

# Formulación de croquetas congeladas: hacia un producto más saludable

Formulation of frozen croquettes:  
towards a healthier product

Formulação de croquetes congelados:  
rumo a um produto mais saudável

 **PATRICIA ARCIA** (1,2)

 **FLORENCIA GARCÍA** (1)

 **LARA PEREIRA** (1)

 **MILAGROS TORRENDELL** (1)

 **ANA CURUTCHET** (1,2)

(1) Grupo de Ciencias del Consumidor, Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Tecnologías, Universidad Católica del Uruguay, Montevideo, Uruguay.

(2) Latitud - Fundación LATU, Montevideo, Uruguay.

RECIBIDO: 21/8/2024 → APROBADO: 5/11/2024 ✉ [parcia@latitud.org.uy](mailto:parcia@latitud.org.uy)

## RESUMEN

Este trabajo buscó formular croquetas de papa prefritas congeladas, reducidas en grasas con un perfil nutricional más saludable, comparando sus características con productos del mercado. Se formuló el relleno y el rebozado buscando disminuir la absorción de aceite, utilizando para ello goma xantana en el relleno (0,15 %, 0,25 %, 0,35 %) y en el rebozado (0,15 %, 0,50 %, 0,85 %). Las croquetas se prepararon prefriendo a 180 °C por 50 segundos y luego se congelaron. La cocción de la croqueta se terminó friendo a 180 °C por 3 minutos. Las croquetas formuladas fueron analizadas y comparadas con 2 productos comerciales, según el contenido de grasa, la textura y el color instrumentales. La reducción de grasa resultó significativa, con valores inferiores a las del mercado. La muestra con menor porcentaje de grasa (1,8 %) contenía 0,35 % en relleno y 0,50 % en rebozado de goma xantana. Por otro lado, el mayor porcentaje de absorción de grasas (9,4 %) se obtuvo de la muestra con una concentración de xantana de 0,15 % en el rebozado y 0,25 % en el relleno. Por lo que el porcentaje máximo de reducción de grasa fue de 81 %. En cuanto a la textura y el color instrumentales, las croquetas experimentales no presentaron diferencias significativas entre ellas. Sí mostraron diferencias con los productos del mercado. Finalmente, la croqueta resultante con menor contenido de grasa fue comparada sensorialmente con las croquetas comerciales. La formulación elegida (0,35 % de goma xantana en el interior y 0,50 % en el recubrimiento), tuvo una aceptabilidad similar a uno de los productos comerciales, y significativamente mayor

al otro, mostrando que existe una oportunidad para este producto en el mercado. Por tanto, es posible reducir de forma significativa la absorción de aceite de croquetas fritas modificando solo su formulación y así obtener un producto con menor contenido de grasas que sus homólogas del mercado.

**Palabras clave:** fritura, grasa, consumidores, textura, color.

## ABSTRACT

This work seeks to formulate low-fat frozen pre-fried potato croquettes with a healthy nutritional profile, comparing their characteristics with market products. The filling and batter were formulated seeking to reduce the absorption of oil, using xanthan gum in the filling (0.15 %, 0.25 %, 0.35 %) and in the batter (0.15 %, 0.50 %, 0.85 %). The croquettes were prepared by pre-frying at 180 °C for 50 seconds, then frozen. The cooking of the croquette was finished by frying at 180 °C for 3 minutes. The formulated croquettes were analyzed and compared to 2 commercial products, based on fat content, instrumental texture, and instrumental color. It was observed that the fat reduction was significant, with values lower than those of the market. The sample with the lowest percentage of fat (1.8 %) contained 0.35 % filling and 0.50 % xanthan gum coating. On the other hand, the highest percentage of fat absorption (9.4 %) was obtained from the sample with a xanthan concentration of 0.15 % in the batter and 0.25 % in the filling. The maximum percentage of fat reduction was 81 %. Concerning instrumental texture and color, no significant differences were observed among the experimental croquettes. However, they did differ from the commercial products. Finally, the croquette with the lowest fat content was subjected to sensory comparison against the commercial croquettes. The selected formulation (0.35 % xanthan gum in the core -0.50 % xanthan gum in the coating) showed similar acceptability to one of the commercial products and significantly higher acceptability compared to the other, indicating a potential market for this product. So, it was possible to significantly reduce the absorption of oil from fried croquettes by only modifying its formulation and thus obtain a product with a lower fat content than its market counterparts and with a higher acceptability by consumer.

**Keywords:** frying, fat, consumers, texture, color.

## RESUMO

Este trabalho buscou formular croquetes de batata pré-frita congelados com baixo teor de gordura e perfil nutricional saudável, comparando suas características com produtos de mercado. O recheio e a massa são formulados buscando reduzir a absorção de óleo, utilizando goma xantana no recheio (0,15 %, 0,25 %, 0,35 %) e na massa (0,15 %, 0,50 %, 0,85 %). Os croquetes são preparados pré-fritos a 180 °C durante 50 minutos e depois congelados. A cozedura do croquete termina fritando-o a 180 °C durante 3 minutos. Croquetas formuladas foram analisadas e comparadas com dois produtos comerciais com base no teor de gordura, textura e cor instrumentais. A redução de gordura foi significativa, com valores inferiores aos do mercado. A amostra com menor percentual

de gordura (1,8 %) contém 0,35 % de recheio e 0,50 % de cobertura de goma xantana. Por outro lado, o maior percentual de absorção de gordura (9,4 %) foi obtido na amostra com concentração de xantana de 0,15 % na massa e 0,25 % no recheio. Portanto, o percentual máximo de redução de gordura foi de 81 %. A textura e a cor instrumental das croquetas experimentais não diferiram significativamente entre si. Entretanto, diferiram dos produtos comerciais. A croqueta com menor teor de gordura foi comparada sensorialmente a amostras comerciais. A formulação escolhida (0,35 % de goma xantana no miolo, 0,50 % no revestimento) foi tão aceitável quanto um produto comercial e significativamente melhor que o outro, sugerindo uma oportunidade de mercado. É possível reduzir significativamente a absorção de óleo dos croquetes fritos modificando apenas a sua formulação e assim obter um produto com menor teor de gordura do que os seus congêneres no mercado.

