

Caracterización fisicoquímica y sensorial de chorizo adicionado con aceite encapsulado de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

Physicochemical and sensory characterization of chorizo added with Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) encapsulated oil

I. G. Moreno-Vallejo¹, M. L. Ortiz-Ramos¹, L. C. Rosales-Gonzalez¹, P. J. Gudiño-Ramírez², J. E. Hernández-Espinoza, M. E. Sosa-Morales³, J. A. Gómez-Salazar³.

¹ Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

² Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Centro Interdisciplinario del Noreste, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato.

³ Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

ig.morenovallejo@ugto.mx.

ml.ortizramos@ugto.mx.

lc.rosalesgonzalez@ugto.mx.

pi.gudinoramirez@ugto.mx.

je.hernandezespinoza@ugto.mx, msosa@ugto.mx, julian.gomez@ugto.mx.

Resumen

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo por aceite encapsulado de sachá inchi sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chorizos elaborados con carne de cerdo. Se prepararon cuatro formulaciones: control negativo sin antioxidante (CN); control positivo con 78 mg/kg de BHT (CP); y dos sustituciones de grasa de cerdo por aceite encapsulado de sachá inchi al 3% y 6% (SI 3%, SI 6%, respectivamente) más 78 mg/kg de BHT. Se analizó el contenido de humedad, la actividad de agua, el pH, el contenido de grasa y se realizó evaluación sensorial con 11 jueces no entrenados. Los parámetros fisicoquímicos de los chorizos no se vieron influenciados por la adición del aceite ($p > 0.05$). Se encontró menor contenido de grasa en la formulación SI 6%. En la parte sensorial, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las cuatro formulaciones ($p > 0.05$). Se concluye que el aceite encapsulado de sachá inchi es una buena alternativa en la sustitución parcial de grasa de cerdo sin afectar significativamente las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

Palabras clave: *sacha inchi*, tratamientos, chorizo, análisis fisicoquímicos, evaluación sensorial.

Introducción

En diversos países de Latinoamérica destacando México, el consumo de embutidos ha ido aumentando progresivamente. El chorizo es un tipo de embutido crudo preparado con carne magra y grasa de cerdo, diferentes especias según la zona en que se elabore, sal y sales de curado; lista la mezcla se embute, se somete a secado o madurado variando el tiempo dependiendo el lugar en que se procese (Carmona-Escutia et al., 2019). En algunos países se elabora añadiendo una etapa de fermentado en el proceso, se produce con la flora natural del producto, pero también se puede llevar a cabo mediante la adición de un cultivo iniciador (Cavalheiro et al., 2019). En la actualidad, existe una preocupación relevante sobre los altos niveles de grasa saturada en los productos cárnicos, específicamente en los embutidos, y una creciente demanda de productos bajos en grasa y/o con un perfil lipídico mejorado (de Carvalho et al., 2020), de hecho, los consumidores demandan productos con mayor valor nutricional, que tengan aporte en el mantenimiento de las funciones fisiológicas del organismo y funcionales. Todo ello debido al aumento de enfermedades relacionadas con la alimentación (Fernandes et al., 2017; de Oliveira et al., 2020). Además, diversos estudios se enfocan en la reformulación de productos cárnicos, especialmente en chorizo y embutidos mejorando el perfil nutricional de estos (Martínez et al., 2023; Salazar et al., 2021; Tejada et al., 2021) incorporando aceites vegetales, debido al alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados o monoinsaturados (PUFA), omega-6 y omega-3, disminuyendo la cantidad de ácidos grasos saturados (Nieto & Lorenzo, 2021; Hleap-Zapata et al., 2020). La sustitución de ácidos grasos de origen animal por ácidos grasos vegetales, como el aceite de sachá inchi en embutidos cárnicos, es una alternativa para mejorar su contenido de grasa insaturada y también mejorar sus parámetros de calidad como pH, actividad de agua, textura, y atributos sensoriales, entre algunos otros aspectos (Mandela et al., 2021). El aceite de sachá inchi se extrae de las semillas oleaginosas de *Plukenetia volubilis* L., planta nativa que se encuentra en la selva amazónica de Perú, Ecuador, Brasil, Colombia y otras partes de América del Sur (Elgegren et al., 2019). Este aceite tiene una gran cantidad de

