

INCORPORACIÓN DE NUEVAS EMULSIONES EN LA FORMULACIÓN DE PANNA COTTAS. ESTUDIO ESTRUCTURAL Y SENSORIAL

Ángela Gómez Gómez, Amparo Quiles Chuliá, Isabel Hernando Hernando

RESUMEN

Los postres lácteos son productos muy populares y tradicionales. Algunos de estos postres pueden ser inadecuados para personas con determinados requerimientos dietéticos, por ser muy calóricos y tener un alto contenido en grasa. Sería interesante reformular alimentos, de consumo tradicional, sustituyendo o disminuyendo la proporción de aquellos ingredientes que son perjudiciales o poco adecuados desde un punto de vista nutritivo, como la grasa, por nuevos componentes más saludables. El objetivo de este trabajo es diseñar panna cottas con propiedades organolépticas y texturales similares a las de la panna cotta tradicional, pero reduciendo su contenido en grasa y su aporte calórico, mediante la sustitución de la grasa (nata) por nuevas emulsiones grasa en agua elaboradas con éteres de celulosa: metilcelulosa (MC) e hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC). Para ello se ha estudiado el efecto de la incorporación de distintas proporciones de las emulsiones sobre la microestructura, la textura y las propiedades sensoriales en las panna cottas. Los resultados muestran que es posible sustituir la grasa de la panna cotta tradicional por emulsiones tipo grasa en agua con éteres de celulosa (MC y HPMC) como agentes emulgentes, obteniendo una buena aceptación e intención de compra por parte de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: postres lácteos, emulsiones, metilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa, microestructura, textura, propiedades sensoriales.

RESUM

Les postres làctis són productes molt populars i tradicionals. Algunes d'aquestes postres poden ser inadequats per a persones amb determinats requeriments dietètics, per ser molt calòrics i tindre un alt contingut en greix. Seria interessant reformular aliments, de consum tradicional, substituint o disminuint la proporció d'aquells ingredients que són perjudicials o poc adequats des d'un punt de vista nutritiu, com el greix, per nous components més saludables. L'objectiu d'aquest treball és dissenyar panna cottas amb propietats organolèptiques i textures semblants a les de la panna cotta tradicional, però reduint el seu contingut en greix i la seua aportació calòrica, per mitjà de la substitució del greix (nata) per noves emulsions greix en aigua elaborades amb èters de cel·lulosa, metilcelulosa (MC) i hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC). Per això s'ha estudiat l'efecte de la incorporació de distintes proporcions de les emulsions sobre la microestructura, la textura i les propietats sensorials de les panna cottas. Els resultats mostren que és possible substituir el greix de la panna cotta tradicional per emulsions tipus greix en

aigua amb èters de cel·lulosa (MC i HPMC) com a agents emulgents, amb una bona acceptació i intenció de compra per part dels consumidors.

PARAULES CLAU: postres làctis, emulsions, metilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa, microestructura, textura, propietats sensorials.

ABSTRACT

Dairy desserts are very popular and traditional products. Some of them could be unsuitable for people who have certain diet requirements, because of their high caloric or fat content. It would be interesting to reformulate everyday-life meals by replacing or reducing the proportion of harmful or unsuitable ingredients from the nutritional point of view, such as fat, by new healthier compounds. The aim of this project is to design panna cottas with similar organoleptic and textural properties to the traditional one, but with a reduction of its fat content and its caloric intake, replacing the fat (cream) by new fat in water emulsions elaborated with cellulose ethers: methyl cellulose (MC) and hydroxypropylmethylcellulose (HPMC). In order to do so, the effect of the incorporation of the different emulsion's proportions on the microstructure, the texture and the sensory properties of the panna cottas has been studied. The results show that it is possible to replace the fat of the traditional panna cotta for fat in water emulsions with cellulose ethers (MC and HPMC) as emulsifying agents with a good consumer acceptance and purchase intention.

KEY WORDS: dairy desserts, emulsions, methylcellulose, hydroxypropylmethylcellulose, microstructure, texture, sensory properties.

INTRODUCCIÓN

La relación existente entre alimentación y salud es innegable y numerosas investigaciones científicas lo han ido demostrando a lo largo de la historia (Akoh, 1998; Fernandez y Benito, 2008; Micha y Mozaffarian, 2010; Vidal-García, 2009; Silveira et al., 2003). Sin embargo, en muchos casos la población tiene preferencia por determinados alimentos, a veces de marcado consumo tradicional, independientemente de la conveniencia de su composición. En este sentido, sería interesante reformular alimentos, de consumo tradicional, sustituyendo o disminuyendo la proporción de aquellos ingredientes que son perjudiciales o poco adecuados desde un punto de vista nutritivo, por nuevos componentes más saludables (Nehir y Simsek, 2012). Conseguir que las propiedades organolépticas y la aceptación final por parte del consumidor no se vean afectadas por estos cambios composicionales, requiere un trabajo de investigación muy complejo e importante (Urala y Lähteenmäki, 2004; Verbeke, 2006), que puede ser transferido a la industria. El diseño de alimentos más saludables abriría nuevas posibilidades y retos a la industria alimentaria, que necesita crecer en el competitivo mercado actual mediante la constante innovación de productos que atraigan al consumidor (Costa y

Jongen, 2006; Stewart-Knox y Mitchell, 2003). Una de las estrategias fundamentales para asegurar el éxito de una innovación, es la selección de la formulación final según las preferencias del consumidor (Grunert y van Trijp, 2014, van Kleef et al., 2006; Worch, 2012; Linnemann et al., 2006).

Los postres lácteos son productos muy populares y tradicionales en España, al igual que en el resto de Europa. Su facilidad de ingestión y de consumo, junto con sus características sensoriales, los hace alimentos especialmente apropiados y convenientes para la población. Sin embargo, algunos de estos postres pueden ser inadecuados para personas con determinados requerimientos dietéticos, por ser muy calóricos y tener un alto contenido en grasa. La panna cotta (en italiano “nata cocida”) es un postre típico de la región italiana del Piamonte, elaborado principalmente a partir de nata, azúcar (sacarosa) y gelatina, por lo que además de ser un postre muy calórico, tiene un alto contenido en grasa saturada. La grasa saturada está relacionada con la aparición de numerosas enfermedades como la obesidad, cáncer, colesterol y enfermedades coronarias (Akoh, 1998). La cantidad de grasa en la composición de un alimento se ha convertido en un tema que preocupa a muchos consumidores que desean seguir hábitos saludables (Sudha et al., 2007, Zoulias, et al., 2002). En este sentido, la investigación en tecnología de alimentos está realizando numerosos esfuerzos por desarrollar alimentos con menor contenido de grasa, haciendo frente a la gran dificultad que supone mimetizar la estructura y las propiedades sensoriales aportadas por la grasa (Palzer, 2009, Valenzuela y Sanhueza, 2008). La disminución del contenido en grasa de un alimento da lugar a cambios en su composición y estructura, que se manifiestan en modificaciones perceptibles en su color, sabor y textura (Guinard y Marti, 1997). Para compensar este efecto se suelen utilizar distintos tipos de sustitutos de la grasa, que proporcionan propiedades fisicoquímicas y sensoriales similares a las de las grasas pero que, o bien no aportan calorías o aportan muy pocas (ADA, 2005). La elección de éstos sustitutos, depende de la composición y de las características de cada alimento (Sandrou y Arvanitoyannis, 2000; Bayarri et al., 2010; Cadena et al., 2012). Existen tres tipos básicos de sustitutos de la grasa en función de su composición química: sustitutos a base de hidratos de carbono, a base de proteínas o a base de grasa (Oreopoulou, 2006; ADA, 2005).