**Palavras-chave:** fritura, gordura, consumidores, textura, cor.

## INTRODUCCIÓN

Mundialmente, la fritura es uno de los métodos de cocción con mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, no solo por sus características sensoriales sino también por la rapidez de las preparaciones, lo cual se ve reflejado en la gran variedad de productos fritos y prefritos que ofrece el mercado (Montes et al., 2016). Las croquetas son uno de los fritos más populares en la cocina global; si bien son originarias de Francia, varían de acuerdo con las tendencias gastronómicas de cada país. Se incluyen dentro del grupo de comidas listas para comer, las cuales han aumentado exponencialmente su consumo en los últimos años (Soto et al., 2015).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y la Organización Mundial de la Salud (FAO y OMS, 2002) indican que incluir en la dieta un alto contenido de alimentos fritos es un factor de riesgo para la salud. Esto se debe a la alta densidad energética proporcionada por las grasas y la formación de compuestos tóxicos como la acrilamida, que se ha relacionado con el desarrollo de algunos tipos de cánceres.

La fritura es un proceso complejo de transferencia de masa, en el cual los alimentos pierden agua y absorben grasa. El proceso ocurre al sumergir el alimento en aceite a altas temperaturas (mayor al punto de ebullición del agua), lo cual produce una cocción rápida y uniforme (Montes et al., 2016). Al mismo tiempo, se ven involucradas reacciones químicas de oxidación, polimerización e hidrogenación. Las altas temperaturas de la fritura atmosférica generan un flavor característico llamado sabor de reacción que otorga a los alimentos sabores y aromas agradables (Mestdagh et al., 2008).

Actualmente, los consumidores demandan alimentos bajos en grasas sin sacrificar las propiedades sensoriales; por eso se busca la reducción de la absorción de aceite en productos empanados. Dicho requisito puede lograrse mediante un cambio en la formulación con la adición de hidrocoloides o con aplicaciones tecnológicas sobre el producto como la fritura a presiones debajo de la atmosférica (Soto et al., 2015). A su vez, la adición de harinas de arroz y tratamientos prefritura como secado por aire caliente han mostrado reducir la absorción de aceite en el producto final (Montes et al., 2016). Por otro lado, Sharma et al. (2006) estudiaron distintos aceites de fritura y determinaron que una

combinación de aceite de arroz (60 %) y aceite de girasol (40 %) proporcionan resultados satisfactorios en cuanto a la mejora de la termoestabilidad, la estabilidad oxidativa y los beneficios nutricionales. Dicha combinación probó ser más estable en comparación con otras proporciones de estos aceites en cuanto a índice de acidez, índice de yodo y los ácidos palmítico, esteárico y linoleico no presentaron variaciones significativas.

Retomando lo establecido previamente, las formulaciones para la obtención de un producto con bajo contenido de aceite pueden lograrse con el agregado de hidrocoloides. Se destaca la utilización de hidrocoloides en el revestimiento, en particular los basados en polímeros hidrófilos ya que son una gran barrera para las grasas y los aceites. Según investigaciones realizadas por Balasubramaniam et al. (1997), al freír trozos de comida recubiertos, la película dificulta la absorción del aceite, mejorando sus cualidades nutricionales y reduciendo el contenido de grasa y calorías del producto final. Estudios consultados recomiendan la utilización de goma xantana al compararse con goma guar y HPMC (Soto et al., 2015). Respecto al uso de hidrocoloides dentro del relleno, no se encontraron a la fecha trabajos publicados que hagan referencia a sus efectos. Debido a la capacidad de la goma xantana de absorber entre un 8 y 15 % de agua a 23 °C (Lin, 2013) se considera interesante evaluar dicho efecto en la masa de productos para freír.

El objetivo general de la presente investigación fue formular croquetas de papa prefritas congeladas reducidas en grasas, con un perfil nutricional saludable, aceptadas sensorialmente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Elaboración de las croquetas

Los materiales para la preparación de las croquetas, comprados en el mercado local, fueron los siguientes: puré de papa instantáneo (Gourmet), harina de arroz integral (Saman), sal fina (Sal Sek), pimienta blanca (La Molienda), condimento verde (La Molienda), cúrcuma (Prana) y goma xantana (Biotec). Para el recubrimiento (rebozado) y relleno se usaron distintas proporciones de goma xantana (Tabla 1). En cuanto al rebozado, según lo obtenido en ensayos preliminares, se empleó una proporción de 50 % de harina de arroz integral y 50 % de pan rallado (El Trigal), sal fina y cúrcuma.

Para el armado de las croquetas, se pesaron 30 g del relleno y se armaron formas cilíndricas de 6 cm de largo y 3 cm de diámetro aproximadamente. A continuación, para la etapa del empanado, el relleno se pasó primero por el coating y seguidamente se recubrió con el rebozado. Posteriormente se prefritaron las croquetas.

**TABLA 1.** Muestras variando el porcentaje de goma xantana en relleno y recubrimiento.

Goma xantana en el recubrimiento (%)			
Goma xantana en el relleno (%)	0,15	0,50	0,85
0	M1	M2	M3
0,15	M4	M5	M6
0,25	M7	M8	M9
0,35	M10	M11	M12

Las muestras (Tabla 1) se prefrieron a 180 °C durante 50 segundos, en freidora eléctrica (capacidad 3 Litros, Visioneer) y el líquido de fritura estuvo compuesto por aceite de arroz (Saman) y aceite de girasol alto oleico (Óptimo), en una relación 60:40 (Sharma et al., 2006).

Por tanda, se introdujeron 2 unidades para mantener la temperatura del aceite y que la cocción sea uniforme. Se dejó escurrir el exceso de aceite después de sacarlas de la freidora durante 3 minutos. Se congelaron a -18 °C, y se mantuvieron por 24 hs, y al momento de finalizar la cocción se frieron en las mismas condiciones, pero por un tiempo de 3 minutos.

De la misma forma, se fritaron croquetas prefritas congeladas de dos marcas líderes del mercado denominadas Comercial 1 y Comercial 2 bajo las mismas condiciones.

## Contenido de grasa

Se determinó el contenido de grasa por el método de Soxhlet, con éter de petróleo, sobre la muestra tal cual, con una extracción de 60 minutos, según lo descrito en AOAC International (2007), para las muestras definidas de la Tabla 1 y las dos muestras del mercado. El análisis se realizó por triplicado.