ácidos grasos poli y mono insaturados que representa alrededor del 82% de su contenido total de lípidos, con énfasis en alfa-linolénico que van del 44 al 50,8% y ácidos grasos linoleicos con 33,4-36%, también presenta micronutrientes como fitoesteroles, tocoferoles, β -carotenoides y compuestos fenólicos, que ejercen beneficios significativos para la salud, principalmente en el sistema cardiovascular, el equilibrio de lípidos en la sangre, mejor desarrollo del sistema nervioso central, entre muchos más (da Silva et al., 2019). Por otro lado, la alta cantidad de ácidos grasos poliinsaturados presentes en el aceite de sacha inchi se degradan fácilmente en presencia de oxígeno, luz, humedad y altas temperaturas, lo que lleva a la formación de productos derivados de la oxidación lipídica. Por esta razón, se emplean procesos de encapsulación con la finalidad de proteger los principios activos, aceites esenciales y el sabor, para poder preservar estas propiedades durante un período de tiempo más largo (Chasquibol et al., 2019).

Se han publicado estudios sobre la reformulación de chorizos o embutidos que buscan incorporar aceites vegetales en su composición. Hernández-Jiménez et al. (2022), en donde se reemplazó parcialmente la grasa animal de chorizo zamorano fermentado con aceite de girasol alto oleico en proporciones de 12.5, 20 y 50%, con el fin de mejorar su composición lipídica, su perfil de ácidos grasos y reducir el contenido de grasa animal; el aceite afectó la evolución de los parámetros analizados durante la maduración, presentando niveles más altos de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y niveles más bajos de ácidos grasos saturados (SFA) los lotes con aceite de girasol y una cantidad similar de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) a los productos de control. Por otro lado, en el estudio llevado a cabo por Martínez et al. (2023) se reformularon parcialmente chorizos sustituyendo la grasa de cerdo por aceites de semillas emulsionados de semillas en proporciones de 50, 75 y 100%; los chorizos reformulados presentaron una textura más suave, un mejor perfil de ácidos grasos y fueron evaluados positivamente en parámetros sensoriales. En estos estudios se observa cómo la incorporación de aceites vegetales en la formulación de chorizos representa un desafío, ya que se busca mantener o mejorar las propiedades fisicoquímicas y características organolépticas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la incorporación parcial de aceite de sacha inchi en chorizo sobre las propiedades fisicoquímicas como humedad, pH, actividad de agua y contenido de grasa, así como en el perfil sensorial.

Materiales y métodos

Procedimiento de elaboración de chorizo

Se adquirió carne de cerdo magra, grasa de cerdo y tripa natural en una carnicería local de Irapuato, Gto. El aceite de sacha inchi encapsulado fue donado por la Dra. María Hernández-Carrión de Colombia. La mezcla de fosfatos y sales de cura fue adquirida en la tienda de insumos Bekarem (Irapuato, Gto.).

Se realizaron cuatro formulaciones de chorizo, con proporción 80:20 de carne:grasa, de acuerdo a la Tabla 1. Se utilizó BHT como antioxidante. Se agregaron 1.4 g de colorante natural tipo pimentón, 9.4 g de sal nital y 97.68 g de la mezcla para chorizo, estas cantidades fueron constantes para todas las formulaciones.

El procedimiento de homogeneización fue realizado utilizando un procesador de alimentos (Hamilton Beach Professional, modelo 70815, China), para realizar el embutido se utilizó una embudidora de salchichas (Torrey, Monterrey, México). Después de realizar el amarre de chorizo para darle la forma característica, se empacó en bolsas plásticas resellables y se almacenó en refrigeración a 4°C.

Tabla 1. Formulaciones de chorizo, controles y con reemplazo parcial de grasa con aceite de sacha inchi encapsulado.

Formulación	Cantidad de carne 80% (g)	Cantidad de grasa de cerdo (g)	Proporción SI (g)	Proporción BHT (mg)
Control Negativo (CN)		97.5	----	----
Control Positivo (CP)	390		----	78
Formulación 3 (SI3)		82.88	14.62	78
Formulación 4 (SI6)		68.25	29.25	78

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron después de 1, 4, 7 y 10 días de almacenamiento refrigerado, y se realizaron por triplicado. El análisis sensorial se realizó después de 4 días de almacenamiento.

