



Imagen de [photosforyou](#) en [Pixabay](#)

# Organogeles como mejoradores del perfil lipídico en matrices cárnicas y lácteas

## Organogels as lipid profile improvers in meat and dairy matrices

Mayela García-Andrade\*, José Alberto Gallegos-Infante, Rubén Francisco González-Laredo

### RESUMEN

La estructuración de aceites comestibles, a través de la organogelación, tiene un potencial prometedor en aplicaciones alimenticias, al ser utilizadas como sustitutos de grasa saturada en algunos productos cárnicos y lácteos de alta demanda de consumo, con la finalidad de mejorar su perfil lipídico, el cual está relacionado con la mejora nutricional que demanda el consumidor actual, por el efecto negativo que tienen las grasas saturadas en la salud. El objetivo de este trabajo fue analizar diferentes formulaciones de organogeles, aplicados en matrices cárnicas-lácteas, y su impacto en las propiedades finales de tales productos alimentarios, implementados como sustituto de grasa saturada. Se encontró que la sustitución de grasa saturada, por este tipo de materiales, afecta principalmente las propiedades fisicoquímicas, modifica el sabor original de los alimentos y mejora su perfil lipídico; sin embargo, aún no permiten cumplir las expectativas del consumidor final, por las cualidades únicas que ofrece la grasa sólida, lo que representa la principal barrera a superar para su uso en una producción a escala industrial y venta al mercado. Es necesario desarrollar nuevas formulaciones, que asemejen dichas cualidades, para alcanzar la aceptación de los consumidores.

**PALABRAS CLAVE:** organogel, sustitución, grasa saturada, alimentos.

### ABSTRACT

The structuring of edible oils, through organogelation, has a promising potential in food applications, when used as substitutes for saturated fat in some meat and dairy products of high consumption demand, in order to improve their lipid profile. Organogels are viable for this substitution, which is related to the nutritional improvement demanded by the current consumer, due to the negative effect of saturated fats on health. The objective of this review was to analyze different formulations of organogels, applied in meat-dairy matrices and their impact on the final properties of such food products, implemented as a substitute for saturated fat. The findings indicate that the replacement of saturated fat, by this type of materials, mainly affects the physicochemical properties, modifies the original flavor of the food and improves its lipid profile; However, they still do not meet the expectations of the final consumer due to the unique qualities of solid fat, which represents the main barrier to overcome for its application in an industrial scale production and sale to the market. It is necessary to develop new formulations, similar to those qualities, to achieve consumer acceptance.

**KEYWORDS:** organogel, substitution, saturated fat, food.

\*Correspondencia: [mayela.andrade@gmail.com](mailto:mayela.andrade@gmail.com)/Fecha de recepción: 5 de abril de 2018/Fecha de aceptación: 22 de febrero de 2019/Fecha de publicación: 29 de julio de 2019

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Durango, Unidad de Posgrado, Investigación y Desarrollo Tecnológico (UPIDET), Dpto. de Ingenierías Química y Bioquímica, blvd. Felipe Pescador núm. 1830 Ote., col. Nueva Vizcaya, Durango, Durango, México, C. P. 34080.

## INTRODUCCIÓN

Las propiedades funcionales de las grasas saturadas, las hacen virtualmente indispensables para la producción de alimentos, pero existen pruebas sólidas que apoyan el reemplazo parcial de alimentos ricos en ácidos grasos saturados (AGS), por aquellos ricos en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), para reducir el riesgo de enfermedad coronaria (Nettleton y col., 2017), ya que el consumo excesivo de grasas saturadas contribuye a efectos negativos para la salud, como el síndrome metabólico y la pre-diabetes tipo 2 (Bier, 2015). Esto hace que los consumidores cambien sus hábitos alimenticios, sacrificando sensación en la boca y un sabor agradable, por una dieta saludable, libre o reducida en grasa saturada. Lo anterior representa un problema o reto tecnológico, que impulsa cada vez más a la industria alimentaria a la búsqueda de grasas más saludables en los productos alimenticios, con el fin de mejorar sus características organolépticas, con el firme propósito de alcanzar la aceptación por parte de los consumidores.

El creciente estigma hacia las grasas saturadas, debido al aumento de las tasas de obesidad y los trastornos metabólicos asociados, ha llevado a un impulso sustancial para el desarrollo de alternativas a este tipo de grasas tradicionales. Los beneficios de salud positivos, atribuidos a las grasas no saturadas, como las encontradas en muchos aceites vegetales, han estimulado el interés en los sustitutos de grasa, a base de aceite. Una de las principales alternativas, motivo de investigación durante los últimos años, se centra en estructurar aceites líquidos e impartir características funcionales, de aspecto sólido, a través de organogeles. El estudio de organogeles, dirigidos a aplicaciones comestibles, farmacéuticas y cosméticas, se ha convertido en un campo muy activo en los últimos años y ha llevado a la identificación de una variedad de moléculas gelificadoras (Pernetti y col., 2007b; Bot y col., 2009; Co y Marangoni, 2012). Los organogeles pueden usarse eficazmente para reemplazar las grasas sólidas en cremas, galletas y productos cárnicos triturados. El per-

fil de ácidos grasos, de los aceites gelificados, se mantiene así, como la funcionalidad y textura de los productos finales (Stortz y col., 2012), siendo una estrategia para impartir las propiedades funcionales deseables propias de las grasas y eliminar las grasas *trans*, reduciendo en gran medida el contenido de grasas saturadas (Patel y Dewettinck, 2016; Wang y col., 2016).

El objetivo de este trabajo fue analizar las formulaciones de organogeles que han sido empleadas como sustituto de grasa saturada en dos matrices alimenticias: cárnicas y lácteas, y el impacto directo en algunas de sus propiedades fisicoquímicas.

