

Margarinas ricas en ácidos grasos insaturados usando oleogel de cera de abeja y aceite de oliva virgen extra

Unsaturated fatty acid-rich margarines using beeswax oleogel and extra virgin olive oil

Amadio, Claudia; Miralles, Susana; Santana Marcela

Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza; Argentina

DOI: <https://doi.org/10.59872/icu.v8i10.512>

Correo de correspondencia: camadio@fca.uncu.edu.ar

Recepción: 01/07/2024; Aceptación: 26/08/2024;

Publicación: 29/11/2024

Palabras claves: Margarina; Aceite de oliva virgen extra; Oleogel; Cera de abeja; Poliinsaturados

Keywords: Margarine; Extra virgin olive oil; Organogel; Beeswax; Polyunsaturated

Resumen

En este estudio, se utilizaron oleogeles de aceite de oliva extra virgen con 5% y 7% de cera de abeja para formular margarinas y comprobar su factibilidad de uso al compararlas con una comprada en el mercado. La sustitución de las grasas saturadas por las insaturadas proporcionó un perfil de ácidos grasos más saludable. Los organogeles se incorporaron a una formulación que produjeron margarinas relativamente firmes, y ambas fueron menos duras que las margarinas comerciales, pero más untables. La textura se vio influenciada por la concentración de cera de abeja del oleogel. Se obtuvo un producto con tintes verdosos al ser evaluadas tanto con el colorímetro como con catadores expertos. Los consumidores valoraron las muestras con puntuaciones satisfactorias (por encima de 7) en cuanto a apariencia, aroma, color, untabilidad, sabor y aceptabilidad general y no las diferenciaron significativamente. Este estudio demuestra la viabilidad de utilizar aceite de oliva virgen extra, rico en ácidos grasos poliinsaturados para elaborar margarina saludable utilizando la cera de abejas como organogelador.

Abstract

In this study, extra virgin olive oil oleogels with 5% and 7% beeswax were used to formulate margarines and tested for feasibility by comparing them with a commercial margarine. Substitution of saturated fats with unsaturated fats resulted in a healthier fatty acid profile. Organogels were incorporated into a formulation and produced relatively firm margarines, as both were less firm than commercial spreadable margarines but more spreadable. Texture was influenced by the beeswax concentration of the oleogel. A greenish tinted product was obtained when evaluated by both the colorimeter and expert tasters. Consumers rated the samples satisfactory (above 7) for appearance, aroma, color, spreadability, taste, and overall acceptability and did not significantly discriminate between the samples. This study demonstrates the feasibility of using extra virgin olive oil, rich in polyunsaturated fatty acids, to produce a healthy margarine using beeswax as an organogelator.

Introducción

Los lípidos son importantes tanto por su aspecto tecnológico como por el nutricional. Determinan la textura, así como también la estabilidad, vida útil y características sensoriales de los alimentos, y además son portadores de vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales y precursores de hormonas (Abdolmaleki *et al.*, 2022). Para la tecnología alimentaria, los lípidos pueden ser considerados aceites (líquidos a temperatura ambiente) o grasas (sólidas a temperatura ambiente). La diferencia se debe a que las grasas poseen altos niveles de ácidos grasos saturados, mientras que los aceites contienen una mayor cantidad de poliinsaturados (Zhao *et al.*, 2022).

La margarina es una emulsión de agua en grasa, utilizándose para su elaboración mezclas de grasas animales y aceites vegetales o solo aceites como el de soja, maíz, canola, oliva o palma que contienen ácidos grasos insaturados. Estos últimos deben saturarse para producir un producto sólido que proporcione un comportamiento de fusión y textura similar a la manteca. Estas mejoras físicas y químicas se pueden lograr mediante hidrogenación, interesterificación y fraccionamiento (Puprasit *et al.*, 2022). De esta manera, los ácidos grasos presentes en las margarinas son saturados (AGS) o ácidos grasos trans (AGT), los cuales tienen efecto negativo sobre enfermedades crónicas como la obesidad, accidentes cerebrovasculares y cardiovasculares (Bascuas *et al.*, 2021).