## Características físicas

Se analizó la textura y el color de todas las muestras definidas de la Tabla 1 y las dos muestras del mercado.

### Determinación de textura

Se estudió la textura de las 12 muestras experimentales (Tabla 1) y las 2 del mercado (Comercial 1 y Comercial 2). Todas las croquetas se frieron en condiciones de frito tradicional (180 °C durante 3 minutos) y se dejaron enfriar una hora para llegar a temperatura ambiente. Para dicho análisis, cada croqueta se colocó entera de forma horizontal.

El análisis se determinó por una prueba de punción de solo una compresión con el fin de medir la fuerza necesaria para penetrar la croqueta. Se llevó a cabo utilizando el texturómetro TA.XT Plus con una sonda de acero inoxidable cilíndrica de 3 mm de diámetro y 25 mm de altura. El equipo se calibró con un peso de 2 kg y la velocidad de

prueba fue de 100 mm/min con una profundidad objetiva del 50 % de la muestra. El análisis de textura se realizó en 10 unidades por muestra experimental (Tan y Mittal, 2006).

## Determinación de color

El color se evaluó por duplicado mediante el uso del espectrofotómetro de color Hunter LabScan XE previamente calibrado. Los factores evaluados fueron: L\* (negro-blanco), a\* (verde-rojo) y b\* (azul-amarillo).

## Evaluación sensorial

Las muestras experimentales junto con las dos croquetas del mercado fueron sometidas a evaluación sensorial por consumidores. En la prueba participaron 102 individuos, de los cuales el 53 % fueron hombres y el 47 % mujeres, con edades entre 15 y 79 años.

Todas las muestras se cocinaron de la misma forma, las croquetas fueron freídas en aceite a 180 °C por 3 minutos y luego colocadas sobre una rejilla para escurrirse. Se sirvieron en mitades en platos de plástico codificado utilizando números aleatorios de tres dígitos y se presentaron a los consumidores en orden aleatorio. Participaron consumidores habituales o esporádicos de croquetas, funcionarios de la Universidad Católica del Uruguay y de Latitud – Fundación LATU.

Durante la evaluación, se les pidió a los consumidores que indicaran aceptabilidad e intención de compra de los productos, sin recibir ninguna información sobre ellos. La aceptabilidad general del producto se evaluó con una escala hedónica de nueve puntos, que va del 1 ("Me disgusta muchísimo") al 9 ("Me gusta muchísimo"). Para evaluar la crocancia se utilizó la escala de adecuación JAR (Just About Right), representada por una escala estructurada de siete puntos, siendo 1: "Poco crocante", 4: "Lo justo" y 7: "Muy crocante".

Luego se le presentaron al consumidor 18 descriptores sensoriales para que marque según la consigna "check-all-that-applies" (CATA), con el fin de obtener las principales características que considera de la muestra. Finalmente se valoró la intención de compra, utilizando una escala hedónica de siete puntos, que va del 1 ("Definitivamente no lo compraría") a 7 ("Definitivamente lo compraría").

## Análisis estadístico

Los resultados se expresan como la media  $\pm$  la desviación estándar. Se realizó un ANOVA de dos factores (contenido de goma xantana en el relleno y contenido de goma xantana en el recubrimiento) sobre los datos del contenido de grasa, color y textura instrumentales. Se realizó un ANOVA de un factor (muestras) sobre los datos de aceptabilidad e intención de compra. Para evaluar la diferencia significativa entre valores se empleó la prueba Tukey y un p-valor de 0,05. La pregunta JAR de crocancia ("Poco crocante", "Lo justo" y "Muy crocante"), se evaluó mediante cálculo de frecuencias. Se cuantificó la frecuencia de los términos CATA y para determinar las diferencias significativas entre las muestras se utilizó la prueba Q de Cochran. Sobre los términos de CATA y las muestras comerciales y la elegida para la evaluación sensorial se realizó un análisis de componentes principales (PCA). Se utilizó el software XLSTAT (Lumivero, 2024).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la goma xantana en relleno y rebocado sobre la absorción de grasa

Se varió el contenido de goma xantana tanto en el recubrimiento (rebocado) como en el relleno para estudiar la absorción de grasas y se analizaron los datos con el fin de comparar las croquetas elaboradas con las que ofrece el mercado: Comercial 1 y Comercial 2. Los resultados obtenidos se expresan en la Tabla 2.

**TABLA 2.** Resultado de grasas totales en %.

Goma xantana en el relleno (%)	Goma xantana en el recubrimiento (%)		
	0,15	0,50	0,85
<b>0</b>	6,71 ± 0,22 <sup>d</sup>	8,18 ± 0,23 <sup>a,b,c,d</sup>	8,52 ± 0,00 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>0,15</b>	7,64 ± 0,45 <sup>b,c,d</sup>	7,09 ± 0,13 <sup>c,d</sup>	9,04 ± 0,14 <sup>a,b,c</sup>
<b>0,25</b>	9,44 ± 0,03 <sup>a</sup>	8,30 ± 0,06 <sup>a,b,c,d</sup>	2,69 ± 0,09 <sup>f</sup>
<b>0,35</b>	8,80 ± 0,24 <sup>a,b,c</sup>	1,80 ± 0,29 <sup>f</sup>	2,03 ± 0,21 <sup>f</sup>
<b>Comercial 1</b>	7,81 ± 0,04 <sup>a,b,c,d</sup>		
<b>Comercial 2</b>	4,82 ± 0,41 <sup>e</sup>		

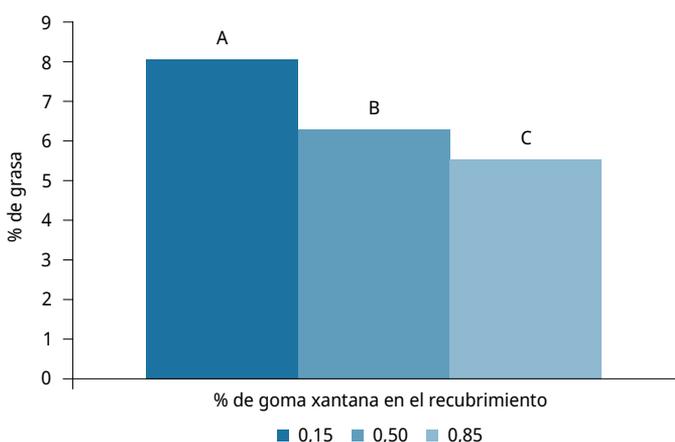
Superíndices iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05\%$ ).