### Organogeles

Son definidos como sistemas semisólidos, con una fase continua hecha de un líquido hidrófobo (aceite vegetal), donde una red autoensamblada, formada por un agente estructurante, es responsable del atrapamiento físico del líquido (Garti y Marangoni, 2011; Sánchez y col., 2011); el autoensamblado se realiza a través de interacciones no covalentes, formando cristales de tipo fibrilar o plateletas (Rogers, 2009; Patel y Dewettinck, 2016). Las interacciones responsables de la gelificación incluyen enlaces de hidrógeno, apilamiento  $\pi$ - $\pi$ , interacciones electrostáticas y de Van der Waals (Okesola y col., 2015); las fases sólidas de los lípidos se estructuran comúnmente mediante la formación de una red cristalina de triacilglicéridos (TAG) (Pernetti y col., 2007a; Patel y Dewettinck, 2016).

La naturaleza dinámica y reversible de las interacciones no covalentes, que contribuyen a la formación de dichas estructuras de red, les da a estos geles supramoleculares la capacidad inherente de responder a estímulos externos. Sin embargo, la naturaleza dinámica de los geles supramoleculares, que los dota de propiedades únicas, hace que su caracterización se diversifique al mismo tiempo. Con base en los mecanismos de gelificación y los factores de influencia de los geles supramoleculares, se deben emplear métodos

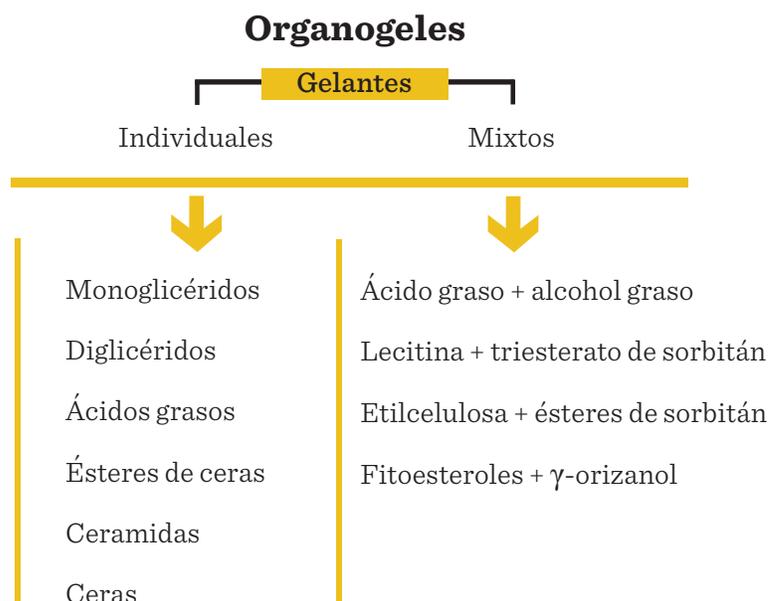
de caracterización adecuados y suficientes, para aprovechar al máximo sus ventajas (Yu y col., 2013), por lo que es necesario conocer las características de estos materiales por sí solos, y las que pueden arrojar en una matriz alimentaria, al modificarse las formulaciones tradicionales, y ver cómo esta aplicación estará afectando al producto terminado, sobre todo en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y perfil de ácidos grasos.

### Diferentes alternativas de estructuración de aceites comestibles

Los sistemas de organogeles se pueden clasificar en sistemas de componentes únicos o mixtos, determinados por el número de gelificadores utilizados en la preparación de los geles (Bot y col., 2008; Sawalha y col., 2011). Ejemplos de componentes individuales, capaces de estructurar aceites comestibles, son monoglicéridos, diglicéridos, y ácidos grasos (Pernetti y col., 2007a; Wright y Marangoni, 2007), ésteres de cera, monoestearatos de sorbitán (MS), ceramidas, ceras, alcoholes grasos, ácidos dicarboxílicos y ácidos grasos deriva-

tizados (Murdan y col., 1999). Ejemplos de sistemas mixtos son ácidos grasos + alcoholes grasos (Gandolfo y col., 2004; Schaink y Van-Malsen, 2007), lecitina + triesterato de sorbitán (Pernetti y col., 2007b), fitoesteroles +  $\gamma$ -orizanol (Bot y col., 2008) (Figura 1).

Existen diferentes formas de categorizar los enfoques de organogelación y estructuración de los organogeles: la primera categoría se basa en las características moleculares de los gelantes (compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Vintiloiu y Leroux, 2008; Patel y Dewettinck, 2015), tipo de gelantes químicos (lipídicos y no lipídicos) (Co y Marangoni, 2012), número de gelantes usados (mono componentes y sistemas mixtos) (Pernetti y col., 2007b; Patel y Dewettinck, 2015). La segunda categoría incluye (compuestos de alto peso molecular), a los polímeros, en específico la etilcelulosa (EC), el único organogelador de grado alimenticio directo, el cual puede formar una red de gel a través de la dispersión directa del estructurante en aceite o mediante un procedimiento de plantilla, para



■ Figura 1. Clasificación de organogeles en sistemas de componentes individuales o mixtos, determinados por el número de geladores utilizados en su elaboración.

Figure 1. Classification of organogels in systems of individual or mixed components determined by the number of gelators used in their preparation.

facilitar la absorción de aceite. La característica de los organogeles estructurados con este polímero semicristalino (EC), es que pasa por una transición termorreversible sol-gel en presencia de aceite líquido, cuyo comportamiento resulta en la capacidad de asociarse a través de enlaces físicos, donde el tipo de solvente y el tipo de surfactante afectan dichas interacciones (Davidovich-Pinhas y col., 2016). Más recientemente, se ha identificado que la hidroxipropil metilcelulosa también tiene la capacidad de impartir estructura en aceites comestibles (Patel y col., 2013), en combinación con otros hidrocoloides, que incluyen gelatina y goma xantana (Patel y Dewettinck, 2016).