Desde hace algunos años, la oleogelación se está utilizando en alimentos ya que los oleogeles poseen la funcionalidad de las grasas convencionales, conservando las propiedades nutricionales de los aceites líquidos. Un oleogel es un gel donde el aceite está inmovilizado dentro de una red tridimensional termo-reversible. Esta red de gel está formada por el autoensamblaje de una concentración relativamente baja de moléculas organogeladoras. La ventaja para la salud de los oleogeles es que, durante la oleogelación, no se produce saturación y/ o isomerización de los ácidos grasos del aceite original. Entre los muchos tipos de oleogeles, los elaborados con cera destacan por sus excelentes ventajas, como la facilidad de preparación, el origen natural y el bajo costo (Hong *et al.*, 2022). Por lo general, las ceras naturales tienen diversas composiciones químicas, incluyendo una larga cadena de muchas sustancias hidrofóbicas como alcoholes grasos, hidrocarburos, ácidos grasos libres, cetonas, mono-, di-, tri-acilgliceroles y otros componentes menores. La cera se funde en aceite al calentarse y se cristaliza al enfriarse desarrollando una red termoreversible de cristales. Según la composición química tendrán diferentes puntos de fusión, alterando su comportamiento de gelación y cristalización en aceites (Sahu *et al.*, 2021). En el caso de la cera de abejas (CA) los componentes mayoritarios son 70% a 71% ésteres totales, 1% a 1,5% alcoholes libres, 9% a 11% ácidos libres, y 12% a 15% hidrocarburos (Bogdanov, 2016). Los rangos de concentraciones investigadas de este oleogelador van desde el 0,5% p/p al 10,0% p/p, y la concentración crítica de formación de gel combinada con distintos aceites es del 6,0% p/p. En este sentido, la CA se ha utilizado ampliamente para crear oleogeles que proporcionan características similares a las grasas sólidas, como procesamiento termorreversible, textura y efecto de fusión en la boca (Martins *et al.*, 2018).

Varios aceites líquidos comestibles se han utilizado para preparar oleogeles con diferentes propósitos. Entre otros, el aceite de oliva virgen es el preferido ya que es un aceite aromático y saludable. Los efectos positivos del aceite de oliva sobre la salud están ligados a sus componentes principales (equilibrio de ácidos oleico, linoleico, linolénico) y menores (oleuropeína, otros fenólicos del olivo, escualeno, fitoesteroles, tocoferoles, carotenoides y clorofila), e incluyen entre otros en: modulación del metabolismo de los lípidos, prevención de la agregación plaquetaria, actividades antitumorales, regulación de la presión arterial, prevención y tratamiento de la diabetes y propiedades antiinflamatorias (Yilmaz y Demirci, 2021).

El uso de oleogeles de cera en productos para untar y margarinas, se estudia activamente, pero se debe evaluar el perfil organoléptico y las características físicas, ya que pueden presentar sensación en boca y aroma ceroso debido al alto punto de fusión y a los componentes aromáticos, pudiendo reducir así su aceptabilidad general (Sobolev *et al.*, 2023). Existen publicaciones donde se han empleado distintas ceras con aceite de soja (Hwang *et al.*, 2013), cera de abeja y de girasol con aceite de oliva virgen y avellana (Yilmaz y Ögütçü, 2015), cera de candelilla con aceite de canola (Jang *et al.*, 2015). A pesar de los numerosos estudios, no todos tuvieron éxito tecnológico en la sustitución y algunos no evaluaron la aceptación sensorial.

Los objetivos de este estudio fueron producir margarinas utilizando un oleogel de cera de abeja con aceite de oliva virgen extra reduciendo los ácidos grasos saturados, compararlas con las margarinas comerciales en cuanto a sus características físico-químicas y caracterizarlas sensorialmente.

Materiales y métodos

Materiales

Se empleó margarina comercial (MC), leche en polvo y sal que se compraron en un supermercado local. El aceite de oliva virgen extra (AOVE) variedad Arauco fue obtenido en la Fábrica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. La cera de abejas (CA) fue comprada en Apícola Familia Juricich (Mendoza, Argentina). La lecitina de soja, el monoestearato de glicerilo, el ácido cítrico y sorbato de potasio se adquirieron en Especies Indias (Mendoza, Argentina).