Los datos expuestos en la Tabla 2 muestran que la combinación de alta concentración de goma xantana en el relleno y alta concentración de goma xantana en el recubrimiento tuvo un impacto positivo en la reducción del contenido de grasa en la croqueta. Concretamente, para valores de 0,85 % de goma xantana en el recubrimiento, el contenido de grasa en la croqueta disminuye cuando contiene más de 0,25 % de goma xantana en el relleno. Pero, al bajar el contenido de goma xantana en el recubrimiento a valores de 0,50 %, es necesario que el relleno tenga valores altos de xantana (0,35 %). Por debajo de este valor de goma xantana en el relleno, la absorción de grasa aumenta. Esta sería la condición del ensayo M8, que contiene 0,50 % xantana en recubrimiento y 0,25 % xantana en el relleno.

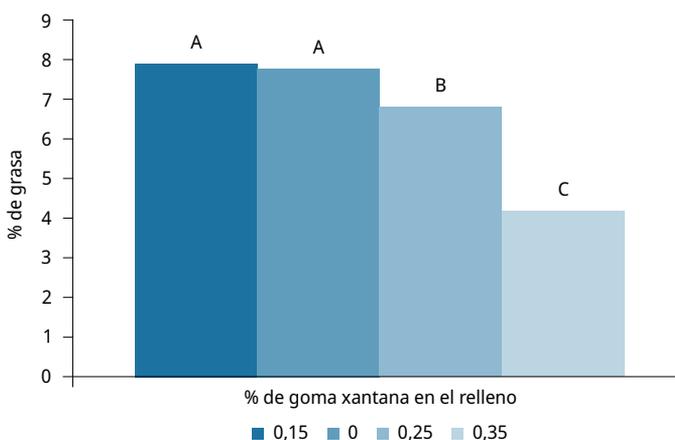
Esta combinación no sería suficiente para lograr una disminución significativa del contenido de grasa, condición que es alcanzada para mayores niveles de xantana, tanto en el recubrimiento como en el relleno. Con valores de goma xantana en recubrimiento y relleno por encima de los estipulados para la muestra M8, se lograron croquetas con reducción del contenido de grasa. Así, se observó que las muestras que presentan un menor contenido de grasas significativo son: M9 (0,25 % de goma xantana en el relleno -0,85 % de goma xantana en el recubrimiento), M11 (0,35 % de goma xantana en el relleno -0,50 % de goma xantana en el recubrimiento) y M12 (0,35 % de goma xantana en el relleno -0,85 % de goma xantana en el recubrimiento).

Al comparar el contenido de grasa del resto de las muestras experimentales con la Comercial 1, se observó que no presentan diferencias significativas ( $p = 0,05 \%$ ). Sin embargo, la muestra Comercial 2 fue significativamente distinta a todas las muestras, tanto las desarrolladas en la investigación como la Comercial 1 ( $p = 0,05 \%$ ).

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes al análisis de varianza de dos factores: el efecto de la concentración de goma xantana en el recubrimiento y en el relleno respectivamente, el cual fue significativo ( $F = 71,24$  y  $p = 0,0001 \%$ ) (Figuras 1 y 2 respectivamente).



**FIGURA 1.** ANOVA de dos factores: efecto del recubrimiento en la absorción de grasa. Letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05 \%$ ).



**FIGURA 2.** ANOVA de dos factores: efecto del relleno en la absorción de grasa. Letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05 \%$ ).

Los resultados arrojan que las diferentes cantidades de goma xantana en el recubrimiento tienen diferencias significativas ( $p = 0,05 \%$ ), siendo la de 0,85 % la que presenta menor valor

absoluto de absorción de grasas. Este hecho era de esperarse ya que un estudio comparativo sobre la efectividad de las gomas en la reducción de la absorción de aceite en empanadillas demostró que los mejores resultados (reducción mayor al 20 %) se obtuvieron cuando se utilizó goma xantana (Sakhale et al., 2011). Investigaciones posteriores también respaldaron el uso de este hidrocoloide con el fin de reducir la absorción de grasas en chips de bananas, logrando un descenso del 40 % respecto a la muestra de control (Norizzah et al., 2016).

Por otro lado, en cuanto a la variación del hidrocoloide en el relleno, se dedujo que no incluirlo en la masa o incluirlo al 0,15 % no presenta diferencias significativas ( $p = 0,05$  %). Mientras tanto, 0,25 % y 0,35 % de goma en el interior sí muestra diferencias significativas entre estas y las descritas anteriormente ( $p = 0,05$  %). No se ha encontrado bibliografía que respalde el uso de hidrocoloides en el interior de alimentos rebozados con el fin de obtener una reducción en la absorción de aceite de fritura. Por lo tanto, se puede concluir que la variación de goma xantana en el interior, específicamente al 0,35 %, reduce de manera significativa la absorción de grasas y se obtiene para esa concentración, el mínimo.

## Características físicas

### Determinación de textura

Se analizó la textura de las croquetas experimentales y las comerciales con el propósito de identificar si la goma xantana y la harina de arroz integral tienen un efecto sobre ella. Dichos resultados se observan en la Tabla 3.