### **Características de moléculas gelificadoras**

Los agentes estructurantes deben gelificar aceites a temperaturas de enfriamiento y ambiente, permitiendo aplicaciones en alimentos procesados. El uso de bases lipídicas y diversos agentes estructurantes y sus combinaciones, para la composición de organogeles, debe considerar los siguientes criterios (Pernetti y col., 2007a; Rogers y col., 2014; Siraj y col., 2015):

- i) uso de bases lipídicas, con características excepcionales de funcionalidad y estabilidad entre aceites y grasas comercialmente disponibles;
- ii) uso de agentes estructurantes, a partir de materiales renovables, incluidos en la categoría de alimentos seguros para la aplicación de alimentos;
- iii) formulaciones de sistemas lipídicos, con características de composición química y propiedades de cristalización compatibles con la aplicación de alimentos basados en lípidos, tales como, fases continuas o emulsionadas.

### **Aplicaciones de organogeles**

Los organogeles se pueden emplear en una gran variedad de aplicaciones, como en emulsiones, las cuales son adecuadas en margarina, yogur, quesos procesados en barra, mayonesa y salsas (Moschakis y col., 2016). Las variadas aplicaciones para los organogeles han llevado a un mayor interés en estos materiales, por la gran

diversidad de estructuras microscópicas y mesoscópicas posibles (Terech y Weiss, 1997).

### **Organogeles en diferentes matrices cárnicas y lácteas**

#### **Productos de cárnicos procesados**

Los dos aspectos que se consideran, al usar sustitutos de grasa en productos cárnicos, son: reducción en el contenido total de grasa (calorías) y mejora en el perfil de ácidos grasos. El primero, se logra principalmente reemplazando una parte sustancial de grasa animal en el sistema de emulsión estructurada, que consiste en aceite líquido y agua gelificada, mientras que, en el segundo caso, el aceite líquido, gelificado utilizando agentes estructurantes, se usa como sustituto de grasa.

La organogelación, empleando aditivos lipídicos, como monoacilglicéridos y lecitina, se ha utilizado únicamente para la estabilización de suspensiones y salsas de carne, que son básicamente suspensiones a base de aceite, sin alterar significativamente el perfil de ácidos grasos o la reducción del contenido de grasa (Lupi y col., 2012; Lupi y col., 2014).

El uso de organogeles presenta oportunidades para que la industria de la carne mejore aún más la textura. En general, se pueden fabricar organogeles más duros, y esto debería permitir la adaptación de las propiedades de dureza, cuando se toman en cuenta otros factores (por ejemplo, el nivel de proteína, el tipo de relleno), en las emulsiones cárnicas (Barbut y col., 2016b). Las modificaciones que ejerce el organogel, sobre las propiedades fisicoquímicas, en la formulación tradicional de los productos cárnicos, se ven fuertemente influenciadas por las condiciones de elaboración de dichos materiales, los cuales resultan bondadosos, por todas las posibles combinaciones que se pueden llevar a cabo, preferentemente por la elección de solvente (aceite vegetal) y tipo de gelificador, en la dureza y fuerza del gel (Gravelle y col., 2014).

Se han realizado muchos intentos y numerosos estudios, para reemplazar la grasa animal

y mejorar el contenido de grasa de los productos cárnicos (Muguerza y Gimeno, 2004; Jiménez-Colmenero, 2007; Grasso y col., 2014). Los organogeles pueden ser una alternativa para impartir las propiedades funcionales deseables de las grasas, sin embargo, depende de la formulación para proporcionar estructura al producto; dicha estructura influye consecuentemente en la textura (dureza, capacidad de extensión, entre otras) y las propiedades organolépticas en los productos terminados (Patel y Dewettinck, 2015).

### Salchichas

Una aplicación de organogeles, en productos cárnicos procesados, como salchichas, se centra en las características de la emulsión cárnica, la cual involucra una dispersión de lípido en agua, donde la fase dispersa es la grasa, y la fase continua está formada por el tejido muscular, agua, sales y condimentos. Adicionalmente, pueden contener proteína vegetal, almidones, gomas, colorantes y saborizantes (Ramos y col., 2004).

Las salchichas, tienen gran importancia, debido a que son un producto ampliamente consumido. Un indicativo de esto se observó en 2016, cuando las estadísticas reflejaron que los consumidores de EE. UU. gastaron 2 500 millones de dólares en salchichas para hot dogs, según el Consejo Nacional de Hot Dogs y Salchichas (NHDSC, por sus siglas en inglés: National Hot Dog and Sausage Council) (NHDSC, 2016). En México, el consumo de embutidos alcanzó los 8.6 kg/año por persona en 2017, siendo la salchicha la que ocupó el primer lugar, de acuerdo al Consejo Mexicano de la Carne (COMECARNE, 2018). Se puede entender que la sustitución de la fase lipídica, a una más saludable, es de gran importancia y pone de manifiesto que la modificación del perfil lipídico en este producto es por demás justificable.

Existen diferentes tipos de salchichas, como las Frankfurt, producidas a partir de una masa cárnica o emulsión de carne. Esta mezcla se puede describir mejor, como una combi-

nación de proteína muscular muy finamente triturada (Gordon y Barbut, 1992). Lo anterior convierte este sistema alimentario en una matriz compleja, donde la modificación, de alguna de las fases que la componen, involucra un reto técnico considerable, no solo a nivel laboratorio, sino también industrial.