Para sustituir la grasa en los alimentos es posible emplear emulsiones (Tarancón et al., 2013). Una emulsión es una dispersión de dos líquidos inmiscibles en la que uno de los líquidos se dispersa en forma de pequeñas gotas esféricas en el otro (Dickinson, 1992; Vanapalli et al., 2004 y McClements, 2011, 2015). Unas de las emulsiones más estudiadas son las emulsiones aceite en agua (O/W) o agua en aceite (W/O), donde la primera fase mencionada es la fase dispersa y la segunda fase es la continua. En este trabajo para sustituir la grasa se van a diseñar emulsiones aceite en agua con un hidrocoloide como emulgente. La metilcelulosa (MC) y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) son hidrocoloides que se obtienen por derivatización química a partir de la celulosa (Akoh, 1998). Estos éteres de celulosa producen una red de gel capaz de modificar la textura, aumentar la viscosidad y aportar fibra dietética (Yáñez y Biolley, 1999; Dickinson, 2009). Además, se han utilizado como estabilizantes de emulsiones para sustituir grasas saturadas, ya que

los éteres de celulosa se adsorben en la interfase de la emulsión (Sanz et al., 2011; Tárrega et al., 2014). Algunos estudios demuestran que al dispersar la fase grasa en un medio acuoso, se puede conseguir un mismo resultado organoléptico con una menor cantidad de grasa inicial (ADA, 2005) y que, independientemente del contenido energético de la emulsión, si disminuye el tamaño de gota de la grasa, se incrementa la sensación de cremosidad, lo que conlleva a un aumento en la saciedad (Lett et al., 2016 a,b). La sustitución de la grasa del alimento por emulsiones de este tipo (aceite en agua) podría ser una estrategia para disminuir la ingesta de alimentos y por lo tanto el aporte calórico.

La estructura de las emulsiones afecta a la digestión de las grasas (Golding y Wooster, 2010; Golding et al, 2011). En este contexto, se ha estudiado el desarrollo de emulsiones para aumentar la biodisponibilidad de compuestos lipofílicos o para controlar la liberación de éstos en determinadas zonas del tracto gastrointestinal (McClements et al., 2009; Porter et al., 2007, 2008; Singh et al., 2009, Kosaraju, 2005; Patel y Velikov, 2011; Augustin et al., 2011). Sería interesante diseñar emulsiones capaces de inhibir o reducir la digestión de las grasas y por tanto su asimilación en el organismo. El diseño de emulsiones con este último objetivo, podría ser otra estrategia efectiva para disminuir el aporte de grasa en la dieta, controlar la saciedad y en definitiva promover un aporte energético adecuado. Para ello el estudio microestructural de las emulsiones es una herramienta previa a la digestión in vitro, básica y fundamental.

El objetivo de este trabajo es diseñar panna cottas con propiedades organolépticas y texturales similares a las de la panna cotta tradicional, pero reduciendo su contenido en grasa y por lo tanto su aporte calórico, mediante la sustitución de la grasa por nuevas emulsiones grasa en agua con éteres de celulosa (MC, HPMC) como emulgentes. Para ello se ha estudiado el efecto de la incorporación de distintas proporciones de las emulsiones, sobre la microestructura (CLSM y LM), la textura y las propiedades sensoriales en las panna cottas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las emulsiones

Para diseñar las nuevas emulsiones se emplearon dos tipos de éteres de celulosa, una metilcelulosa (MC) de alto metoxilo y una hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), ambas suministradas por The Dow Chemical Company, Germany. La viscosidad de estos éteres de celulosa es de 50000 mPa·s para la MC y de 4000 mPa·s para la HPMC, medida por The Dow Chemical Company siguiendo los métodos de referencia ASTM D1347 y ASTM D2363 (en solución acuosa al 2 % a 20°C).

Se desarrollaron dos nuevas emulsiones: la EM, elaborada con el éter de celulosa MC y la EH, elaborada con el éter de celulosa HPMC. Se empleó como ingredientes (Tabla 1): nata líquida UHT (Pascual, Burgos; España) de 35 % M.G., agua mineral (Bezoya, España), y los dos tipos diferentes de éteres de celulosa.

TABLA 1. Composición de las emulsiones.

Ingrediente	g/100g
Nata	50
Agua	49
Celulosa:	
MC/ HPMC	1

El equipo instrumental utilizado en el protocolo de preparación de las emulsiones consistió en un agitador (Heidolph RZR 1, Schwabach, Alemania) y un homogeneizador (Ultra Turrax, IKA, T18-ba ic, Staufen, Alemania). Para preparar las emulsiones, el éter de celulosa se dispersó en la nata, previamente calentada (1 minuto a 500W), en el agitador a una velocidad de 283 r.p.m. A continuación, se añadió lentamente agua fría (1°C) y se homogeneizó con un Ultra Turrax en dos etapas sucesivas: a 8000 rpm durante 30 s y a 17600 rpm durante 1 min. Las emulsiones así preparadas se mantuvieron a 4°C hasta su utilización.

Elaboración de la panna cotta

La panna cotta control se elaboró con los siguientes ingredientes: nata líquida UHT (Pascual, Burgos; España) de 35 % M.G., agua mineral (Bezoya, Spain), leche desnatada en polvo (Central Lechera Asturiana, Asturias, España), κ-carragenato (Satiagel™ ME5, Cargill France SAS, Saint-Germain-en-Laye, France), alginato (MANUCOL DMF, FMC Biopolymer, Philadelphia, United States) y edulcorante de mesa líquido (Krüger GmbH & Co. KG, Bergisch Gladbach, Alemania) a base de ciclamato sódico (12 %) y sacarina sódica (1,2 %).