**TABLA 3.** Fuerza necesaria para penetrar la costra (Newtons).

Muestra	Goma xantana relleno (%)	Goma xantana recubrimiento (%)	Fuerza (N)
M1	-	0,15	0,52 ± 0,13 <sup>a</sup>
M2	-	0,50	0,51 ± 0,20 <sup>a</sup>
M3	-	0,85	0,50 ± 0,12 <sup>a</sup>
M4	0,15	0,15	0,55 ± 0,11 <sup>a</sup>
M5	0,15	0,50	0,53 ± 0,10 <sup>a</sup>
M6	0,15	0,85	0,59 ± 0,12 <sup>a</sup>
M7	0,25	0,15	0,60 ± 0,16 <sup>a</sup>
M8	0,25	0,50	0,58 ± 0,14 <sup>a</sup>
M9	0,25	0,85	0,68 ± 0,13 <sup>a</sup>
M10	0,35	0,15	0,64 ± 0,11 <sup>a</sup>
M11	0,35	0,50	0,53 ± 0,10 <sup>a</sup>
M12	0,35	0,85	0,58 ± 0,10 <sup>a</sup>
Comercial 1	-	-	0,93 ± 0,30 <sup>b</sup>
Comercial 2	-	-	1,42 ± 0,11 <sup>c</sup>

Superíndices iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05$  %).

Los valores obtenidos del análisis de textura muestran que no hay diferencias significativas entre las muestras de croquetas experimentales ( $p = 0,05\%$ ), lo cual indica que la variación de goma xantana en el exterior de la croqueta y en el interior no varía de forma significativa la fuerza necesaria para penetrar la croqueta. Sin embargo, sí se observan diferencias entre las croquetas experimentales y las del mercado, siendo la muestra Comercial 2 la que presenta mayor fuerza necesaria para penetrar la muestra.

Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Kuntz (1995), que demuestran que la adición de goma xantana a concentraciones mayores a 0,2 % aporta una textura menos crujiente en alimentos rebozados. Por otro lado, Chen, Kang y Chen (2008) incorporaron HPMC al 1 % en *nuggets* de pescado en el recubrimiento y se obtuvo una textura menos crujiente al compararla con muestras sin dicho hidrocoloide. Esto se atribuyó a que las moléculas de agua en la corteza fueron captadas por el HPMC, resultando en un recubrimiento menos crujiente y una elasticidad más elevada.

Otra razón por la cual las croquetas experimentales resultaron en menor fuerza de penetración fue por el agregado de harina de arroz en el rebozado (menor contenido de gluten). Panduro Castañeda (2015) comparó *nuggets* de pollo rebozados con un pan rallado 100 % de harina de trigo con el mismo producto, pero sustituyendo dicho rebozado por harina de quinoa, observando que la muestra sin harina de quinoa fue la que presentó una mayor fuerza. El alto contenido de gluten forma una película que provoca un empanizado con mayor firmeza.

## Determinación de color

Se analizó, adicionalmente, si las croquetas con distintas concentraciones de goma xantana y la utilización de harina de arroz integral producen un cambio en su color al ser comparadas con las muestras del mercado y entre ellas mismas (Tabla 4).

**TABLA 4.** Análisis de color a partir de L\*, a\* y b\*.

Muestra	Goma xantana relleno (%)	Goma xantana recubrimiento (%)	L*	a*	b*
M1	-	0,15	55,19 ± 1,30 <sup>b,c,d</sup>	6,44 ± 0,64 <sup>a,b,c</sup>	34,88 ± 0,89 <sup>b,c,d</sup>
M2	-	0,50	54,82 ± 1,57 <sup>b,c,d</sup>	6,57 ± 1,27 <sup>b,c</sup>	34,42 ± 1,06 <sup>a,b,c,d</sup>
M3	-	0,85	53,72 ± 2,15 <sup>b,c,d</sup>	6,46 ± 1,72 <sup>a,b,c</sup>	36,62 ± 3,41 <sup>d</sup>
M4	0,15	0,15	53,48 ± 1,57 <sup>b</sup>	7,80 ± 0,50 <sup>c</sup>	34,96 ± 1,01 <sup>b,c,d</sup>
M5	0,15	0,50	54,47 ± 0,34 <sup>b,c,d</sup>	6,35 ± 1,89 <sup>a,b,c</sup>	34,04 ± 2,83 <sup>a,b,c,d</sup>
M6	0,15	0,85	53,92 ± 0,41 <sup>b</sup>	7,53 ± 0,65 <sup>c</sup>	33,89 ± 1,70 <sup>a,b,c,d</sup>
M7	0,25	0,15	56,58 ± 0,84 <sup>d</sup>	4,95 ± 0,89 <sup>a,b</sup>	32,27 ± 1,29 <sup>a</sup>
M8	0,25	0,50	55,50 ± 0,67 <sup>b,c,d</sup>	7,62 ± 0,73 <sup>c</sup>	36,28 ± 0,34 <sup>c,d</sup>
M9	0,25	0,85	54,85 ± 0,51 <sup>b,c,d</sup>	6,65 ± 1,71 <sup>b,c</sup>	32,40 ± 1,43 <sup>a,b</sup>
M10	0,35	0,15	56,32 ± 1,88 <sup>c,d</sup>	5,06 ± 0,39 <sup>a</sup>	33,02 ± 1,13 <sup>a,b,c</sup>
M11	0,35	0,50	55,22 ± 0,94 <sup>b,c,d</sup>	5,27 ± 0,50 <sup>a,b</sup>	34,61 ± 0,46 <sup>b,c,d</sup>
M12	0,35	0,85	55,37 ± 0,50 <sup>b,c,d</sup>	5,68 ± 1,35 <sup>a,b,c</sup>	34,66 ± 1,58 <sup>b,c,d</sup>
Comercial 1	-	-	53,95 ± 0,30 <sup>b,c</sup>	10,69 ± 0,54 <sup>d</sup>	47,31 ± 1,97 <sup>f</sup>
Comercial 2	-	-	46,54 ± 0,33 <sup>a</sup>	19,91 ± 1,21 <sup>e</sup>	40,48 ± 0,66 <sup>e</sup>

Superíndices iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios (p = 0,05%).

Se observó que la muestra Comercial 2 presenta diferencias significativas (p = 0,05 %) en todos los parámetros referentes al color. De acuerdo con Paniagua (2015), el incremento de a\* (verde-rojo) y la disminución de L\* (luminosidad o claridad) se asocia a un color dorado más intenso en el rebozado al estudiar *nuggets* fritas. Tal fue el caso para esta croqueta ya que visualmente se percibe un color dorado más fuerte en el rebozado en comparación con el resto. Además, se sabe que dicha muestra contiene colorante INS 160c que según el código refiere a extracto de pimentón con un valor a\* = 44,83. Por tanto, se cree que este factor puede influir en que el valor de a\* de la Comercial 2 sea significativamente mayor al resto (Paredes, Peche y León 2019).