Uno de los primeros intentos de reemplazo de grasa animal, en salchichas tipo Frankfurt, se realizó con organogeles elaborados con aceite de canola, y por primera vez, en un producto alimenticio de este tipo, la introducción de gelificadores poliméricos, como la EC (Zetzel y col., 2012), a diferentes concentraciones en la formulación del organogel. Dichas concentraciones revelaron que son potencialmente influyentes en las propiedades fisicoquímicas del producto, indicando que las características del polímero (peso molecular, concentración) son determinantes en las características finales de los productos terminados. A partir de este trabajo, las investigaciones se centraron en las modificaciones texturales de salchichas. El uso de un organogel, preparado con 8 %, 10 %, 12 % y 14 % de EC y 1.5 % ó 3.0 % de MS, dio como resultado un valor de dureza similar al control que tenía grasa de res (Barbut y col., 2016a), determinando que, al incrementar la concentración de EC, la dureza del embutido se veía también incrementada. Un efecto similar se encontró en la formulación de salchichas para desayuno, empleando EC 8 %, 10 %, 12 % ó 14 % y MS al 1.5 % ó 3.0 %. Los valores de dureza coincidieron con los del tratamiento de control de grasa de cerdo pero no siempre correspondía con la dureza sensorial (Barbut y col., 2016b). Algunas de las formulaciones con MS igualaron la dureza del control de grasa de cerdo; sin embargo, algunas variables, del análisis del perfil de textura y del sensorial, fueron menores, comparadas al control, a pesar de tener un potencial de reemplazo de grasa animal. Estas combinaciones resultaron aún insatisfactorias para el consumidor, debido a que las formulaciones empleadas no igualan a los productos control en todos los aspectos (Barbut y col., 2016c).

Al emplear el agente estructurante EC y gelantes, en la elaboración de organogeles, se debe considerar la cantidad de gelificador usado en la mezcla, debido a que al usar alta concentración de surfactante se puede interrumpir la formación de la emulsión de carne, y posiblemente, podría resultar en productos más blandos (Eerd, 1971; Flores y col., 2007), originando un conflicto en la aceptabilidad, convirtiéndose en el principal problema del reemplazo de grasa: la reacción del consumidor; ya que la grasa influye mucho en las características texturales y sensoriales de los alimentos (Youssef y Barbut, 2009). Los problemas tecnológicos asociados con la aplicación y sustitución directa de aceites vegetales, como oliva (Bloukas y col., 1997), canola (Youssef y Barbut, 2011) y aceite de girasol (Park y col., 1989), en la carne, enfatizaron la necesidad de una estructuración previa del aceite. La pre-emulsión de aceites con proteínas, como caseinato de sodio, aislado de proteína de suero y aislado de proteína de soja, se ha utilizado como un medio para mejorar las propiedades de tales productos (Bloukas y col., 1997; Youssef y Barbut, 2009).

La sustitución de grasa animal por organogeles, en salchichas frescas, se hace indispensable, debido a que este producto suele presentar un alto contenido de grasa (más del 20 %), con un contenido energético de 280 kcal/100 g a 300 kcal/100 g, y alto nivel de sal (3.6 %), de acuerdo a la Agencia Nacional de Seguridad Sanitaria (ANSES, 2008). Con el fin de mejorar el contenido de grasa un estudio reportó que, al usar un organogel obtenido con aceite de oliva, empleando konjac, se pudo disminuir un 53 % y 76 % la grasa animal. En esta formulación, el análisis sensorial no reveló diferencias significativas entre el control y los productos reformulados. Por lo tanto, el uso de konjac como sustituto de grasa podría reducir la energía calórica total y mejorar la formulación de las salchichas, haciéndolas más saludables (Triki y col., 2013).

El salchichón es otro producto al que se le puede reducir su alto contenido de grasa. Un

estudio propuso el reemplazar no solo la grasa, sino también la carne de cerdo por carne de venado, introduciendo un organogel elaborado con aceite de oliva. El control contenía un 75 % de carne de venado magra y 25 % de carne de cerdo; en otras formulaciones, el 15 %, 25 %, 35 %, 45 % y 55 % de la carne de cerdo, fueron reemplazados por aceite de oliva, introducido en forma de organogel (aceite de oliva emulsionado con proteína de soja y agua) (Utrilla y col., 2014). A pesar de que la mayoría de los tratamientos fueron satisfactorios, en términos de características fisicoquímicas (pH, pérdida de humedad y color), no se resuelve el problema central, debido a que el porcentaje de sustitución de carne de cerdo (25 % en la formulación propuesta), por organogel, sigue siendo minoritario. Aunque no se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en las propiedades fisicoquímicas, y en el análisis de perfil de textura, no se logró la aceptación por parte de los consumidores arbitrados, cuando se realizó un porcentaje mayor al 25 % de sustitución, de carne por organogeles.

El emplear otros aceites vegetales en la elaboración de organogeles, es sin duda, un avance importante en este tipo de materiales, donde se pretende aumentar el número de solventes para este fin, que brinden mejores características lipídicas, y que sean deseables en el producto donde se busca hacer el reemplazo; sin embargo, no se ha logrado establecer el parámetro que garantice un producto cárnico, como salchicha estilo Frankfurt, similar al índice de dureza de un producto comercial. La composición química de los aceites vegetales es de suma importancia, debido a que, un mayor número de insaturaciones presentes impacta en la dureza de los organogeles, este comportamiento permite que sea posible diseñar la composición de elaboración de los materiales al perfil de textura deseado (Zetzel y col., 2012).

Dada la modificación en la composición del tipo de ácidos grasos presentes en el producto, la búsqueda de cambios de mayor impac-

to se centra en el análisis de perfil de textura, ya que este parámetro se ve afectado, al ser modificadas las formulaciones del organogel, que se aplica como sustituto de grasa en la producción del embutido. Actualmente no se ha logrado establecer una fórmula que permita igualar las características texturales y organolépticas de un producto comercial, quedando abierta la posibilidad de mejorar las propiedades fisicoquímicas del embutido, para obtener las propiedades que tienen los productos que usan grasa animal en su formulación (Tabla 1).