Preparación del oleogel

Los oleogeles se prepararon según Erinç y Okur (2021) con algunas modificaciones. El AOVE y la CA al 5 y 7% (p/v) se colocaron en baño maría a 75 °C en vasos de precipitados. Después de que la CA se derritiera, se añadió al aceite y se preparó una mezcla homogénea, agitando con un agitador de cocina manual durante 5 minutos.

Preparación de la margarina

La formulación utilizada fue diseñada para contener 84% (v/v) de grasa y 16% (v/v) de agua como exige el Código Alimentario Argentino (Tabla 1).

Se siguió el procedimiento de Hwang et. al. (2013) con modificaciones. En un vaso de precipitados se mezclaron con un mixer de cocina modelo marca Oster FPSTHB2802, 800 watts de potencia, el oleogel con lecitina y monoestearato de glicerilo, calentándose en un baño de agua a 75 °C. En otro vaso de precipitados, se mezclaron el agua, la sal, el ácido cítrico, el sorbato de potasio y la leche en polvo descremada. Una vez disueltos todos los ingredientes de la fase oleosa, se añadió la acuosa y se mixeó por 5 minutos hasta formar la emulsión. Posteriormente se transfirió a recipientes plásticos de 50 mL, se enfrió a temperatura ambiente y se conservó a 4 °C hasta el momento de los análisis.

Tabla 1: Formulación de las margarinas

Tabla 1: Formulación de las margarinas

Ingredientes (%)	
<i>Fase acuosa 16%</i>	
Agua	12
Leche en polvo descremada	3,49
Sal	0,4
Sorbato de potasio	0,1
Ácido cítrico	0,01
<i>Fase lipídica 84%</i>	
Oleogel	83,7
Monoestearato de glicerilo	0,2
Lecitina	0,1

Composición de los ácidos grasos

Los ésteres metílicos de los ácidos grasos del AOVE se analizaron en un equipo Varian 450 GC equipado con un detector de ionización de llama (FID). Se separaron utilizando una columna capilar DB-23 (60 m de largo, 0,25 mm di x µm 250 espesor), utilizándose nitrógeno como gas portador, según la Norma del International Olive Council COI/T20 Doc. 33.

Las condiciones de las corridas fueron: temperatura inyector y detector 210 °C, la temperatura de la columna fue desde los 150 a los 200 °C, volumen de inyección 1 µL, modo de inyección Split relación 1:100. La composición cualitativa se determinó comparando los tiempos de retención de los picos con los respectivos estándares de ácidos grasos.

Capacidad de retención de aceite

Esta propiedad se midió según un método modificado de Yılmaz y Özütcü (2014). Para determinar los valores de la Capacidad de Retención de Aceite (OBC, por sus siglas en inglés-oil binding capacity) se pesaron tubos Eppendorf vacíos (a), se colocó aproximadamente 1 g de la margarina y se volvió a pesar (b).

Posteriormente se centrifugaron a 10000 rpm durante 15 minutos a temperatura ambiente. El aceite liberado se retiró del eppendorf, drenando por inversión durante 3 min, y se pesó la cantidad de material remanente en el mismo (c). La OBC se calculó mediante la ecuación (1) (da Pieve et al., 2010).

$$OBC\% = 100 - \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100 \quad (1)$$

Análisis de color

La evaluación colorimétrica, se realizó a través el sistema de coordenadas CIELAB, dado por un sistema cromático, mediante las coordenadas L* (luminosidad), a* (rojo/verde) y b* (amarillo/azul). Se utilizó un colorímetro CR-400 de Konica Minolta (Konica Minolta, Japón) con iluminante D65, 10° de ángulo de observación.

Tests de Textura

Se realizó el análisis de perfil de textura (TPA), mediante texturómetro TA-XT2i Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Reino Unido) equipado con una celda de carga de 25 kg. El programa consistió en dos ciclos de compresión hasta un 77 % de deformación, empleando una sonda cilíndrica de 75 mm de diámetro (Compression Platen P/75). En cada ciclo, la muestra fue penetrada a una profundidad de 3 mm a una velocidad de compresión de 1 mm/s. Los parámetros de textura medidos fueron: dureza1, dureza2, adhesividad y cohesión.