Se prepararon cuatro panna cottas diferentes (Tabla 2) sustituyendo en la panna cotta control un 75 o un 100 % de la nata de la formulación, por las nuevas emulsiones EM y EH. Las panna cottas preparadas fueron la P75M (sustitución de un 75 % de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM), P100M (sustitución del 100 % de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM), P75H (sustitución de un 75 % de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH) y P100H (sustitución de un 100 % de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

Para la preparación de las panna cottas, se introdujo la emulsión en un robot de cocina (Thermomix TM 31, Wuppertal, Alemania) junto con los demás ingredientes, y se calentó la mezcla hasta 90 °C (17°C/min) a 700 rpm. Una vez alcanzada esa temperatura, se mantuvo a 90 °C a la misma velocidad de agitación durante 6 min. La mezcla se introdujo en moldes de silicona (6 cm de diámetro y 3,5 de altura), se enfrió a temperatura ambiente y se almacenó a 4°C. Las determinaciones se realizaron a las 24 h siguientes de su preparación.

TABLA 2. Ingredientes de las diferentes panna cottas.

Ingredientes (g/100 g panna cotta)	CONTROL	P75M	P100M	P75H	P100H
Nata	74,45	18,61	0	18,61	0
Emulsión EM	0	55,84	74,45	0	0
Emulsión EH	0	0	0	55,84	74,45
Agua	20,68	20,68	20,68	20,68	20,68
Leche desnatada en polvo	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
Carragenato	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Alginato	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Edulcorante	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH.

Análisis de textura

TEST DE PENETRACIÓN

Este ensayo representa el efecto de la primera mordida que se produce en el producto con los dientes incisivos y se registra la fuerza necesaria para atravesar la muestra. La penetración se realizó en las panna cottas enteras utilizando el equipo TA.XT-Plus (Stable Microsystems, Godalming, U.K.) asociado al software Texture exponent (versión 2.0.7.0). Se utilizó una célula de carga de 30 kg y una sonda cilíndrica de plástico con acabado plano de 12 mm de diámetro. Cada muestra se mantuvo a temperatura ambiente durante 2 min y 30 s antes de la medida. La velocidad de la sonda cilíndrica fue de $10 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ y la distancia de penetración fue de 15 mm sobre el centro de la panna cotta. Se midió la fuerza máxima (N) alcanzada durante la penetración y la rigidez de las muestras.

Técnicas microscópicas

Para estudiar la microestructura de las diferentes panna cottas se utilizaron dos técnicas microscópicas, la microscopía óptica (LM) y la microscopía laser confocal de barrido (CLSM).

MICROSCOPÍA ÓPTICA (LM)

Para el estudio de la microestructura de los diferentes éteres de celulosa, emulsiones y panna cottas se utilizó un microscopio óptico Nikon Eclipse E800 (Nikon Eclipse 80i, Nikon Co., Ltd., Tokyo, Japan). El agente de tinción utilizado para observar los dos tipos de celulosas fue el Sudán III al 1 %. Como agente de tinción

para teñir proteína en las emulsiones y las panna cottas, se utilizó azul de toluidina (1 g/L). Se tomó una pequeña cantidad de muestra y se colocó en un portaobjetos de vidrio, se tiñó con el agente de tinción, se cubrió con un cubreobjetos de vidrio y se visualizaron las diferentes muestras a 20x aumentos (lente objetiva 20x / 0.75 DIC N2 ∞ /0.17 WD 1.0, Nikon, Tokyo, Japan). Las imágenes fueron capturadas y almacenadas en formato 1280 x 1024 pixeles usando el software del microscopio (NIS-Elements F, Version 4.0, Nikon, Tokyo, Japan).

MICROSCOPÍA LÁSER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM)

Para la observación de las diferentes panna cottas por CLSM, se utilizó un microscopio láser confocal Nikon C1 acoplado a un microscopio óptico Nikon Eclipse E800 V-PS100E (Nikon, Tokio, Japón). Para excitar los agentes de tinción fluorescentes, se empleó el láser Ar-Kr (λ_{ex} máx 488 nm). Las tinciones empleadas fueron Nile Red (0,1 g/L en polietilenglicol (PEG) 200) y Rodamina B (2 g/L en agua destilada). El Nile Red (Fluka, Sigma-Aldrich, Missouri, USA) tiene una λ_{ex} máx de 488 nm y una λ_{em} máx de 515 y se utiliza como agente de tinción para la grasa. La Rodamina B (Fluka, Sigma-Aldrich, Missouri, USA) tiene una λ_{ex} máx 488 nm y una λ_{em} máx de 580 nm. Este fluorocromo se utiliza para teñir proteínas y carbohidratos.

Para observar y estudiar las diferentes panna cottas, se colocó una pequeña cantidad de muestra sobre un portaobjetos y se le añadió 20 μL de disolución de Nile Red y 20 μL de disolución de Rodamina B. Las observaciones se realizaron 10 min después de la difusión de los agentes de tinción en la muestra. Las imágenes se obtuvieron y almacenaron con una resolución de 1024 x 1024 pixel utilizando el software del microscopio (EZ-C1 v.3.40, Nikon, Tokyo, Japan).

Para visualizar las muestras se utilizaron dos lentes objetivas diferentes: 40x/1.0/Oil DIC H/Plan Apo Nikon y 60x/1.40/Oil Plan Apo VC Nikon con aceite de inmersión.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en Valencia (España). Para hacer este estudio, fueron convocados un total de 117 consumidores, de entre los empleados y estudiantes de la Universitat Politècnica de València. De los participantes, el 54,9 % fueron mujeres y el 45,1 % hombres. Las muestras (CONTROL, P75M, P100M, P75H, P100H) fueron evaluadas en una sala de catas estandarizada, equipada con compartimentos individuales (ISO, 1988). Cada consumidor recibió las cuatro muestras de panna cottas reformuladas y la control en una serie secuencial monódica, en una única sesión, siguiendo un diseño experimental de bloques completo (William's design). Las muestras se sirvieron en vasos pequeños de plástico codificados con un número de tres cifras escogidos al azar. Las panna cottas se sirvieron a temperatura ambiente. Se proporcionó agua mineral para eliminar el sabor residual entre muestras.

TEST DE ACEPTABILIDAD

La aceptación sensorial de las diferentes formulaciones de panna cottas se analizó mediante una escala hedónica de 9 puntos (el 9 expresaba el nivel más alto de aceptación “me gusta mucho” y el 1 el más bajo “me disgusta mucho”). Para cada panna cotta, los consumidores puntuaron el grado de aceptación, es decir, cuánto les gustaba “la apariencia”, “el olor”, “la textura”, “el sabor” y la “aceptabilidad global”.

TEST DE PROBABILIDAD DE COMPRA

Para cada muestra de panna cotta, el consumidor marcó la probabilidad de compra en una escala hedónica de 5 puntos (el 5 expresaba la probabilidad más alta de compra “Definitivamente lo compraría” y el 1 la más baja “Definitivamente no lo compraría”).