La sustitución al 100 % de grasa sólida (ácidos grasos saturados), en estos productos, se

ve limitada, debido a que los resultados en las propiedades físicas y sensoriales no son las deseables para los consumidores, a pesar de que se logre el objetivo de sustituir el tipo de ácido graso saturado por mono y poliinsaturado. La inclusión de organogeles, en las formulaciones tradicionales de cárnicos procesados, modifica el perfil de lípidos, pero afecta negativamente sus propiedades organolépticas.

### Productos lácteos

Se ha estudiado el empleo de distintas mezclas de organogeles en productos lácteos (Tabla 2), para reemplazar el contenido y tipo de ácidos grasos presentes en helados (Botega y col., 2013;

■ **Tabla 1. Diferentes formulaciones y tipos de aceite empleados en organogeles utilizados como sustitutos de grasa saturada en distintos procesados cárnicos.**

Table 1. Different formulations and types of oil employed in organogels used as substitutes for saturated fat in different meat processing.

Procesado cárnico	Tipo de aceite	Gelante (Mezcla)	Referencia
Frankfurt	Canola Soya Linaza	Etilcelulosa 10 %	Zetzl y col. (2012)
Salchichas frescas (merguez)	Oliva	Konjac	Triki y col. (2013)
Salchichón	Oliva	Proteína de soja y agua	Utrilla y col. (2014)
Suspensiones cárnicas (salchicha tipo italiana)	Mezcla de aceite de oliva virgen y girasol	Monoacilgliceroles (0.25 % a 0.5 %) alcoholes grasos (0.5 % a 2.5 %) y lecitina de soya (2.5 %)	Lupi y col. (2014)
Frankfurt	Girasol	Fitosteroles 10 % y $\gamma$ -orizanol 20 % Emulsión: organogel en agua: 50 % aceite + 50 % agua	Panagiotopoulou y col. (2016)
Seco fermentado	Linaza	Polisorbato 80 y carragenano (organogel emulsificado)	Alejandre y col. (2016)
Frankfurt	Canola	Etilcelulosa 8 %, 10 %, 12 % y 14 %; monoestearato de sorbitán al 1.5 %, 3.0 %	Barbut y col. (2016a)
Salchicha para desayuno	Canola	Etilcelulosa 8 %, 10 %, 12 % y 14 %; monoestearato de sorbitán al 1.5 %, 3.0 %	Barbut y col. (2016b)
Frankfurt	Girasol	Monoglicéridos + fitoesteroles	Kouzounis y col. (2017)

Banupriya y col., 2016; Moriano y Alamprese, 2017), margarina (Hwang y col., 2013; Yilmaz y Ögütçü, 2014; Ögütçü y Yilmaz, 2015; Pehlivanoglu y col., 2018), queso crema (Bemer y col., 2016) y yogur (Moschakis y col., 2017), las cuales han impactado en el análisis del perfil de textura y sobre todo en el análisis sensorial.

Las formulaciones que se han utilizado, para sustituir las grasas saturadas, en helados, han mostrado un impacto positivo importante, al no modificar drásticamente las características fisicoquímicas y texturales, en tra-

tamientos, con respecto del control que no incluye organogel; los cambios más significativos se presentaron en viscosidad y sólidos solubles, quedando claro que, a una mayor concentración de agente gelante se obtienen productos similares al control, dicha tendencia se presentó solo en un 5 % de sustitución de grasa de leche por organogel (Banupriya y col., 2016). Los trabajos realizados adicionando organogeles en margarinas, registraron que los productos modificados presentaron similitud con sus controles, con influencia en sus propiedades reológicas y de textura, atribuyéndose estos re-

■ **Tabla 2. Diferentes formulaciones y tipos de aceite empleados en organogeles utilizados como sustitutos de grasa saturada en distintos procesados lácteos.**

Table 2. Different formulations and types of oil employed in organogels used as substitutes for saturated fat in different dairy products.

Procesado lácteo	Tipo de aceite	Gelante (Mezcla)	Referencia
Helado	Girasol	Cera de salvado de arroz 10 %	Banupriya y col. (2016)
	Girasol	Cera de salvado de arroz 10 % Cera de candelilla 10 % Cera de carnauba 10 % Monooleato de glicerol 0.02 %	Botega y col. (2013)
	Girasol	Fitosteroles + $\gamma$ -orizanol 8 % a 12 %	Moriano y Alamprese (2017)
Margarina	Oliva	Cera de girasol 3 %, 7 % y 10 % Cera de abeja 3 %, 7 % y 10 %	Yilmaz y Ögütçü (2014)
	Girasol	Cera de carnauba Mezclas aceite normal y aceite alto en ácido oleico	Pehlivanoglu y col. (2018)
	Soja	Cera de girasol 2 %, 6 % y 10 % Cera de salvado de arroz 2 %, 6 % y 10 % Cera de candelilla 2 %, 6 % y 10 %	Hwang y col. (2013)
	Semilla de granada	Cera de carnauba 7 %, 10 % Monoglicérido 7 %, 10 %	Ögütçü y Yilmaz (2015)
Queso crema	Soja	Cera de salvado de arroz 10 % + aceite regular Cera de salvado de arroz 10 % + aceite alto en ácido oleico Etilcelulosa 10 % + aceite regular Etilcelulosa 10 % + aceite alto en ácido oleico	Bemer y col. (2016)
Yogur	Girasol	$\gamma$ -orizanol + fitosterol	Moschakis y col. (2017)

sultados a las combinaciones realizadas entre tipos de gelantes y aceite. Las distintas propiedades fisicoquímicas, de diferentes productos derivados lácteos, mostraron una reducción significativa de ácidos grasos saturados; sin embargo, dejan abierta la necesidad de buscar la reformulación de los organogeles, con otras fuentes de aceites vegetales y agentes geladores, que mejoren las propiedades fisicoquímicas, a un porcentaje mayor de sustitución. Los organogeles podrían utilizarse en una variedad de alimentos, con resultados prometedores, promoviendo la reducción efectiva de ácidos grasos saturados y ácidos grasos *trans* (Chaves y col., 2018).