Para los ensayos de untabilidad se utilizó el mismo texturómetro que para TPA, empleando una sonda cónica a 90° (Conical Probe P/45C) y un recipiente de base no cónica (adaptación). El programa consistió en un ciclo de penetración. La velocidad de penetración fue de 3,0 mm/s en una profundidad de muestra de 23 mm, y luego sacando la sonda a una velocidad de 10 mm/s.

Los datos obtenidos se procesaron mediante el uso del software Texture Expert® para obtener el perfil Fuerza vs. Tiempo de cada una de las muestras.

Aceptación sensorial

Fue realizada por 86 consumidores. Las muestras de margarinas elaboradas con aceite de oliva Arauco y 5 y 7 % de cera de abejas fueron evaluadas por apariencia, aroma, color, untabilidad, sabor y aceptación general. Se les presentó las muestras en potes codificados con números de tres dígitos, para untar sobre galletas de agua sin sal. Se utilizó una escala estructurada de 9 puntos, entre me disgusta mucho y me gusta muchísimo.

Perfil sensorial

Se realizó con el panel de cata de aceite de oliva de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las muestras se presentaron igual que en la aceptación sensorial, pero se utilizó una escala no estructurada de 10 cm para los atributos de color, brillo, olor, firmeza, untabilidad, gusto a oliva, gusto a cera, dulce, picante, amargo y armonía general. La escala de color tenía como extremos amarillo y verde.

Análisis estadístico

Todas las mediciones fueron realizadas por triplicado, excepto TPA que se midió 10 veces. Los resultados se evaluaron mediante análisis de la varianza (ADEVA), utilizando un software estadístico. Cuando se detectó una diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en alguna variable, se aplicó la prueba de medias de Tukey para evaluar la diferencia entre las muestras. Para el análisis estadístico del perfil sensorial se emplearon cálculos del tipo robusto, tal como se establece en el documento COI/T.20/Doc. N 15. El método utiliza la mediana y la desviación típica robusta para la evaluación de las fichas de perfil proporcionadas por los panelistas. Para la aceptación, los datos se sometieron a un ADEVA de dos vías (producto y catadores), y una prueba de Tukey para la comparación de medias ($p \leq 0,05$).

Resultados

Composición de los ácidos grasos

La composición en ácidos grasos del AOVE utilizado se muestra en la Tabla 2. El aceite Arauco se caracterizó por el contenido en ácido oleico que sumado a los demás ácidos grasos insaturados constituyen más del 80% de su composición. El porcentaje de ácidos grasos saturados fue bajo, siendo el ácido palmítico el mayoritario (12,5%).

Tabla 2: contenido en ácidos grasos del aceite de oliva virgen variedad Arauco

Ácidos grasos	% ésteres metílicos
14:0 Ác. Mirístico	0,03
16:0 Ác. Palmítico	12,15
17:0 Ác. Heptadecanoico	0,15
18:0 Ác. Esteárico	2,64
20:0 Ác. Araquídico	0,51
22:0 Ác. Behénico	0,17
16:1 Ác. Palmítoleico	1,08
17:1 Ác. Heptadecenoico	0,06
18:1 Ác. Oleico	69,41
20:1 Ác. Gadoleico	0,34
18:2 Ác. Linoleico	10,31
18:3 Ác. Linolénico	0,72
AGS	15,65
AGM	70,89
AGP	11,03

AGS ácidos grasos saturados; AGM ácidos grasos monoinsaturados; AGP ácidos grasos poliinsaturados

Capacidad de retención de aceite

El OBC evalúa la capacidad de estructuración del aceite en la red del oleogel, y la estabilidad del gel. Debido al alto contenido de aceite líquido en los oleogeles, el control de la liberación de aceite es esencial para la estabilidad, textura y untabilidad de los productos que se elaboren con ellos. En este estudio, el aumento en la concentración de CA aumentó la capacidad de retención de aceite. Los porcentajes promedio fueron 34,08% y 66,2% para el 5 y 7% respectivamente, indicando que las margarinas con 5 % de CA tienen baja proporción de formar un gel estable ya que liberan mayor cantidad de aceite.

Análisis de color

En la Tabla 3 se muestran los resultados de color de ambas formulaciones de margarina y una margarina comercial.