CUESTIONARIO CATA

Para cada muestra, los participantes contestaron a un cuestionario CATA (Check All That Apply) donde se presentaron 22 atributos: “apariencia grumosa”, “sabor extraño”, “apariencia lisa”, “sabor agradable”, “grumosa en boca”, “retrogusto”, “suave en boca”, “saludable”, “cremosa”, “nutritivo”, “firme en boca”, “bajo en calorías”, “gomosa”, “alto en calorías”, “sensación de sequedad en boca”, “saciante”, “sensación de humedad en boca”, “recubrimiento en boca”, “sabor dulce”, “apariencia firme”, “sabor a nata”, “insípida”. Los términos que se incluyeron en el cuestionario se seleccionaron de la bibliografía sobre productos similares. A los participantes se les pidió que marcaran las características más apropiadas para describir cada muestra. Los 22 términos se presentaron con un orden aleatorio entre muestras y entre consumidores.

Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de las determinaciones de las panna cottas se llevó a cabo con el software estadístico XLSTAT (versión 2.5.2012, Microsoft Excel, Barcelona, España).

Para el cálculo de la probabilidad de compra, se agruparon las respuestas de los participantes que marcaron un 1 o un 2 como “consumidores sin intención de compra”, los que marcaron un 3 se expresaron como “tal vez tengan intención de compra”, y los que marcaron un 4 o un 5 se expresaron como “consumidores con intención de compra”.

Para el estudio de las diferencias entre las formulaciones en cuanto a textura y test de aceptabilidad, se realizó un análisis de la varianza (one way ANOVA) y la diferencia significativa entre muestras se calculó por el test de Tukey con un nivel de significación ($p < 0.05$).

Para identificar si existieron diferencias significativas entre las muestras para cada atributo del cuestionario CATA se aplicó el test no paramétrico de Cochran (Manoukian, 1986). La variabilidad de las frecuencias en la selección de los atributos que fueron significativos según el test de Cochran, se analizó utilizando un Análisis de Correspondencia (CA). Finalmente, para estudiar la relación entre los atributos que fueron significativos del cuestionario CATA y la aceptabilidad global de las panna cottas, y visualizar de manera conjunta los atributos que describen cada muestra junto con la aceptación global se realizó un análisis multifactorial (MFA) con la frecuencia de mención de cada uno de los atributos.

RESULTADOS

Análisis de textura

Los valores de fuerza máxima, para las distintas panna cottas estudiadas en este trabajo oscilaron entre 0,765 N (P100H) y 1,172 N (P100M) (Tabla 3). Las panna cottas elaboradas con la emulsión EM (P75M y P100M), fueron las que presentaron mayor fuerza máxima, no existiendo entre ellas diferencias significativas ($p > 0,05$). Las panna cottas elaboradas con la emulsión de celulosa EH, fueron las que presentaron los valores de fuerza máxima más bajos, siendo la P100H la que presentó el menor valor ($p < 0,05$) de fuerza máxima (0,765 N). Cuanto mayor fue el porcentaje de sustitución de la nata por la emulsión EH, menor fue la fuerza máxima de la panna cotta. La panna cotta control, fue diferente significativamente ($p < 0,05$) al resto de panna cottas y su valor de fuerza máxima se situó entre las panna cottas elaboradas con la emulsión EM y las elaboradas con la emulsión EH. La fuerza máxima de las panna cottas parece depender del tipo de emulsión empleada en la formulación y, en el caso de las panna cottas elaboradas con emulsión EH, también del porcentaje de sustitución.

Los valores de rigidez oscilaron entre 1,446 N/s (P100H) y 2,297 N/s (CONTROL), para las distintas panna cottas estudiadas en este trabajo (Tabla 3). Existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los valores de rigidez entre todas las formulaciones estudiadas. La panna cotta que mayor rigidez presentó, fue la control. Las panna cottas elaboradas con la emulsión EM, obtuvieron mayores valores de rigidez que las elaboradas con la emulsión EH, para ambas sustituciones. Además, en cuanto al porcentaje de sustitución de grasa, tanto las panna cottas elaboradas con emulsión EH como las elaboradas con emulsión EM con un menor porcentaje de sustitución (75 %), presentaron valores de rigidez significativamente ($p < 0,05$) más elevados que los de las panna cottas elaboradas con un mayor porcentaje de sustitución (100 %). La sustitución de grasa por la emulsión en la formulación de las panna cottas, en general disminuyó su rigidez. La rigidez de las panna cottas parece depender tanto del tipo de emulsión (EM y EH) utilizada para la sustitución de la nata como del porcentaje de sustitución. Cuanto menor es el contenido en nata de la panna cotta menor es su rigidez. En general, la proporción de grasa (nata) empleada en la formulación parece tener una influencia directamente proporcional a la rigidez de las panna cottas.

TABLA 3. Efecto del porcentaje de sustitución y del tipo de celulosa utilizada en la emulsión en la textura de las panna cottas.

Muestra	Fuerza (N)	Rigidez (N/s)
CONTROL	1,078 ^B (0,042)	2,297 ^A (0,072)
P75M	1,167 ^A (0,027)	2,127 ^B (0,081)
P100M	1,172 ^A (0,032)	2,033 ^C (0,115)
P75H	0,810 ^C (0,027)	1,678 ^D (0,100)
P100H	0,765 ^D (0,022)	1,446 ^E (0,074)

Los valores entre paréntesis son las desviaciones estándar. Las medias con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$) utilizando el test de Tukey. (P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

Microestructura

Las celulosas MC y HPMC utilizadas en la formulación de las panna cottas se pueden observar en la Fig. 1. La metilcelulosa presentó una estructura más homogénea y lineal que la hidroxipropilmetilcelulosa que debido al mayor impedimento estérico de sus cadenas laterales mostró una estructura algo más irregular.

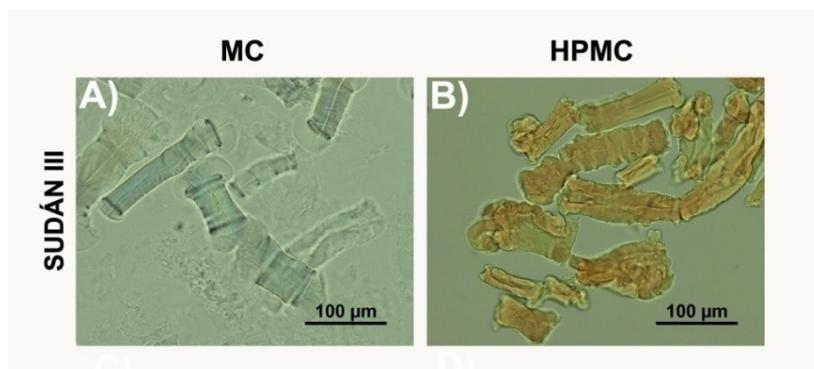


FIGURA 1. Imágenes de Microscopía Óptica (LM) de las celulosas estudiadas: Metilcelulosa (MC) e Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC).