### Ventajas y desventajas de aplicación

Los organogeles presentan características físicas y funcionales únicas, de gran interés para la industria alimentaria y farmacéutica, por su diversidad de aplicaciones potenciales industriales, como la fabricación de productos para untar o el incremento de la biodisponibilidad de los nutraceuticos. Sin embargo, muchas de esas aplicaciones se encuentran en fase de investigación y desarrollo. El énfasis en las investigaciones que involucran la aplicación de organogeles en alimentos está dirigida a la estructuración de TAG, permitiendo, mediante diversos agentes estructurantes, la reducción de ácidos grasos saturados y *trans* en la dieta (Co y Marangoni, 2012). Esta aplicación es la más importante de todos los usos que se le pueden atribuir a dichos materiales, dada su importancia, sobre todo en relación a productos más saludables, ya que una variedad de productos bajos o reducidos en grasa han ganado prominencia en estanterías de supermercado.

El campo de los organogeles es bastante amplio (Hughes y col., 2009). De manera complementaria, los sistemas de organogel también han aparecido como una tecnología emergente, con fines gastronómicos, en cocinas experimentales. Las mezclas de EC,  $\gamma$ -orzanol y  $\beta$ -sitosterol, y la cera de candelilla pueden utilizarse para conferir diferentes texturas, co-

lores y formas a los aceites vegetales, utilizados como ingredientes en productos como chocolates, productos cárnicos y muchos otros. De este modo, se puede crear una gran variedad de platillos que traerán al consumidor nuevas y emocionantes experiencias sensoriales, diferentes de las comunes (Rogers y col., 2014).

Las ventajas principales de los organogeles comestibles, incluyen su contenido predominantemente alto en grasas “más saludables” insaturadas y bajos en grasas saturadas “menos saludables”; la capacidad de proporcionar la naturaleza elástica de una grasa sólida; la capacidad de soportar transiciones sol-gel, varias veces, de manera simple, por recalentamientos, al ser termorreversibles; la formación a bajas concentraciones de moléculas gelantes ( $\sim 2\%$ ), para lograr la estructuración (Hughes y col., 2009), y el desarrollo de materiales suaves basados en aceites líquidos (Patel y col., 2013), siendo este el principal atractivo para la industria alimentaria. También son capaces de aminorar otro problema común en una gran cantidad de productos alimentarios: la migración de aceite (Si y col., 2016).

Las desventajas se centran en la principal limitante de los organogeles, que es la dificultad de identificar gelantes baratos y de grado alimenticio; así como, de un problema relacionado con el consumidor, dado que no se ha logrado obtener los atributos que proporcionan las grasas sólidas, las cuales, por su alto contenido en ácidos grasos saturados, contribuyen a importantes propiedades organolépticas de los alimentos, incluida la palatabilidad, lubricación y estructura (Ceballos y col., 2014).

A pesar de mostrar un perfil nutricional más conveniente en los productos, a los cuales se ha realizado un reemplazo en el tipo de grasa; las características deseables, en los productos lácteos y cárnicos, siguen sin tener la aceptación sensorial general por parte de los consumidores. Además, los estudios realizados, de

los productos obtenidos con este reemplazo, se han limitado a la caracterización de los mismos, sin mostrar estudios, en cuanto a vida de anaquel y análisis sensorial, que muestren el verdadero grado de aceptabilidad de los productos alimenticios obtenidos, por lo que la industria y grupos de investigación, están en la búsqueda de mejores formulaciones, que aseguren las cualidades deseables en este tipo de sistemas alimentarios.

## CONCLUSIONES

Los organogeles ofrecen características físicas distintas de los aceites vegetales, sin influir directamente en su composición química, permitiendo ser empleados como sustituto de grasa sólida en algunas matrices cárnicas y lácteas, las cuales se favorecen al modificar su perfil de ácidos grasos, y con ello, considerarse más saludables. Las formulaciones de elaboración de los materiales determinan las propiedades finales de los productos obtenidos, así como el porcentaje de sustitución de grasa sólida por organogel; sin embargo, a

pesar de mejorar su perfil lipídico, e igualar, en algunas propiedades fisicoquímicas, como la textura, no se logra obtener el sabor que proporciona la grasa sólida, representando la principal barrera de aplicación industrial y lanzamiento de estos al mercado. Por lo que existe área de oportunidad para mejorar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en nuevas formulaciones, que integren estos materiales novedosos, capaces de satisfacer las necesidades del consumidor; y posiblemente, en un futuro a corto plazo, los organogeles serán la mejor opción para la eliminación de grasas saturadas y *trans*, si se regula la eliminación de estas en alimentos, en regiones como México y Latinoamérica, acciones encaminadas a la prevención de enfermedades crónico degenerativas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada a la autora Mayela García Andrade para sus estudios de posgrado.