Tabla 3: valores de color para las distintas margarinas

Tabla 3: valores de color para las distintas margarinas

Muestra	L*	a*	b*
5% CA	48,53±0,45 ^a	-6,50±0,28 ^a	26,75±0,95 ^a
7% CA	45,85±1,48 ^a	-6,78±1,33 ^a	26,15±3,67 ^a
MC	71,58±4,25 ^b	-4,59±0,19 ^b	29,83±4,28 ^a

El ADEVA mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) para los parámetros L* y a* con respecto a la margarina comercial, presentándose más luminosa que las preparadas con aceite de oliva y cera de abejas. Las muestras elaboradas con aceite de oliva presentaron valores más verdes (a* negativo) dado por el color del aceite y de la cera de abejas. El valor positivo de b* que denota un color amarillento, fue el menos afectado. El aumento de la concentración en cera de abejas no modificó los parámetros de color.

Test de textura

En la Tabla 4 se presentan los valores de dureza 1 y 2, cohesividad y adhesividad para las margarinas elaboradas con oleogeles de cera de abejas y la margarina comercial.

Tabla 4: propiedades texturales de las distintas margarinas

Muestra	Dureza 1 (N)	Dureza 2 (N)	Cohesividad	Adhesividad (N.s)
5% CA	0,915±0,129 ^a	0,446±0,152 ^a	0,145±0,082 ^a	0,183±0,055 ^a
7% CA	1,666±0,118 ^b	1,578±0,211 ^a	0,212±0,028 ^b	0,367±0,110 ^a
MC	9,548±0,808 ^c	21,246±3,490 ^b	0,570±0,046 ^c	3,525±0,760 ^b

La textura instrumental de una margarina es una propiedad importante que está ligada a la percepción sensorial del consumidor. Todas las propiedades texturales de las margarinas elaboradas con oleogeles de CA y aceite de oliva, fueron significativamente menores ($P < 0,05$) a la margarina comercial. No hubo diferencias significativas entre las distintas concentraciones de CA, excepto para dureza 1 y cohesividad, siendo mayores los valores para la de 7% CA, indicando su dependencia con la concentración de cera. Como la dureza es inversamente proporcional a la untabilidad, se requerirá menos fuerza para extender las margarinas con CA y aceite de oliva. La cohesividad relaciona el trabajo de compresión realizado en el segundo ciclo respecto al primero. Esta propiedad da una medida de la fuerza de los enlaces internos que componen el cuerpo del producto, por lo que da una idea de la resistencia al desmoronamiento de la margarina, siendo menor al tener menos porcentaje de cera.

Untabilidad

Para complementar el análisis TPA, se realizó la prueba de untabilidad (Tabla 5). Este ensayo incluye la dureza, la pegajosidad, el trabajo de «cizalla» y el trabajo de adhesión o adhesividad.

Tabla 5: untabilidad de las distintas margarinas

Muestra	Firmeza (N)	Cizalla (N.s)	Pegajosidad (N)	Adhesividad (N.s)
5% CA	27,219±5,822 ^a	81,683±19,892 ^a	11,708±2,779 ^a	2,843±0,143 ^a
7% CA	41,366±3,154 ^b	107,840±16,046 ^a	15,809±0,778 ^{ab}	2,906±1,247 ^a
MC	67,727±0,773 ^c	157,700±21,211 ^b	26,121±9,688 ^b	6,860±0,977 ^b

La capacidad de untar el pan con facilidad es una de sus propiedades más importantes de las margarinas. Los valores más bajos de firmeza corresponden a una fácil extensión de la margarina y en esta investigación, se da en las muestras con cera de abejas. Estos resultados se corresponden con los de TPA, indicando la dependencia con la concentración de cera.

Otra medida importante es la adhesividad, la cual también es menor en las margarinas con cera de abejas.

Aceptación sensorial

Las muestras de margarinas elaboradas con aceite de oliva Arauco y 5 o 7 % de cera de abejas fueron evaluadas por apariencia, aroma, color, untabilidad, sabor y aceptación general (Tabla 6).