En la Fig. 2 se puede apreciar la estructura de las emulsiones EM y EH con las que se ha sustituido parte o toda la nata de la formulación original de las panna cottas. En las imágenes obtenidas por LM (Fig. 2A y B), se observa de color azul, la parte proteica, los hidratos de carbono propios de la nata, y la celulosa de las emulsiones. La grasa no aparece teñida por el azul de toluidina. Por esta técnica

microscópica se aprecia que la grasa de la emulsión EM (Fig. 2A) es más compacta, es decir forma agrupaciones más densas y grandes que la de la emulsión EH (Fig. 2B). La grasa de la emulsión EH parece distribuirse más y en agrupaciones más pequeñas.

En las imágenes obtenidas por CLSM (Fig. 2C y D) se puede apreciar la grasa teñida de color verde. La emulsión EM (Fig. 2C) está formada por glóbulos de diferente tamaño. Los glóbulos se observan muy próximos unos de otros formando una red densa. Aparece coalescencia entre algunos de ellos y en general el aspecto de esta emulsión es de elevada densidad y compactación. El empleo de esta emulsión EM en la formulación de los alimentos probablemente aportará dureza, como se ha podido constatar en el estudio de textura de las panna cottas. En la emulsión EH (Fig. 2D), aunque la grasa aparece más dispersa también se aprecia asociada a modo de red. En algunas zonas los pequeños glóbulos aparecen íntimamente asociados entre sí, mientras que en otras se muestran más separados. En general, la apariencia de esta emulsión es más ligera, probablemente por la presencia de una celulosa HPMC, más soluble y con menos tendencia a la cristalización. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos en el apartado de textura ya que las panna cottas formuladas con esta emulsión EH presentaban valores de dureza y rigidez inferiores.

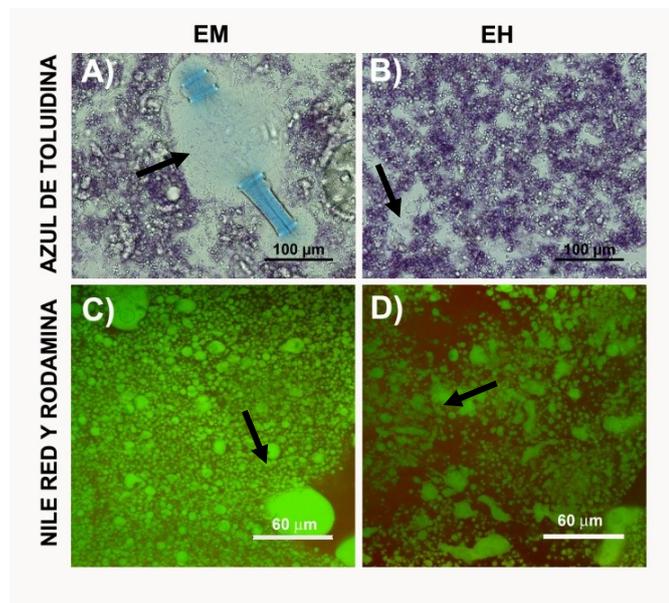


FIGURA 2. Imágenes de Microscopía Óptica (LM) de las emulsiones (A, B). Imágenes de Microscopía Láser Confocal de Barrido (CLSM) de las emulsiones (C, D). (EM: Emulsión elaborada con el éter de celulosa metilcelulosa. EH: Emulsión elaborada con el éter de celulosa hidroxipropilmetilcelulosa. Flecha: grasa).

En la Fig. 3 se presentan las imágenes obtenidas por LM y CLSM de las distintas panna cottas estudiadas en este trabajo. La panna cotta control está formada por

una red teñida de color morado compuesta por la proteína de la leche y de la nata, y por los hidratos de carbono, los propios de la nata comercial y los ingredientes carragenato y alginato. La parte grasa de la formulación, que no aparece teñida por el azul de toluidina, parece estar formando grandes agregados dispersos en la red continua (Fig. 3A). La grasa que aparece como un componente abundante de la muestra control se observa tanto en forma de pequeños glóbulos como formando agrupaciones de diferente tamaño (Fig. 3F). En la panna cotta P75M (Fig. 3B) se sigue apreciando la red continua, teñida de azul, formada por proteínas y carbohidratos. La grasa mantiene el mismo aspecto que la emulsión EM, es decir aparece en forma de agrupaciones grandes, compactas y densas (Fig. 3B y G) y se extiende a modo de red. En la panna cotta P100M (Fig. 3C y H), se sigue apreciando la estructura típica de la emulsión EM, aunque la apariencia de estas panna cottas es más ligera probablemente porque hay menor cantidad de grasa. Esto podría estar relacionado y explicar la menor rigidez que presentan estas panna cottas (P100M) cuando se comparan con las P75M. Las panna cottas P75H y P100H, igual que las anteriores, parecen estar constituidas por dos redes entrecruzadas, una teñida de azul constituida por la parte proteica y los hidratos de carbono de la formulación y otra formada por la emulsión (Fig. 3D y E). En las imágenes obtenidas por CLSM (Fig. 3I y J), se puede observar como la emulsión EH mantiene su estructura típica también en las panna cottas. En este caso los agregados grasos están más alejados entre sí y separados por mayor proporción de fase continua si se compara con las elaboradas con la emulsión EM, lo que les confiere una estructura más ligera. Esto coincide con los resultados texturales ya que las panna cottas elaboradas con la emulsión EH presentaban valores de dureza y rigidez inferiores que las elaboradas con emulsión EM.

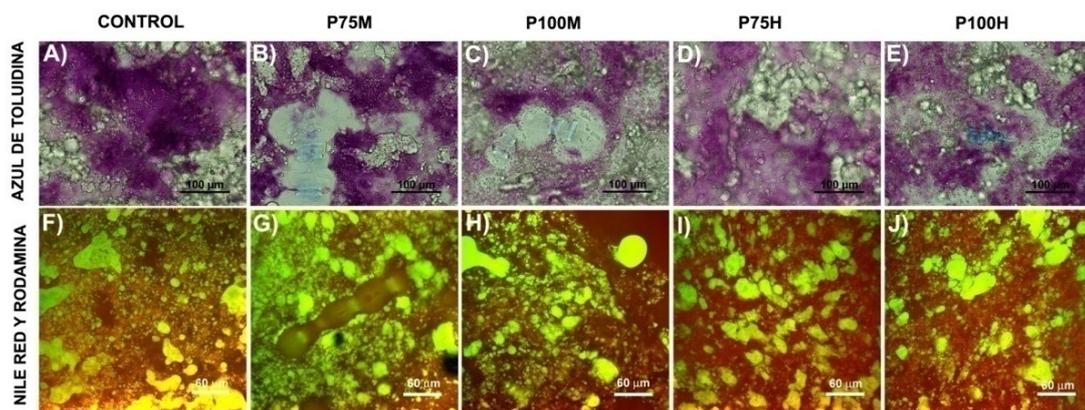


FIGURA 3. Imágenes de Microscopía Óptica (LM) de las diferentes panna cottas (A, B, C, D, E). Imágenes de Microscopía Láser Confocal de Barrido (CLSM) de las diferentes panna cottas (F, G, H, I, J). (P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