## REFERENCIAS

- Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., and Astiasarán, I. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*. 121:107-113.
- ANSES, Agencia Nacional de Seguridad Sanitaria (2008). Agence Nationale de Sécurité Sanitaire. [En línea]. Disponible en: <http://www.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>. Fecha de consulta: 16 de febrero de 2012.
- Banupriya, S., Elango, A., Karthikeyan, N., and Kathirvelan, C. (2016). Physico chemical characteristics of dietetic ice cream developed by with sunflower oil rice bran wax organogel. *Indian Journal of Science and Technology*. 9(32):32-35.
- Barbut, S., Wood, J., and Marangoni, A. (2016a). Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*. 122:155-162.
- Barbut, S., Wood, J., and Marangoni, A. (2016b). Quality effects of using organogels in breakfast sausage. *Meat Science*. 122:84-89.
- Barbut, S., Wood, J., and Marangoni, A. (2016c). Effects of organogel hardness and formulation on acceptance of Frankfurters. *Journal of Food Science*. 81(9):2183-2188.
- Bemer, H., Limbaugh, M., Cramer, E., Harper, W., and Maleky, F. (2016). Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. *Food Research International*. 85:67-75.
- Bier, D. (2015). Saturated fats and cardiovascular disease: Interpretations not as simple as they once were. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56(12):1943-1946.
- Bloukas, J., Paneras, E., and Fournitzis, G. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 45(2):133-144.
- Bot, A., Den-Adel, R., and Roijers, E. (2008). Fibrils of  $\gamma$ -oryzanol +  $\beta$ -sitosterol in edible oil organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 85(12):1127-1134.
- Bot, A., Veldhuizen, Y., den-Adel, R., and Roijers, E. (2009). Non-TAG structuring of edible oils and emulsions. *Food Hydrocolloids*. 23(4):1184-1189.
- Botega, D., Marangoni, A., Smith, A., and Goff, H. (2013). Development of formulations and processes to incorporate wax oleogels in ice cream. *Journal of Food Science*. 78(12):1845-1851.
- Ceballos, M., Brailovsky, V., Bierbrauer, K., Cuffini, S., Beltramo, D., and Bianco, I. (2014). Effect of ethylcellulose on the structure and stability of non-aqueous oil based propylene glycol emulsions. *Food Research International*. 62:416-423.
- Chaves, K., Barrera-Arellano, D., and Ribeiro, A. (2018). Potential application of lipid organogels for food industry. *Food Re-*

search *International*. 105:863-872.

Co, E. and Marangoni, A. (2012). Organogels: an alternative edible oil-structuring method. *Journal of American Oil Chemical Society*. 89(5):749-780.

COMECARNE, Consejo Mexicano de la Carne (2018). Consejo Mexicano de la Carne. [En línea]. Disponible en: <https://comecarne.org/datos-de-la-industria/>. Fecha de consulta: 3 de enero de 2019.

Davidovich-Pinhas, M., Barbut, S., and Marangoni, A. (2016). Development, characterization, and utilization of food-grade polymer oleogels. *Annual Review of Food Science and Technology*. 7(1):65-91.

Eerd, J. (1971). Meat emulsion stability. Influence of hydrophilic lipophilic balance, salt concentration and blending with surfactants. *Journal of Food Science*. 36(7):1121-1124.

Flores, M., Giner, E., Fiszman, S. M., Salvador, A., and Flores, J. (2007). Effect of a new emulsifier containing sodium stearyl-2-lactylate and carrageenan on the functionality of meat emulsion systems. *Meat Science*. 76(1):9-18.

Gandolfo, F. G., Bot, A., and Flöter, E. (2004). Structuring of edible oils by long-chain FA, fatty alcohols, and their mixtures. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 81(1):1-6.

Garti, N. and Marangoni, A. (2011). *Edible Oleogels: An overview of the past, present, and future of organogels*. Urbana IL: AOCS Press. 1-17 Pp.

Gordon, A. and Barbut, S. (1992). Mechanisms of meat batter stabilization: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 32(4):299-332.

Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Lalor, F., and Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products e regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in Food Science & Technology*. 39(1):4-17.

Gravelle, A., Barbut, S., Quinton, M., and Marangoni, A. (2014). Towards the development of a predictive model of the formulation-dependent mechanical behaviour of edible oil-based ethylcellulose oleogels. *Journal of Food Engineering*. 143:114-122

Hughes, N., Marangoni, A., Wright, A., Rogers, M., and Rush, J. (2009). Potential food applications of edible oil organogels. *Trends in Food Science & Technology*. 20(10):470-480.

Hwang, H., Singh, M., Bakota, E. L., Winkler-Moser, J., Kim, S., and Liu, S. (2013). Margarine from organogels of plant wax and soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 90(11):1705-1712.

Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*. 18(11):567-578.

Kouzounis, D., Lazaridou, A., and Katsanidis, E. (2017). Partial

replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages. *Meat Science*. 130:38-46.

Lupi, F., Gabriele, D., Facciolo, D., Baldino, N., Seta, L., and de-Cindio, B. (2012). Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels. *Food Research International*. 46(1):177-184.

Lupi, F., Gabriele, D., Seta, L., Baldino, N., and de-Cindio, B. (2014). Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 116(12):1734-1744.

Moriano, M. and Alamprese, C. (2017). Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams. *LWT - Food Science and Technology*. 86:371-376.

Moschakis, T., Dergiade, I., Lazaridou, A., Biliaderis, C., and Katsanidis, E. (2017). Modulating the physical state and functionality of phytosterols by emulsification and organogel formation: Application in a model yogurt system. *Journal of Functional Foods*. 33:386-395.

Moschakis, T., Panagiotopoulou, E., and Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part I): Microstructure and mechanical properties. *LWT - Food Science and Technology*. 73:153-161.

Muguerza, E. and Gimeno, O. (2004). New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 15(9):452-457.

Murdan, S., Gregoriadis, G., and Florence, A. (1999). Novel sorbitan monostearate organogels. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 88(6):608-614.