Tabla 6: Aceptación sensorial por consumidores de las margarinas elaboradas con aceite de oliva y cera de abeja

ATRIBUTOS	5% CA	7% CA
Apariencia	7,1±1,2	7,2±1,2
Aroma	7,2±1,4	7,2±1,3
Color	7,2±1,3	7,0±1,5
Untabilidad	7,7±1,3	7,8±1,1
Sabor	7,2±1,6	7,2±1,4
Aceptación general	7,1±1,4	7,2±1,3

No se encontraron diferencias significativas (p < 0,05) entre las muestras, para todos los atributos evaluados. A los consumidores les gustaron bastante todos los parámetros encuestados. Esto nos indica que ambas muestras fueron aceptadas para su consumo.

Perfil sensorial

La Figura 1 muestra los resultados del análisis descriptivo para las margarinas elaboradas con oleogel de aceite de oliva virgen extra y distintas concentraciones de cera de abejas.

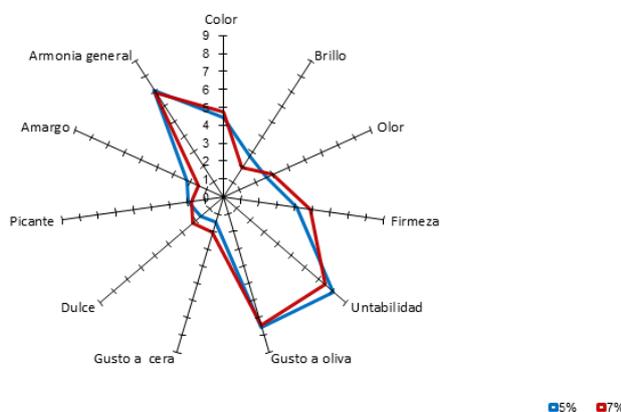


Figura 1: resultados del perfil sensorial de las margarinas elaboradas

Ambas margarinas se destacaron por su gusto a oliva, la untabilidad y armonía general. Al igual que el ensayo de textura, la untabilidad de la muestra con 5%, fue mayor ($8,1\pm 0,5$). El color fue medio entre amarillo y verde ($4,5\pm 0,5$ y $4,8\pm 0,3$), también fue medio en cuanto a la firmeza ($4,1\pm 0,3$ y $4,9\pm 0,3$). La muestra con 7% de CA posee un olor ligeramente más intenso ($3\pm 0,3$) que la de 5% ($2,7\pm 0,1$) y es mucho menos brillante ($2\pm 0,3$), lo que se confirma con el ensayo de color.

Como era de esperar la muestra que contiene más cera, posee mayor gusto a este ingrediente ($2,1\pm 0,3$) y es más dulce ($2,2\pm 0,2$). Al tener la margarina con 5% de CA mayor contenido de aceite, se destaca el picante ($2\pm 0,4$) y amargo ($2,2\pm 0,2$) característico de la variedad Arauco.

Discusión

En esta investigación hemos reemplazado la leche entera por leche descremada por lo que los ácidos grasos saturados han sido sustituidos por ácidos grasos insaturados aportados por el aceite de oliva virgen extra, entre ellos un 69,41% de ácido oleico, con numerosos efectos saludables, como la reducción del colesterol y la incidencia de enfermedades cardíacas (Arafat, *et al.*, 2021).

Hemos empleado oleogeles, los cuales contienen una gran cantidad de aceite (entre 95-97 % en peso), por lo que necesitan una gran capacidad de retención de aceite para poder utilizarse con éxito en la elaboración de productos para untar. Esto se pone de manifiesto tras la centrifugación, en el ensayo OBC. Existen estudios que indican valores para oleogeles de aceite de oliva y cera de abeja de 88,4% (Frolova *et al.*, 2022) y otros de 99% (Yılmaz y Öğütçü, 2014b). En nuestro caso, si bien el aumento de CA implica una mayor retención de aceite, al realizar la determinación sobre la margarina los valores fueron rotundamente más bajos, coincidiendo parcialmente con Öğütçü *et al.* (2015) que indican que los organogeles tienen estructura más estable que las margarinas. Posiblemente el agregado de los otros ingredientes y aditivos al elaborar la margarina, produzcan una modificación en este parámetro. Esto influyó en los ensayos de textura y untabilidad ya que, al comparar con la margarina comercial, las elaboradas con CA fueron menos duras y por lo tanto más untables. Al aumentar la concentración de CA algunos parámetros de textura aumentaron. Resultados similares obtuvieron Yılmaz y Öğütçü (2014a) y Singh, *et al.* (2019) usando otros aceites.