Análisis sensorial

ACEPTABILIDAD DE LAS MUESTRAS

En la tabla 4 se muestran los resultados del test de aceptabilidad realizado por los consumidores de las diferentes muestras de panna cottas. Los atributos evaluados en este test fueron: “apariencia”, “olor”, “textura”, “sabor” y “aceptabilidad global”. Para los atributos apariencia y olor no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las muestras. En cuanto a la aceptación de la textura, la panna cotta control y la P75H fueron las mejores valoradas sin diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$). La panna cotta peor valorada fue la P100M aunque no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ésta y las panna cottas P75M y P100H. Con respecto al atributo sabor, la muestra control fue la mejor valorada y fue diferente significativamente ($p < 0,05$) al resto de panna cottas y, al igual que en la textura, la peor valorada fue la P100M. Sin embargo, los consumidores no encontraron ninguna diferencia significativa ($p > 0,05$) entre ésta y la P100H. Por último, en cuanto a la aceptabilidad global de las panna cottas, la valoración de las panna cottas siguió la misma tendencia que con el atributo sabor, es decir, que la muestra más aceptada es la panna cotta control ($p < 0,05$), seguida de las muestras P75H y P75M. Por tanto, se podría decir que el sabor y en cierta medida la textura son los atributos que determinan la aceptabilidad global de las panna cottas. En vista a los resultados, la panna cotta control fue la mejor valorada en todos los atributos. Sin embargo, dejando al margen la muestra control, la panna cotta P75H fue la mejor valorada. En general, las panna cottas con un 100 % de sustitución de nata por emulsión fueron las peor valoradas y, de éstas, los consumidores valoraron peor la P100M.

TABLA 4. Resultados del test de aceptabilidad de consumidores.

Muestra	Apariencia	Olor	Textura	Sabor	Aceptabilidad global
CONTROL	6,75 ^A (1,56)	5,63 ^A (1,60)	7,10 ^A (1,43)	6,99 ^A (1,93)	6,85 ^A (1,65)
P75M	6,24 ^A (1,69)	5,61 ^A (1,64)	5,86 ^{BC} (2,15)	5,35 ^B (2,27)	5,62 ^{BC} (1,96)
P100M	6,22 ^A (1,47)	5,31 ^A (1,36)	5,48 ^C (2,06)	4,42 ^C (2,10)	5,19 ^C (1,80)
P75H	6,56 ^A (1,58)	5,58 ^A (1,50)	6,43 ^{AB} (1,87)	5,64 ^B (2,04)	5,94 ^B (1,84)
P100H	6,44 ^A (1,59)	5,42 ^A (1,56)	5,90 ^{BC} (2,22)	5,05 ^{BC} (1,94)	5,47 ^{BC} (1,72)

Los valores entre paréntesis son las desviaciones estándar. Para cada atributo, las medias con letras diferentes indican que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellas, de acuerdo con el test de comparaciones múltiples Tukey (HSD). (P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

TEST DE PROBABILIDAD DE COMPRA

Como se puede observar en la tabla 5, más de la mitad de los consumidores (54,9 %) comprarían la panna cotta control. En cuanto a las panna cottas formuladas con emulsiones, las panna cottas con un 75 % de sustitución tuvieron una intención de compra de cerca de un 30 % (29,4 % de los consumidores comprarían la muestra P75H y 26,8 % de probabilidad de compra la panna cotta P75M). Las panna cottas que menor probabilidad de compra obtuvieron fueron la P100H y la P100M, con un 17,7 % y un 15 % de probabilidad de compra respectivamente. Por lo tanto, la panna cotta con menor probabilidad de compra fue la P100M. Parece haber una relación directa entre la cantidad de nata y la probabilidad de compra ya que cuanto menor es el contenido en nata de la formulación de la panna cotta, la probabilidad de compra también es inferior. Los resultados concuerdan con los obtenidos en el test de aceptabilidad.

TABLA 5. Probabilidad de compra de las panna cottas

Muestras		% Compra
CONTROL	NO	16,8
	TAL VEZ	28,3
	SÍ	54,9
P75M	NO	47,3
	TAL VEZ	25,9
	SÍ	26,8
P100M	NO	60,2
	TAL VEZ	24,8
	SÍ	15
P75H	NO	41,1
	TAL VEZ	29,5
	SÍ	29,4
P100H	NO	55,8
	TAL VEZ	26,5
	SÍ	17,7

P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

DIFERENCIAS ENTRE LAS MUESTRAS DESCRITAS POR EL CUESTIONARIO CATA

Según el test no paramétrico de Cochran, se encontraron diferencias significativas en 14 de los 22 atributos CATA utilizados para describir las muestras que son la "apariencia grumosa", "apariencia lisa", "sabor extraño", "sabor agradable", "recubrimiento en boca", "grumosa en boca", "suave en boca",

”cremosa”, ”gomosa”, ”sensación de sequedad en boca”, ”sensación de humedad en boca”, ”sabor dulce”, ”sabor a nata”, ”insípida.” Para los términos:”aparición firme”, ”firme en boca”, ”saciante”, ”alto en calorías”, ”bajo en calorías”, ”nutritivo”, ”saludable”, ”retrogusto” no se encontraron diferencias significativas. Esto demuestra que con el cuestionario CATA se pudieron detectar diferencias en la percepción de las panna cottas por parte de los consumidores.

En la Fig. 4 se muestra el diagrama resultante del Análisis de Correspondencia (CA) para los 14 atributos anteriores. Las primeras dos dimensiones del gráfico del CA explicaron un 95,5 % de toda la variabilidad de los datos. La primera y la segunda dimensión representan el 71,20 % y 24,30 % de toda la variabilidad de los datos, respectivamente. Como se puede apreciar, en la parte positiva del eje X aparecen los términos como ”sabor dulce”, ”sabor agradable”, ”sabor a nata”, ”suave en boca”, ”cremosa”, ”aparición lisa” y ”humedad en boca”, que están asociados a la muestra control y a la P75H. Por otro lado, en la parte negativa del eje X, se encuentran las panna cottas P75M, P100M y P100H asociadas a los términos negativos como: ”aparición gruesa”, ”gruesa en boca”, ”gomosa”, ”sabor extraño”, ”insípida”, ”recubrimiento en boca” y ”sequedad en boca”.