Determinación del contenido de humedad

La determinación de humedad se realizó en un horno eléctrico con convección (CE3F, Shellab, Cornelius, Oregon, Estados Unidos) a 105°C durante por 24 h, usando 2 g de chorizo (Carmona-Escutia et al., 2019).

Determinación de actividad de agua

Para la determinación de actividad de agua se empleó un higrómetro electrónico (Aqua Lab, modelo CX2, Decagon Devices, Pullman WA, Estados Unidos), previamente calibrado con agua destilada. Las determinaciones se hicieron en chorizo sin tripa (Carmona-Escutia et al., 2019).

Determinación de pH

Para la determinación de pH se empleó un potenciómetro (modelo HI 2550, Hanna Instruments, España), previamente calibrado con los estándares de pH 7 y 4. Se usó 1 g de chorizo sin tripa y 9 ml de agua, mezcla en la que se introdujo el electrodo y se tomó la lectura (de Carvalho et al., 2020).

Determinación del contenido de grasa

Para determinar el contenido de grasa se empleó un equipo Goldfisch (GF-6, Novatech, México), usando 3 g de muestra seca, 20 ml de éter de petróleo, y extracción por 4 h (de Carvalho et al., 2020).

Análisis Sensorial

El análisis sensorial fue realizado por 11 jueces no entrenados usando una escala hedónica de 9 puntos (1 me disgusta muchísimo, 5 no me gusta ni me disgusta y 9 me gusta muchísimo) quienes evaluaron color, olor, sabor y aceptabilidad general. Las cuatro formulaciones se presentaron en platos de papel desechables blancos con códigos de tres dígitos (de Carvalho et al., 2020).

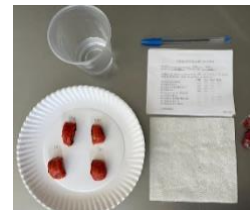


Figura 1. Muestras de chorizo para análisis Sensorial

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron tabulados y evaluados a través de análisis de varianza ANOVA, empleando diferencias mínimas significativas de Tukey como método de comparación múltiple, con un nivel de confianza del 95%. Los análisis se realizaron con el programa Statgraphics (Stat Point Inc., Washington, VA, USA)

Resultados y discusión

Contenido de humedad de los chorizos

En los días 1, 4, 7 y 10 no hubo diferencia estadísticamente significativa para el contenido de humedad, por lo que la adición del encapsulado de sachá inchi no modifica la humedad durante el almacenamiento ($p > 0.05$), como se muestra en la Tabla 2. El contenido de humedad tuvo valores entre 59.1 y 62.8% a lo largo del almacenamiento, se mantuvo casi constante debido a la barrera que puso el empaque plástico en el que fue almacenado. Los valores son similares a lo reportado por Carmona-Escutia et al. (2019), quienes encontraron un valor de 62.5% de humedad en chorizo fresco (día 0).

Tabla 2. Efecto de la adición de aceite encapsulado de sachá inchi en la determinación de humedad durante el almacenamiento refrigerado a 4° C

Día	Formulación			
	CN	CP	SI 3%	SI 6%
1				
4	59.41±0.61 ab	61.71±1.28 a	59.06±2.22 a	60.08±0.81 ab
7	61.64±1.04 ab	62.16±0.38 b	60.63±0.83 a	61.75±0.17 ab
10	61.14±0.50 a	62.44±1.11 a	61.14±0.51 ab	60.46±0.51 b
	59.76±1.56 a	62.83±1.10 a	61.33±1.97 a	61.88±4.03 a

Actividad de agua de los chorizos

Tabla 3. Efecto de la adición de aceite encapsulado de sachá inchi en chorizo para la determinación de actividad de agua durante el almacenamiento refrigerado a 4° C

Día	Formulación			
	CN	CP	SI 3%	SI 6%
1	0.9370±0.0026 a	0.9333±0.0045 ab	0.9303±0.0032 b	0.9327±0.0015 ab
4	0.9357±0.0006 a	0.9353±0.0012 a	0.9367±0.0021 a	0.9343±0.021 a
7	0.9370±0.0010 a	0.9383±0.0015 a	0.9363±0.0015 ab	0.9333±0.0029 b
10	0.9370±0.0010 a	0.9367±0.0032 a	0.9347±0.0015 a	0.9357±0.0015 a

No hubo cambios de aw durante los 10 días de almacenamiento ($p > 0.05$); al igual que en el contenido de humedad, debido a que la bolsa plástica mantuvo sin cambios al chorizo. De acuerdo con la Tabla 3, los valores de aw estuvieron en el rango de 0.9303 a 0.9383, los cuales coinciden para chorizo fresco al día 0 de almacenamiento, el cual tuvo un valor de aw de 0.945 (Carmona-Escutia et al., 2019). Comparando los datos con la Norma Oficial Mexicana, la cual indica que debe de tener una aw entre 0.90 y 0.95, los chorizos elaborados en este estudio cumplen con lo establecido.