La adición de aceite de oliva virgen extra afectó el color de la margarina elaborada, aumentando ligeramente el color verde y disminuyendo la luminosidad. Yılmaz y col. (2015) concluyeron también que los oleogeles realizados con cera de abejas oscurecían. A pesar de ello, a los consumidores les gustó bastante el color. Ambas margarinas presentaron atributos sensoriales semejantes y fueron aceptadas sensorialmente por los consumidores, destacándose por su untabilidad.

Conclusión

Este estudio demostró que se puede disminuir la cantidad de ácidos grasos saturados en la fabricación de margarinas, utilizando oleogeles elaborados con cera de abejas y aceite de oliva virgen extra. Si bien las características de dureza fueron distintas a las margarinas comerciales, se destacaron por la untabilidad. La diferencia de color por el aceite usado no influyó en la aceptación sensorial tanto por consumidores como el por el panel de cata.

En consecuencia, los oleogeles de cera de abeja con un nivel del 7% o menos con aceite de oliva virgen extra pueden utilizarse para reemplazar margarinas.

Agradecimientos

Las autoras agradecen el apoyo financiero de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado de la UNCuyo. También desean expresar su más sincero agradecimiento al Panel de Cata de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, por su apoyo en la evaluación sensorial de muestras de margarina.

Referencias

- Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Nayebzadeh, K., Baranowska, H. M., Kowalczewski, P. L., y Mousavi Khaneghah, A. (2022). Potential application of hydrocolloid-based oleogel and beeswax oleogel as partial substitutes of solid fat in margarine. *Applied Sciences*, 12(23), 12136. <https://doi.org/10.3390/app122312136>
- Arafat, S. M., Basuny, A. M., y Hikal, D. M. (2021). Production of Cocoa Butter Substitute from Extra Virgin Olive Oil Rich in Omega-9 and Polyphenols. *Food and Nutrition Sciences*, 12(6), 614-626. 10.4236/fns.2021.126046
- Bascuas, S., Morell, P., Quiles, A., Salvador, A. y Hernando, I. (2021). Use of oleogels to replace margarine in steamed and baked buns. *Foods*, 10(8), 1781. <https://doi.org/10.3390/foods10081781>
- Bogdanov, S. (2016). Beeswax: Production, properties, composition and control. Beeswax book (Chapter 1). Bee Product Science, pp. 1-18. Retrieved from <http://www.beehexagon.net/wax/>
- COI. (2017). Determination of Fatty Acid Methyl Esters by Gas Chromatography. *COI/T. 20/Doc. No 33*. <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/11/Method-COI-T.20-Doc.-No-28-Rev.2-2017.pdf>
- da Pieve, S., Calligaris, S., Co, E., Nicoli, M. C. y Marangoni, A. G. (2010). Shear nanostructuring of monoglyceride organogels. *Food Biophysics*, 5(3), 211-217. <https://doi.org/10.1007/s11483-010-9162-3>
- Erinç, H. y Okur, I. (2021). Determination of physical and chemical properties of oleogels prepared with olive oil and olive-based emulsifier. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15545. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15545>
- Frolova Y., Sarkisyan, V., Sobolev, R., Makarenko, M., Semin, M., y Kochetkova, A. (2022). The influence of edible oils' composition on the properties of beeswax-based oleogels. *Gels*, 8(1), 48. <https://doi.org/10.3390/gels8010048>
- Giacintucci, V., Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Flamminii, F., Gravelle, A. J., Baylis, B. y Pittia, P. (2018). Ethylcellulose oleogels with extra virgin olive oil: The role of oil minor components on microstructure and mechanical strength. *Food Hydrocolloids*, 84, 508-514. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.030>
- Hong, X., Zhao, Q., Chen, J., Ye, T., Fan, L. y Li, J. (2022). Fabrication and characterization of oleogels and temperature-responsive water-in-oil emulsions based on candelilla (*Euphorbia cerifera*) wax. *Food Chemistry*, 397, 133677. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133677>