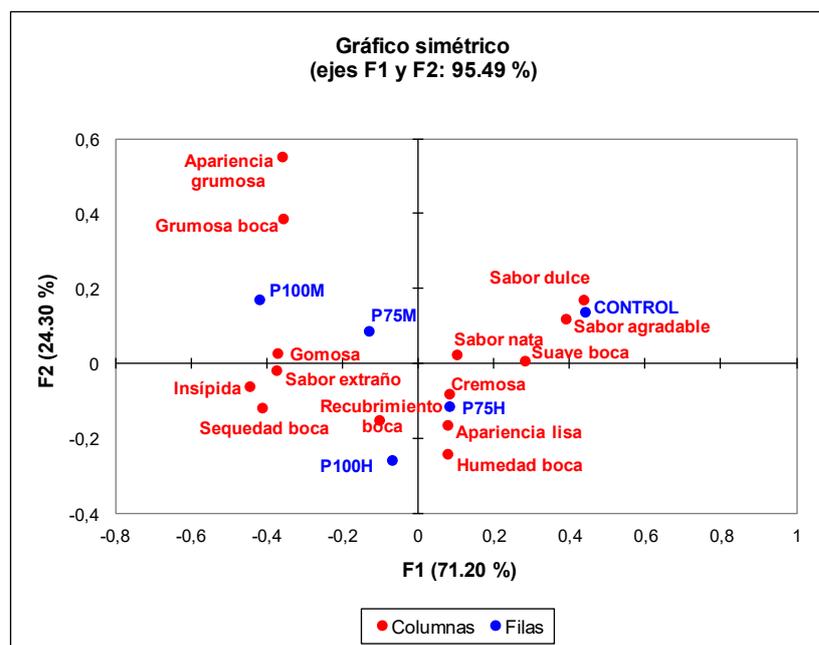


FIGURA 4. Análisis de Correspondencia del cuestionario CATA. (P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

Para comprender mejor que características sensoriales estuvieron más relacionadas con la aceptabilidad global de las muestras, las frecuencias de mención

de los atributos significativos del cuestionario CATA se analizaron en combinación con los resultados del test de aceptabilidad mediante un análisis multifactorial (MFA). En la Fig. 5 se muestran los resultados de este análisis (A: atributos; B: muestras). Las dos primeras dimensiones del MFA explican un 93,83 % de toda la variabilidad de los resultados, correspondiendo un 64,44 % a la primera dimensión y un 29,39 % a la segunda dimensión. En el gráfico se puede observar que la muestra de más aceptabilidad fue la muestra control, relacionada con los atributos: “suave en boca”, “sabor a nata”, “sabor agradable” y “sabor dulce”. Sin embargo, la muestra P75H, relacionada con los atributos: “humedad en boca”, “aparición lisa” y “cremosa” también se encuentra cerca de la aceptabilidad global. Por otra parte, las otras tres muestras están relacionadas con los atributos negativos ya descritos en el análisis CATA como “recubrimiento en boca”, “sequedad bucal”, “insípida” o “grumosa en boca”.

Este análisis corrobora que de entre las muestras elaboradas con la emulsión, la panna cotta P75H fue la más aceptada por los consumidores además de presentar atributos similares a los que describen a la muestra control.

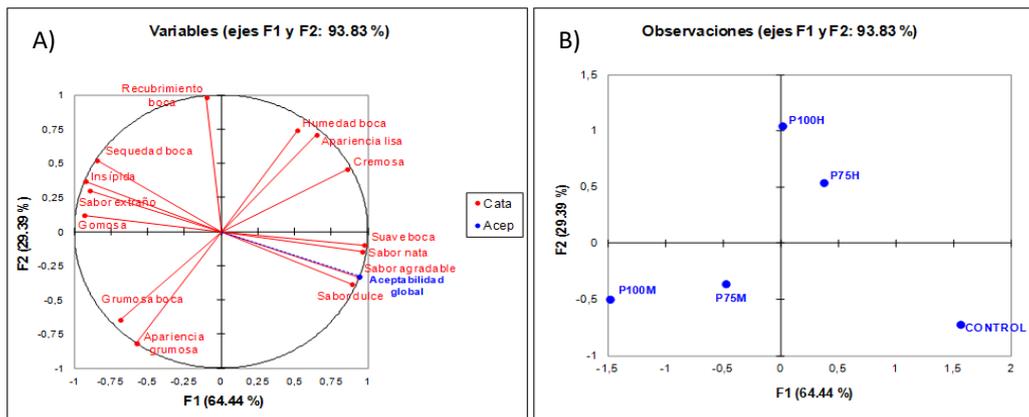


FIGURA 5. Análisis Multifactorial de los resultados del test de aceptabilidad y el cuestionario CATA. A: Atributos, B: Muestras. (P75M y P100M: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EM. P75H y P100H: Sustitución de un 75 % y un 100 %, respectivamente, de la nata de la panna cotta control por la emulsión EH).

CONCLUSIONES

Parece haber una relación directa entre la estructura compacta de la emulsión EM y las propiedades texturales de las panna cottas, ya que la utilización de esta emulsión produce en las panna cottas un aumento en la dureza y una estructura compacta. De las dos emulsiones estudiadas (EM y EH), es la emulsión EH la que genera panna cottas de estructura más ligera, de menor dureza y rigidez.

El porcentaje de sustitución de grasa más aceptado en el estudio sensorial para la elaboración de las panna cottas es del 75 %. Concretamente, la panna cotta con

un 75 % de sustitución de nata por la emulsión EH es la mejor valorada por los consumidores y presenta atributos similares a los de la muestra control. Por tanto esta emulsión puede ser utilizada para sustituir la grasa de la panna cotta tradicional, obteniendo una buena aceptación e intención de compra por parte de los consumidores.