Valores de pH de los chorizos

En la Tabla 4 se presentan los valores para un análisis de pH del chorizo. La Norma Mexicana indica un valor de pH de 5-6 para chorizo, por lo que los chorizos formulados cumplen, ya que los valores a lo largo del almacenamiento refrigerado estuvieron entre 5.07 y 6.11. Hubo un decremento en los valores de pH durante el almacenamiento congelado, debido a los procesos de maduración que se desarrollan en este tipo de alimentos (Cavalheiro et al., 2019).

Tabla 4. Efecto de la adición de aceite encapsulado de sachu inchi en chorizo en pH durante el almacenamiento refrigerado a 4° C

Día	Formulación			
	CN	CP	SI 3%	SI 6%
1	6.11 ±0.06 a	5.96±0.03 b	6.02±0.02 bc	6.05±0.02ba
4	6.11 ±0.07 a	6.05±0.01 ab	5.97±0.03 a	5.99±0.04 a
7	5.46 ±0.03 a	5.39±0.06 b	5.49±0.03 a	5.51±0.02 a
10	5.11 ±0.05 a	5.39±0.48 a	5.28±0.25 a	5.07±0.01 a

Contenido de grasa de los chorizos

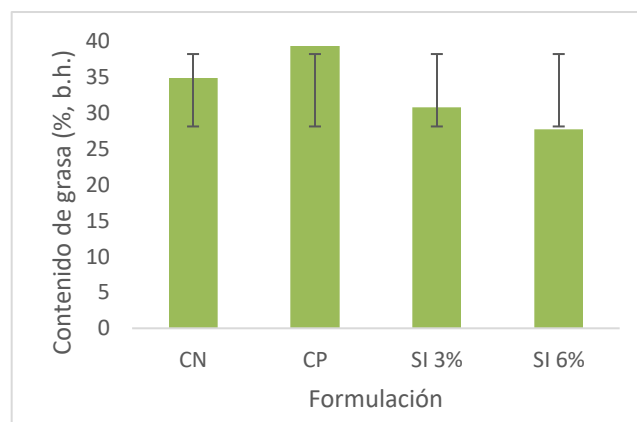


Figura 2 Efecto de la adición de aceite encapsulado de sachu inchi en chorizo sobre el contenido de grasa durante el almacenamiento refrigerado a 4° C

En la Figura 2 se presentan los valores del contenido de grasa de los chorizos estudiados. Con la adición del encapsulado de sachu inchi se logró reducir la grasa en los tratamientos SI3% y SI6%, teniendo una reducción de 10 y 20%, respectivamente, comparado con las formulaciones control, lo que significa que se puede proveer de menos grasa de cerdo y una grasa de mejor calidad. Los resultados de grasa coinciden con lo reportado para otras formulaciones de chorizo, por ejemplo, Cavalheiro et al. (2019) reportan contenidos de grasa de 30.06 a 35.69%

Resultados del perfil sensorial de los chorizos

Los resultados del análisis sensorial del chorizo se muestran en la Figura 3. No se encontró diferencia estadísticamente significativa los cuatro parámetros evaluados ($p > 0.05$), lo cual indica que los jueces no percibieron la sustitución de grasa animal por el aceite de sachu inchi encapsulado.