- Hwang, H. S., Singh, M., Bakota, E. L., Winkler-Moser, J. K., Kim, S. y Liu, S. X. (2013). Margarine from organogels of plant wax and soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90, 1705-1712. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2315-z>
- Hwang, H.; Kim, S.; Winkler-Moser, J.K.; Lee, S.; Liu, S.X. (2022) Feasibility of hemp seed oil oleogels structured with natural wax as solid fat replacement in margarine. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 99, 1055-1070. <https://doi.org/10.1002/aocs.12619>
- International Olive Oil Council. Sensory analysis of olive oil (2015) Method for the organoleptic assessment of Virgin Olive Oil., *COI/T.20/Doc. 15/ Rev. 7*. www.internationaloliveoil.org/
- Jang, A., Bae, W., Hwang, H. S., Lee, H. G. y Lee, S. (2015). Evaluation of canola oiloleogels with candelilla wax as an alternative to shortening in baked goods. *Food Chemistry*, 187, 525-539. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.110>
- Martins, A.J., Vicente, A.A., Cunha, R.L., Cerqueira, M.A. (2018) Edible oleogels: An opportunity for fat replacement in foods. *Food & Function*, 9, pp. 758-773. <https://doi.org/10.1039/C7FO01641G>
- Mohanan, A., Tang, Y. R., Nickerson, M. T. y Ghosh, S. (2020). Oleogelation using pulse protein-stabilized foams and their potential as a baking ingredient. *RSC advances*, 10(25), 14892-14905. 10.1039/C9RA07614J
- Sahu, D., Bharti, D., Kim, D., Sarkar, P. y Pal, K. (2021). Variations in microstructural and physicochemical properties of candelilla wax/rice bran oil-derived oleogels using sunflower lecithin and soya lecithin. *Gels*, 7(4), 226. <https://doi.org/10.3390/gels7040226>
- Singh, S., Kumar, V., Kumar, A. y Singh, A. K. (2019). Development of rice bran oil and flaxseed oil based oleogels using beeswax for food application. In *Proceedings of the International Conference on Recent Trends in Agriculture, Food Science, Forestry, Horticulture, Aquaculture, Animal Sciences, Biodiversity and Climate Change, Kuala Lumpur, Malaysia* (pp. 16-18). https://www.researchgate.net/profile/Ajit-Singh-56/publication/344208321_Development_of_Rice_Bran_Oil_and_Flaxseed_oil_based_Oleogels_using_Beeswax_for_Food_Application/links/5f5bb48d92851c07895e8b1c/Development-of-Rice-Bran-Oil-and-Flaxseed-oil-based-Oleogels-using-Beeswax-for-Food-Application.pdf
- Sobolev, R., Frolova, Y., Sarkisyan, V. y Kochetkova, A. (2023). Waxy Oleogels for Partial Substitution of Solid Fat in Margarine. *Gels*, 9(9), 683. <https://doi.org/10.3390/gels9090683>
- Öğütçü, M., Yılmaz, E. y Güneşer, O. (2015). Influence of storage on physicochemical and volatile features of enriched and aromatized wax organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(10), 1429-1443. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2719-z>
- Puprasit, K., Wongsawaeng, D., Ngaosuwan, K., Kiatkittipong, W., & Assabumrungrat, S. (2022). Improved hydrogenation process for margarine production with no trans fatty acid formation by non-thermal plasma with needle-in-tube configuration. *Journal of Food Engineering*, 334, 111167. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111167>
- Yılmaz, E. y Öğütçü, M. (2014a). Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 1007-1017. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2434-1>
- Yılmaz, E. y Öğütçü, M. (2014b). Comparative analysis of olive oil organogels containing beeswax and sunflower wax with breakfast margarine. *Journal of food science*, 79(9). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12561>
- Yılmaz, E. y Öğütçü, M. (2015). Oleogels as spreadable fat and butter alternatives: Sensory description and consumer perception. *Rsc Advances*, 5(62), 50259-50267. <https://doi.org/10.1039/C5RA06689A>

Yilmaz, E. y Demirci, Ş. (2021). Preparation and evaluation of virgin olive oil oleogels including thyme and cumin spices with sunflower wax. *Gels*, 7(3), 95. <https://doi.org/10.3390/gels7030095>

Zhao, W., Wei, Z. y Xue, C. (2022). Recent advances on food-grade oleogels: Fabrication, application and research trends. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(27), 7659-7676. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1922354>