Cabe destacar que la croqueta Comercial 1 es la que exhibe una coloración más amarilla, lo cual se traduce en un mayor valor de b\*, que es significativamente mayor al del resto de las muestras estudiadas (p = 0,05 %).

En la Figura 3 se pueden observar muestras de cada uno de los ensayos realizados (del M1 al M12), incluidas las croquetas comerciales.



**FIGURA 3.** De izquierda a derecha (% goma xantana en el interior - % goma xantana en el recubrimiento): Comercial 2, Comercial 1, M8 (0,25 % - 0,50 %), M12 (0,35 % - 0,85 %), M6 (0,15 % - 0,85 %), M10 (0,35 % - 0,15 %), M4 (0,15 % - 0,15 %), M5 (0,15 % - 0,50 %), M11(0,35 % - 0,50 %), M7 (0,25 % - 0,15 %), M9 (0,25 % - 0,85 %), M1 (0 % - 0,15 %), M2 (0 % - 0,50 %), M3 (0 % - 0,85 %).

Se realizó una ANOVA de dos factores para evaluar el impacto de la concentración de goma xantana en el relleno y el rebocado en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  ( $p = 0,05 \%$ ), no observándose diferencia significativa para ningún parámetro bajo ningún efecto. Los valores obtenidos para el relleno fueron coherentes, debido a que el color fue analizado únicamente sobre el rebocado de la muestra, demostrando que el interior no tiene un efecto sobre este.

## Evaluación sensorial

Con la intención de investigar si el producto con menor absorción de grasa desarrollado (M11: 0,35 % de goma xantana en el interior -0,50 % de goma xantana en el recubrimiento) es aceptado sensorialmente por parte de los consumidores, se efectuó una evaluación sensorial comparándola con sus homólogas del mercado.

Se obtuvo de los resultados de la evaluación que la frecuencia de consumo de productos empanados de todos los días representa un 7 %, 2 o 3 veces por semana un 60 %, una vez por semana un 31 % y nunca un 2 %. Tomando en cuenta estos resultados, se observó que más de la mitad de las personas evaluadas consumen este tipo de producto con una frecuencia alta, por lo que se considera relevante mejorar su perfil nutricional disminuyendo la absorción de aceite.

En segundo lugar, se aprecian los resultados para la aceptabilidad y la intención de compra de las croquetas en la Tabla 5.

**TABLA 5.** Aceptabilidad e intención de compra de las croquetas.

Muestra	Aceptabilidad	Intención de compra
Comercial 1	6,58 ± 0,17 <sup>a</sup>	5,00 ± 0,15 <sup>a</sup>
Comercial 2	6,99 ± 0,17 <sup>a,b</sup>	5,20 ± 0,15 <sup>a, b</sup>
Croqueta experimental	7,34 ± 0,17 <sup>b</sup>	5,56 ± 0,15 <sup>b</sup>

Superíndices iguales, dentro de una misma columna, muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05 \%$ ).

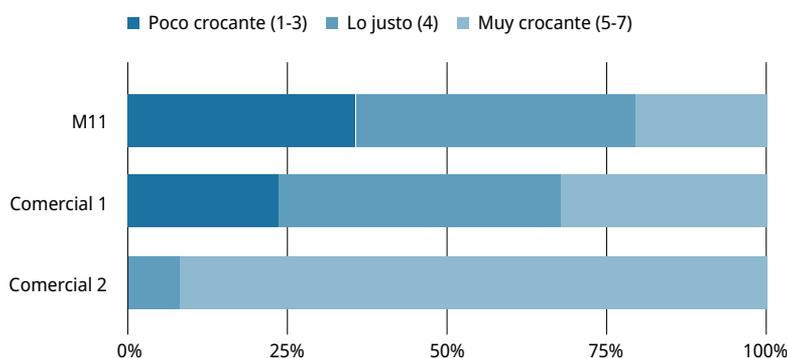
Es importante destacar que si bien todas las muestras cumplen con el mínimo establecido para calidad, el producto desarrollado es el que tiene un mayor valor absoluto, siendo de 7,34 en una escala hedónica de 9 puntos. De acuerdo con lo preestablecido por Muñoz Muñoz, Civille y Carr (1992), el límite comercial o de calidad es de 6,0 en una escala de 9 puntos, por lo que todas las muestras evaluadas en este estudio superaron dicho número.

No se encontraron diferencias significativas ( $p = 0,05 \%$ ) entre las muestras denominadas Comercial 1 y Comercial 2, ni tampoco entre Comercial 2 y la experimental. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas ( $p = 0,05 \%$ ) al comparar Comercial 1 y experimental. Monção et al. (2013) reportaron valores al mismo nivel para *nuggets* de pollo empanadas prefritas congeladas y fritas como método de cocción final, donde los puntajes obtenidos variaron entre 6,2 y 6,4 para las muestras estudiadas, siendo estos valores superiores a lo mínimo aceptable en cuanto a calidad (Muñoz, Civille y Carr, 1992).

Se observó que las muestras Comercial 1 y Comercial 2 no presentaron diferencias significativas entre ellas en cuanto a la intención de compra ( $p = 0,05\%$ ). No obstante, al comparar Comercial 1 y la experimental sí son diferentes significativamente. Se puede establecer una relación entre la aceptabilidad y la intención de compra.

