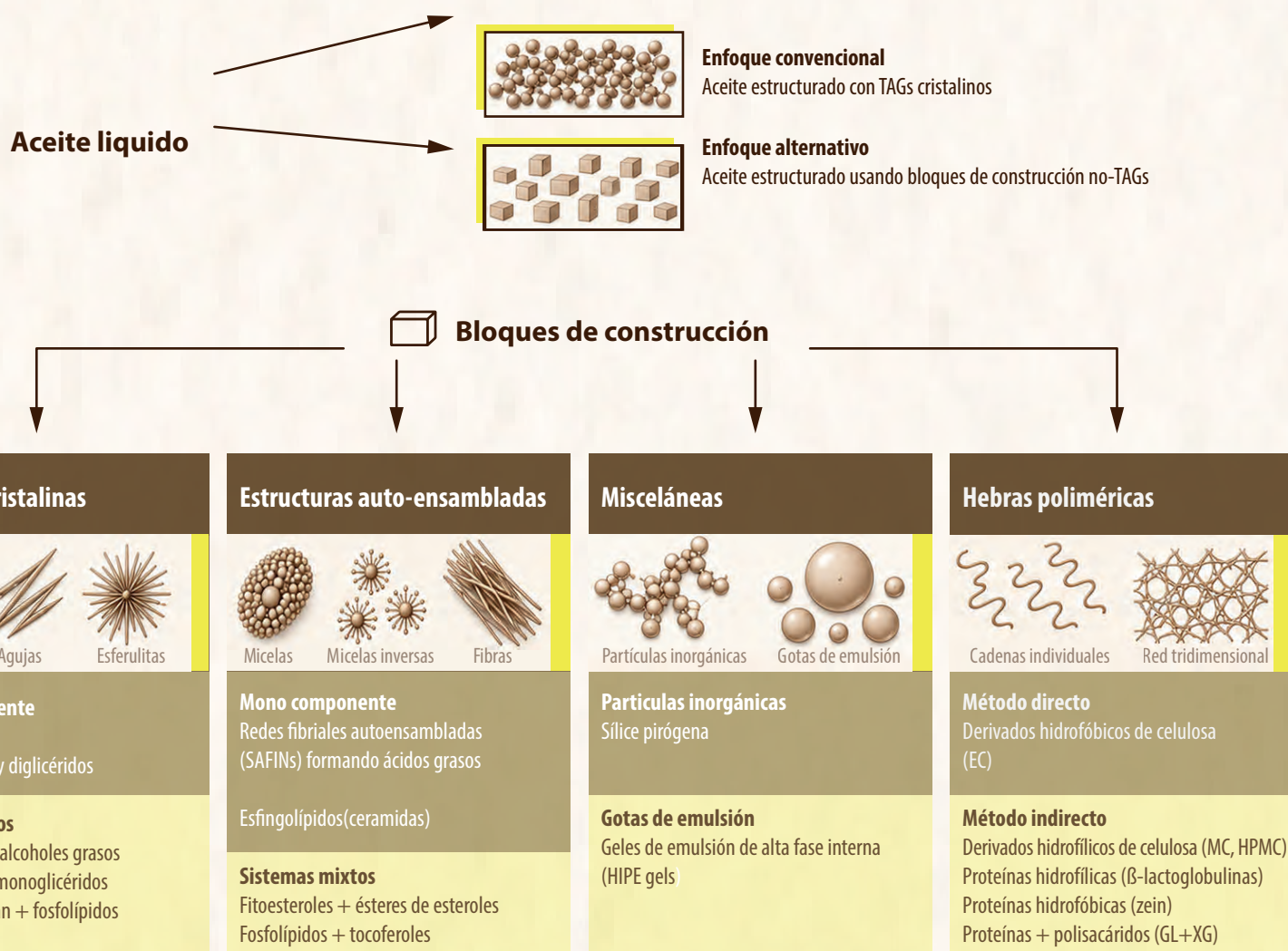


Figura 3.

Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de Materiales de la UASLP. Se desempeña como profesora asignatura en la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP. Actualmente trabaja en proyectos tales como "Sistemas de lípidos de organogeles coestructurados libres de grasas trans, con énfasis en la relación entre estructura y funcionalidad así como síntesis verde y caracterización de nanopartículas metálicas".



la temperatura corporal humana, la grasa no se funde totalmente en la cavidad oral, produciendo una sensación cero-sa poco agradable que genera el rechazo del consumidor.

Por esta razón, una de las líneas de investigación más prometedoras consiste en combinar la cera de candelilla con otros estructurantes. Estas mezclas permiten mejorar la firmeza, la textura y la estabilidad del oleogel sin exceder los límites de cera, logrando un comportamiento mecánico similar al de las grasas comerciales sin alterar la experiencia sensorial.

Cuando la mezcla funciona mejor que un solo componente

Los oleogeles mixtos buscan aprovechar mecanismos de estructuración distintos dentro de un mismo sistema. Por ejemplo, al combinar la red cristalina de la cera de candelilla o de los monoglicéridos con la red polimérica de la etilcelulosa, se generan interacciones que pueden mejorar la respuesta del material frente a la deformación y el calentamiento.

En estudios con este tipo de mezclas, se observó que la presencia de cera de candelilla incrementa la resistencia del oleogel y permite alcanzar un comportamiento mecánico y elástico notablemente cercano al de las grasas comerciales empleadas en la industria panificadora, como las bases grasas tipo barra, danés u hojaldre (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2021). La importancia de estos hallazgos radica en demostrar que la combinación estratégica de estructurantes permite diseñar y ajustar la textura del alimento sin recurrir a la hidrogenación parcial ni a un exceso de grasas saturadas.

Esta variedad de mecanismos de autoensamblaje y estructuración (Figura 3) amplía las posibilidades de la tecnología de alimentos para sustituir las grasas

tradicionales por oleogeles hechos a la medida de productos específicos (Pérez-Martínez y Ornelas-Paz, 2022).

El futuro de los oleogeles

Los oleogeles ofrecen una forma innovadora de abordar la reformulación de grasas desde la estructura y no únicamente desde su composición química. En lugar de transformar un aceite mediante procesos industriales agresivos para volverlo sólido, la oleogelación se apoya en mecanismos físicos de estructuración para organizarlo dentro de una red tridimensional. De esta manera, es posible conservar una elevada proporción de ácidos grasos insaturados y, al mismo tiempo, obtener propiedades de textura muy cercanas a las de una grasa convencional.

El traslado de estos sistemas a productos alimenticios reales exige todavía evaluar aspectos clave, como su estabilidad a distintas temperaturas, el comportamiento durante el almacenamiento y la aceptación sensorial del consumidor. A pesar de estos retos, el uso estratégico de estructurantes, donde la cera de candelilla destaca como un recurso natural y emblemático de nuestra región, representa una ruta altamente prometedora para desarrollar alimentos funcionales, saludables y plenamente alineados con las exigencias del marco regulatorio actual. **UP**

Referencias Bibliográficas:

- Diario Oficial de la Federación. (2023, 24 de marzo). Decreto por el que se adiciona un artículo 216 Bis a la Ley General de Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Ingesta de ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans en adultos y niños: resumen de la directriz de la OMS.
- Pérez-Martínez, J. D., & Ornelas-Paz, J. J. (2022). Modulating the Rheology of Oleogels to Mimic the Functionality of Commercial Fats. In Development of Trans-free Lipid Systems and their Use in Food Products (pp. 281-314). *Royal Society of Chemistry*.
- Rodríguez-Hernández, A. K., Pérez-Martínez, J. D., Gallegos-Infante, J. A., Toro-Vázquez, J. F., & Ornelas-Paz, J. J. (2021). Rheological properties of ethyl cellulose-monoglyceride-candelilla wax oleogel vis-a-vis edible shortenings. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117171.
- Toro-Vázquez, J. F., Charó-Alonso, M., Pérez-Martínez, J. D., & Morales-Rueda, J. (2011). Candelilla Wax as an Organogelator for vegetable oils-An alternative to develop Trans-free products for the food industry. En A. G. Marangoni & N. Garti (Eds.), *Edible Oleogels* (pp. 119-147). *AOCs Press*.