REFERENCIAS

- Akoh C.C. (1998). Fat replacers. *Food Technology*, 52(3), 47-53
- American Dietetic Association (ADA). Position of the American Dietetic Association: Fat replacers. *Journal of the American Dietetic Association* 2005, 105(2), 266-75.
- Augustin, M. A., Abeywardena, M. Y., Patten, G., Head, R., Lockett, T., De Luca A.y Sanguansri, L. (2011). Effects of microencapsulation on the gastrointestinal transit and tissue distribution of a bioactive mixture of fish oil, tributyrin and resveratrol. *Journal of Functional Foods*, 3(1), 25-37.
- Bayarri, S., Chuliá, I. y Costell, E. (2010). Comparing λ -carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts. Rheological and sensory aspects. *Food Hydrocolloids*, 24(6), 578-587.
- Cadena, R. S., Cruz, A. G., Faria, J. A. F., y Bolini, H. M. A. (2012). Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. *Journal of dairy science*, 95(9), 4842-4850.
- Costa, A. I., y Jongen, W. M. F. (2006). New insights into consumer-led food product development. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8), 457-465.
- Dickinson, E. (1992). *Introduction to food colloids*. Oxford University Press.
- Dickinson, E. (2009). Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1473-1482.
- Fernández, J. L., y Benito, J. (2008). Panorama actual de la Nutrigenómica. ¿Esperanza o Realidad? *Nutricion Clínica y Dietetica Hospitalaria*, 28(3), 38-47.
- Golding, M., y Wooster, T. J. (2010). The influence of emulsion structure and stability on lipid digestion. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 15(1), 90-101.
- Golding, M., Wooster, T. J., Day, L., Xu, M., Lundin, L., Keogh, J., & Clifton, P. (2011). Impact of gastric structuring on the lipolysis of emulsified lipids. *Soft matter*, 7(7), 3513-3523.
- Grunert, K. G., y van Trijp, H. C. M. (2014). Consumer-Oriented New Product Development. In *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems: 5-volume set*(pp. 375-386). Elsevier/Academic Press.
- Guinard, J. X., y Marty, C. (1997). Acceptability of fat-modified foods to children, adolescents and their parents: effect of sensory properties, nutritional information and price. *Food Quality and Preference*, 8(3), 223-231.

ISO 1988. ISO sensory analysis. General guidance for the design of test rooms. Standard np. 8589. Geneva, Switzerland.

Kosaraju, S. L. (2005). Colon targeted delivery systems: review of polysaccharides for encapsulation and delivery. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 251-258.

Lett, A. M., Norton, J. E., y Yeomans, M. R. (2016). Emulsion oil droplet size significantly affects satiety: A pre-ingestive approach. *Appetite*, 96, 18-24.

Lett, A. M., Yeomans, M. R., Norton, I. T., y Norton, J. E. (2016). Enhancing expected food intake behaviour, hedonics and sensory characteristics of oil-in-water emulsion systems through microstructural properties, oil droplet size and flavour. *Food Quality and Preference*. 47, 148-155.

Linnemann, A. R., Benner, M., Verkerk, R., y van Boekel, M. A. (2006). Consumer-driven food product development. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 184-190.

McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: principles, practices, and techniques*. CRC press.

McClements, D. J., y Rao, J. (2011). Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(4), 285-330.

McClements, D. J., Decker, E. A., y Park, Y. (2008). Controlling lipid bioavailability through physicochemical and structural approaches. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(1), 48-67.

Micha, R., y Mozaffarian, D. (2010). Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. *Lipids*, 45(10), 893-905.

Nehir El, S., y Simsek, S. (2012). Food technological applications for optimal nutrition: an overview of opportunities for the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(1), 2-12.

Oreopoulou V. (2006). Fat replacers. En: *Bakery products: science and technology*. 1ª Ed. Hui YH (editor). Ed Blackwell Publishing. Iowa. Capítulo 10 pp 193-210.

Palzer, S. (2009). Food structures for nutrition, health and wellness. *Trends in Food Science & Technology*, 20(5), 194-200.

Patel, A. R., y Velikov, K. P. (2011). Colloidal delivery systems in foods: A general comparison with oral drug delivery. *LWT-Food Science and Technology*, 44(9), 1958-1964.

Porter, C. J., Wasan, K. M., y Constantinides, P. (2008). Lipid-based systems for the enhanced delivery of poorly water soluble drugs. *Advanced drug delivery reviews*, 60(6), 615-616.

Porter, C. J., Trevaskis, N. L., y Charman, W. N. (2007). Lipids and lipid-based formulations: optimizing the oral delivery of lipophilic drugs. *Nature Reviews Drug Discovery*, 6(3), 231-248.

Sandrou, D. K., y Arvanitoyannis, I. S. (2000). Low-fat/calorie foods: current state and perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5), 427-447.

Sanz T, Salvador A, Fiszman S.M., y Laguna L. (2011). Fabricación y aplicación de emulsión sustituta de grasa. Patente Española ES2408690B1

Silveira , M. B., Monereo , S., y Molina, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima:¿ Cerca o lejos? *Revista española de salud pública*, 77(3), 317-331.

Singh, H., Ye, A.y Horne, D. (2009). Structuring food emulsions in the gastrointestinal tract to modify lipid digestión. *Prog. Lipid Res.* 48, 92–100.

Stewart-Knox, B., y Mitchell, P. (2003). What separates the winners from the losers in new food product development?. *Trends in Food Science & Technology*, 14(1), 58-64.

Sudha ML, Srivastava AK, Vetrmani R y Leelavathi K. Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering* 2007, 80, 922-30.

Tarancón, P., Fiszman, S. M., Salvador, A., y Tárrega, A. (2013). Formulating biscuits with healthier fats. Consumer profiling of textural and flavour sensations during consumption. *Food research international*, 53(1), 134-140.

Tárrega, A., Martínez, M., Vélez-Ruiz, J. F., y Fiszman, S. (2014). Hydrocolloids as a tool for modulating the expected satiety of milk-based snacks. *Food Hydrocolloids*, 39, 51–57.

Urala, N., y Lähteenmäki, L. (2004). Attitudes behind consumers' willingness to use functional foods. *Food Quality and Preference*, 15(7), 793-803.

Valenzuela, A., y Sanhueza, J. (2008). Estructuración de lípidos y sustitutos de grasas. ¿Lípidos del futuro? *Revista chilena de nutrición*, 35(4), 394-405.

van Kleef, E., van Trijp, H. C., y Luning, P. (2006). Internal versus external preference analysis: An exploratory study on end-user evaluation. *Food Quality and Preference*, 17(5), 387-399.

Vanapalli, S. A., Coupland, J. N., Friberg, S. E., Larsson, K., y Sjöblom, J. (2004). Orthokinetic stability of food emulsions. *Food emulsions*, (Ed. 4), 327-351.

Verbeke, W. (2006). Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health?. *Food Quality and Preference*, 17(1), 126-131.

Vidal-García.(2009). Conceptos. En: *Manual práctico de nutrición y dietoterapia*. 1a ed. Vidal-García (editor). Ed. Monsa-Prayma. Barcelona. Capítulo 1 pp 3-4. (n.d.).

Worch, T. (2012). *The Ideal Profile Analysis: From the validation to the statistical analysis of Ideal Profile data*. PhD document, retrieved from www.opp.nl/uk.

Yáñez, E., & Biolley, E. (1999). Sustitutos de grasa en la alimentación humana. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 49(2), 101-103.

Zoulias, E. I., Oreopoulou, V., y Tzia, C. (2002). Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate-or protein-based fat replacers. *Journal of Food Engineering*, 55(4), 337–342.