Nettleton, J., Brouwer, I., Geleijnse, J., and Hornstra, G. (2017). Saturated fat consumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: A Science Update. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 70(1):26-33.

NHDSC, National Hot Dog and Sausage Council (2016). National Hot Dog and Sausage Council. Estadísticas de consumo. [En línea]. Disponible en: <http://www.hot-dog.org/media/consumption-stats>. Fecha de consulta: 30 de enero de 2018.

Okesola, B., Vieira, V., Cornwell, D., Whitelaw, N., and Smith, D. (2015). 1,3:2,4-Dibenzylidene- D-sorbitol (DBS) and its derivatives – efficient, versatile and industrially-relevant low-molecular-weight gelators with over 100 years of history and a bright future. *Soft Matter*. 11(24):4768-4787.

Öğütçü, M. and Yilmaz, E. (2015). Comparison of the pomegranate seed oil organogels of carnauba wax and monoglyceride. *Journal of Applied Polymer Science*. 132(4):10-13.

Panagiotopoulou, E., Moschakis, T., and Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part II): Implementation in frankfurter sausages. *LWT - Food Science and Technology*. 73(part II):351-356.

- Park, J., Rhee, K., Keeton, J., and Rhee, K. (1989). Properties of low-fat Frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. *Journal of Food Science*. 54(3): 500-504.
- Patel, A. and Dewettinck, K. (2015). Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 117(11):1772-1781.
- Patel, A. and Dewettinck, K. (2016). Edible oil structuring: an overview and recent updates. *RSC Food Function*. 7(1): 20-29.
- Patel, A., Schatteman, D., Lesaffer, A., and Dewettinck, K. (2013). A foam-templated approach for fabricating organogels using a water-soluble polymer. *RSC Advances*. 3(45): 22900-22903.
- Pehlivanoglu, H., Demirci, M., and Toket, O. (2018). Rheological properties of wax oleogels rich in high oleic acid. *International Journal of Food Properties*. 20(3):2856-2867.
- Pernetti, M., van-Malssen, K., Flöter, E., and Bot, A. (2007a). Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. 12(4-5): 221-231.
- Pernetti, M., van-Malssen, K., Kalnin, D., and Flöter, E. (2007b). Structuring edible oil with lecithin and sorbitan tri-stearate. *Food Hydrocolloids*. 21(5-6): 855-861.
- Ramos, G., Farias, E., Almada, C., and Crivaro, N. (2004). Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Información Tecnológica*. 15(4): 91-94.
- Rogers, M. A. (2009). Novel structuring strategies for unsaturated fats – Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge : A review. *Food Research International*. 42(7): 747-753.
- Rogers, M., Strober, T., Bot, A., Toro-vazquez, J., Stortz, T., and Marangoni, A. (2014). Edible oleogels in molecular gastronomy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 20(1): 22-31.
- Sánchez, R., Franco, J., Delgado, M., Valencia, C., and Gallagos, C. (2011). Rheology of oleogels based on sorbitan and glyceryl monostearates and vegetable oils for lubricating applications. *Grasas y Aceites*. 62(3): 328-336.
- Sawalha, H., Venema, P., Bot, A., Flöter, E., and van-der-Linden, E. (2011). The influence of concentration and temperature on the formation of  $\gamma$ -oryzanol +  $\beta$ -sitosterol tubules in edible oil organogels. *Food Biophysics*. 6(1): 20-25.
- Schaink, H. and Van-Malssen, K. (2007). Shear modulus of sintered 'house of cards'-like assemblies of crystals. *Langmuir*. 23(25):12682-12686.
- Si, H., Cheong, L., Huang, J., Wang, X., and Zhang, H. (2016). Physical properties of soybean oleogels and oil migration evaluation in model praline system. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 93(8):1075-1084.
- Siraj, N., Shabbir, M., Ahmad, T., Sajjad, A., Khan, M., Khan, M., and Butt, M. (2015). Organogelators as a saturated fat replacer for structuring edible oils. *International Journal of Food Properties*. 18(9):1973-1989.
- Stortz, T., Zetzl, A., Barbut, S., Cattaruzza, A., and Marangoni, A. (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology*. 24(7): 151-154.
- Terech, P. and Weiss, R. (1997). Low molecular mass gelators of organic liquids and the properties of their gels. *Chemical Reviews*. 97(8): 3133-3160.
- Triki, M., Herrero, A., Jiménez-Colmenero, F., and Ruiz-Capillas, C. (2013). Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat Science*. 93(3): 351-360.
- Utrilla, M., García-Ruiz, A., and Soriano, A. (2014). Effect of partial replacement of pork meat with an olive oil organogel on the physicochemical and sensory quality of dry-ripened venison sausages. *Meat Science*. 97(4): 575-582.
- Vintiloiu, A. and Leroux, J. (2008). Organogels and their use in drug delivery – A review. *Journal of Controlled Release*. 125(3): 179-192.
- Wang, F., Gravelle, A., Blake, A., and Marangoni, A. (2016). Novel trans fat replacement strategies. *Current Opinion in Food Science*. 7: 27-34.
- Wright, A. and Marangoni, A. (2007). Time, temperature, and concentration dependence of ricin elaidic acid canola oil organogelation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 84(1): 3-9.
- Yılmaz, E. and Ögütçü, M. (2014). Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 21(6):1007-1017.
- Youssef, M. and Barbut, S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science*. 82(2): 228-233.
- Youssef, M. and Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and preemulsified canola oil. *Meat Science*. 87(4): 356-360.
- Yu, G., Yan, X., Han, C., and Huang, F. (2013). Characterization of supramolecular gels. *Chemical Society Reviews*. 42(16): 6697-6722.
- Zetzl, A., Marangoni, A., and Barbut, S. (2012). Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters †. *Food & Function*. 3(3): 327-337.