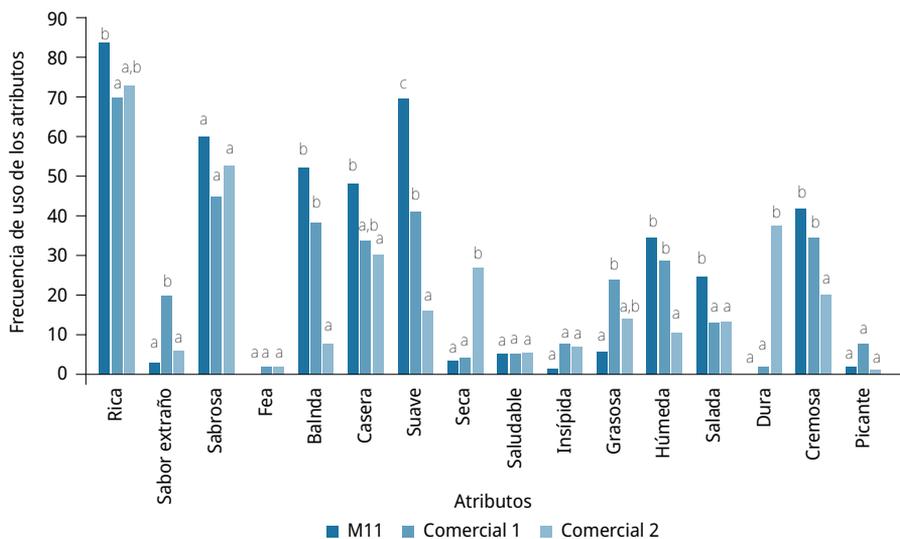
Se calcularon las frecuencias acumuladas para la crocancia de muestra en la pregunta JAR que revela la Figura 4. Se destaca que hubo una mayor proporción de consumidores que calificaron los productos Comercial 1 (44 %) y el producto experimental (44 %) como "Lo justo" en cuanto a crocancia y no presentaron diferencias significativas entre ellas ( $p = 0,05 \%$ ). Sin embargo, la croqueta Comercial 2 fue evaluada como "Muy crocante" por el 92 % de los consumidores y sí se encontraron diferencias significativas con las anteriormente descritas ( $p = 0,05 \%$ ).

Si bien se observó que Comercial 1 y el producto experimental obtuvieron resultados iguales de lo justo a cuanto crocancia, el 35 % de los consumidores clasificaron a la experimental como "Poco crocante" y el 21 % como "Muy crocante", mientras que tan solo un 24 % clasificaron como "Poco crocante" a Comercial 1 y un 32 % como "Muy crocante". Estos resultados se pueden relacionar con los obtenidos en el análisis de textura (Tabla 4), siendo que la Comercial 1 (0,93 N) necesitó significativamente ( $p = 0,05 \%$ ) mayor fuerza para ser penetrada en comparación con la croqueta experimental (0,53 N). Por otro lado, la croqueta Comercial 2 requiere 1,42 N para ser penetrada, valor significativamente mayor a los mencionados anteriormente, el cual es coherente con el resultado de la evaluación sensorial.



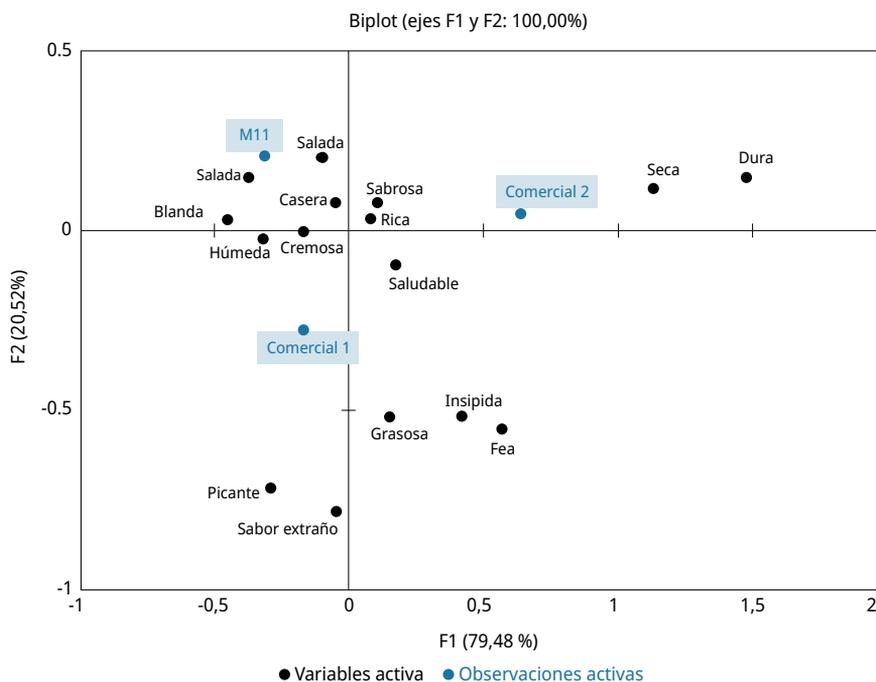
**FIGURA 4.** Frecuencia acumulada para cada franja en la pregunta JAR de crocancia.

Se puede observar en la Figura 5 la frecuencia de uso de los términos que los consumidores consideraron adecuados para describir las distintas muestras de acuerdo con la pregunta CATA. Entre los 16 atributos expuestos, la croqueta experimental presentó diferencias significativas en 11 descriptores con una o ambas muestras del mercado ( $p = 0,05 \%$ ). Dentro de los términos más relevantes a la hora de describir la formulación propuesta se encuentran: rica, blanda, casera y suave.



**FIGURA 5.** Frecuencia de uso de los términos sensoriales incluidos en la pregunta CATA para las croquetas. Letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre los valores promedios ( $p = 0,05 \%$ ).

En la Figura 6 se muestra el Análisis de Componentes Principales (PCA) que representa la ubicación de los productos del análisis sensorial respecto a sus características más relevantes. La muestra experimental se describe como “Suave”, “Húmeda”, “Salada”, “Casera” y “Blanda”, mientras que la Comercial 2 se identificó como “Dura” y “Seca”. Por otro lado, la Comercial 1 se consideró “Picante”, “Grasosa” y “Con sabor extraño”.



**FIGURA 6.** Análisis de Componentes Principales (PCA) de la matriz formada por muestral como filas y términos de la pregunta CATA como columnas.

Es interesante mencionar que un 52 % de los consumidores percibieron la muestra experimental como blanda. Algunos autores mencionan que la incorporación de harina de arroz es menos eficaz como agente de textura que el rebozado a base de trigo y esto se relaciona con la ausencia de gluten (Soto et al., 2015). Sin embargo, se considera que este atributo no afecta negativamente la percepción general de los consumidores ya que fue la muestra que presentó una mayor aceptabilidad y, a su vez, el rebozado fue percibido como lo justo en cuanto a crocancia.

Otro atributo para destacar de la muestra experimental fue la característica “Húmeda”. Este hecho es coherente con los estudios llevados a cabo por Sakhale et al. (2011), quienes reportaron que al adicionar una película de goma xantana al 1,5 % en samosas, se obtuvo una humedad del 28,96 % mayor a la muestra control. Además, Sahin, Sumnu y Altunakar (2005) encontraron que el contenido de humedad en los *nuggets* de pollo frito cubiertos con goma xantana fue 12,5 % más que la muestra control.

## CONCLUSIONES

En relación con los resultados obtenidos, se logró elaborar una croqueta de papa prefrita congelada con un perfil nutricional más saludable que sus homólogas del mercado. La formulación innovadora, combinada con un proceso de producción eficiente, posiciona a este producto como una opción atractiva para consumidores preocupados por su salud y bienestar. Estos resultados abren nuevas perspectivas para la industria alimentaria y representan una oportunidad de negocio prometedora. La alta aceptabilidad del producto

indica un potencial de mercado significativo, especialmente considerando la creciente demanda de alimentos saludables y convenientes. Además, la reducción significativa del contenido de grasa contribuye a la prevención de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta. En este sentido, se considera que aún deberían llevarse a cabo investigaciones más profundas para evaluar el impacto que tendría la información nutricional, específicamente el contenido de grasa, en la aceptabilidad e intención de compra del producto.

## REFERENCIAS

- AOAC International, 2007. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18a ed. Gaithersburg: AOAC. Official Method AOAC 2003.05.
- Balasubramaniam, V. M.; Chinnan, M. S.; Mallikarjunan, P. y Phillips, R. D., 1997. The effect of edible film on oil uptake and moisture retention of a deep-fat fried poultry product. En: *Journal of Food Process Engineering*, 20(1), pp. 17-29. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.1997.tb00408.x>
- Chen, H. H.; Kang, H. Y. y Chen, S. D., 2008. The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. En: *Journal of Food Engineering*, 8(1), pp. 45-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.01.017>
- FAO y OMS, 2002. *Consecuencias para la salud de acrilamidas en alimentos* [En línea]. Ginebra: OMS. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42635>
- Kuntz, L., 1995. *Building better fried foods. Natural products insider* [En línea]. [s.l.]: Informa. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.naturalproductsinsider.com/foods/building-better-fried-foods>
- Lin, S. K., 2013. Handbook of polymers. By George Wypych. En: *Polymers*, 5(1), pp. 225-233. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym5010225>
- Lumivero, 2024. *XLSTAT statistical and data analysis solution*. Vers. 2023.3.1. New York: Lumivero.
- Mestdagh, F.; De Wilde, T.; Fraselle, S.; Govaert, Y.; Ooghe, W.; Degrootd, J. M.; Verhé, R.; Van Peteghem, C. y De Meulenaer, B., 2008. Optimization of the blanching process to reduce acrylamide in fried potatoes. En: *LWT - Food Science and Technology*, 41(9), pp. 1648-1654. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.007>
- Monção, E.; Souza, P.; Monte, A.; Damaceno, M.; Silva, E.; Silva, M. y Nunes, R., 2013. Elaboración de nuggets de subproductos de pollo [En línea]. En: *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 185, pp. 46-50. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://www.publitech.com.ar/contenido/objetos/Elaboracionyevaluacionsensorial.pdf>
- Montes, N.; Millar, I.; Provoste, R.; Martínez, N.; Fernández, D.; Morales, G. y Valenzuela R., 2016. Absorción de aceite en alimentos fritos. En: *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), pp. 87-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100013>
- Muñoz, A. M.; Civille, G. V. y Carr, B. T., 1992. *Sensory evaluation in quality control*. Nueva York: Springer.
- Norizzah, A. R.; Junaida, A. R.; Maryam y Afifah A. L., 2016. Effects of repeated frying and hydrocolloids on the oil absorption and acceptability of banana fritters [En línea].

- En: *International Food Research Journal*, 23(2), pp. 694-699. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: [http://ifrj.upm.edu.my/23%20\(02\)%202016/\(33\).pdf](http://ifrj.upm.edu.my/23%20(02)%202016/(33).pdf)
- Paniagua, N., 2015. *Aplicación de harinas extrusionadas en la mejora de la calidad de rebozados* [En línea]. Valladolid: Universidad de Valladolid. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/211097965.pdf>
- Panduro Castañeda, C. E., 2015. *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinoa) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo* [En línea]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. [Consulta: 12 de agosto de 2023]. Disponible en: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/850/1/PANDURO\\_CESAR\\_SUSTITUCI%c3%93N%20HARINA\\_TRIGO\\_QUINUA.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/850/1/PANDURO_CESAR_SUSTITUCI%c3%93N%20HARINA_TRIGO_QUINUA.pdf)
- Paredes, A.; Peche, J. y León, N., 2019. Índice de carotenoides de pimiento morrón (*Capsicum annum*) basado en la medición de color, utilizando imágenes hiperespectrales y digitales. En: *Scientia Agropecuaria*, 10(4), pp. 532-539. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.10>
- Sahin, S.; Sumnu, G. y Altunakar, B., 2005. Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. En: *Journal of Food Science and Agriculture*, 85, pp. 2375-2379. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2258>
- Sakhale, B. K.; Badgujar, J. B.; Pawar, V. D. y Sananse, S. L., 2011. Effect of hydrocolloids incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. En: *Journal of Food Science and Technology*, 48(6), pp. 769-772. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0333-0>
- Sharma, H. K.; Kaur, B.; Sarkar, B. C. y Singh, C., 2006. Thermal behavior of pure rice bran oil, sunflower oil and their model blends during deep fat frying. En: *Grasas y Aceites*, 57(4), pp. 376-381. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i4.62>
- Soto, S.; Boluda-Aguilar, M.; Esnoz, E.; Iguaz, A. y López A., 2015. Texture, oil adsorption and safety of the european style croquettes manufactured at the industrial scale. En: *Food Engineering Reviews*, 8, pp. 181-200. DOI: <https://doi.org/10.1007/S12393-015-9130-2>
- Tan, K. J. y Mittal, G. S., 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. En: *International Journal of Food Properties*, 9(1), pp. 85-98. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910500473947>