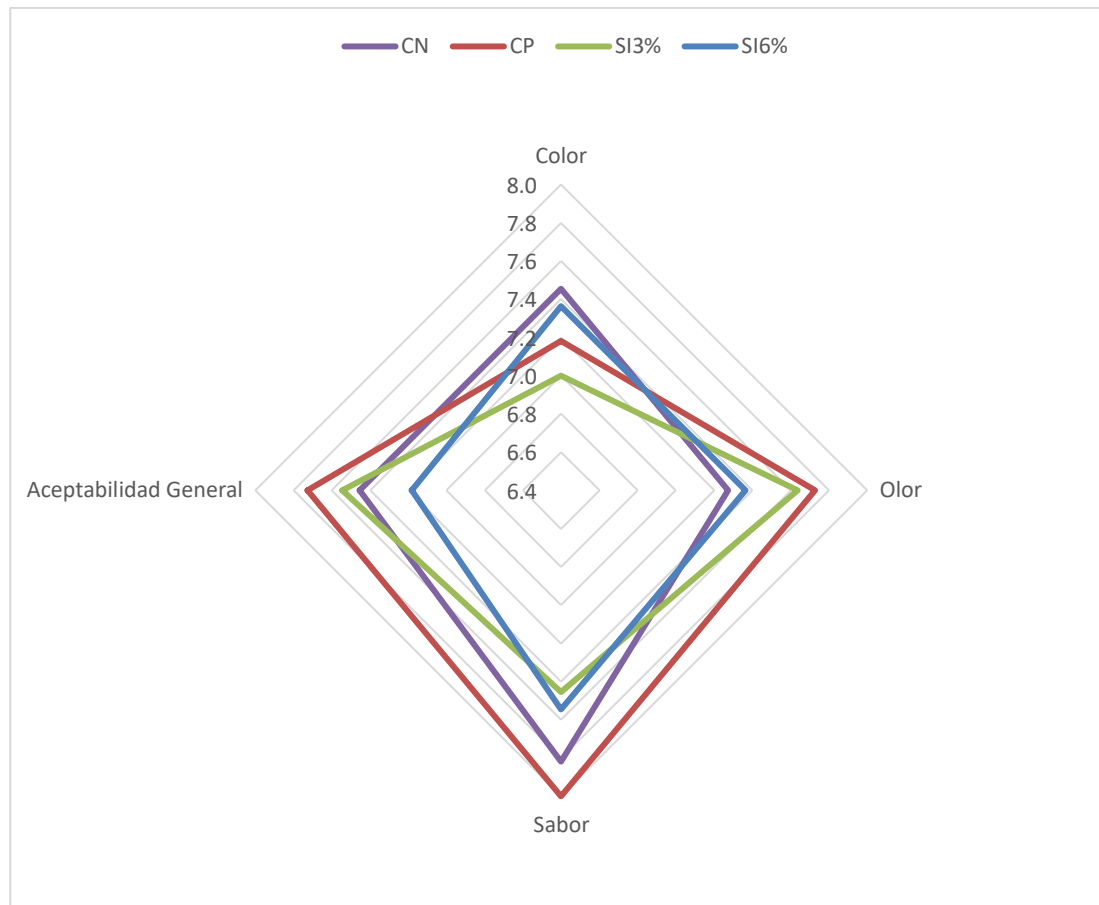


Figura 3 Perfil sensorial de las diferentes formulaciones de chorizo: CN control negativo (carne magra y grasa animal), CP control positivo (carne magra, grasa animal y BHT), SI3% sachá inchi al 3%, SI6% sachá inchi al 6%.

Conclusiones

La sustitución de grasa animal por aceite encapsulado de sachá inchi tanto al 3% como al 6% resultó en una disminución de contenido de grasa en el chorizo, sin afectar las propiedades fisicoquímicas durante su almacenamiento por 10 días en refrigeración. Tampoco afectó el perfil sensorial de este alimento, por lo que es una alternativa adecuada para que el chorizo contenga menos grasa y de mejor calidad para el consumo cotidiano.

Bibliografía/Referencias

- Carmona-Escutia, R. P., Urías-Silvas, J. E., García-Parra, M. D., Ponce-Alquicira, E., Villanueva-Rodríguez, S. J., & Escalona-Buendía, H. B. (2019). Influence of Paprika (*Capsicum annum* L.) on Quality Parameters and Biogenic Amines Production of a Ripened Meat Product (Chorizo). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 18(3), 949-966.
- Cavalheiro, C. P., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., Pintado, T., de Menezes, C. R., & Fries, L. L. M. (2019). Effect of different strategies of *Lactobacillus plantarum* incorporation in chorizo sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(15), 6706-6712.
- Chasquibol, N. A., Gallardo, G., Gómez-Coca, R. B., Trujillo, D., Moreda, W., & Pérez-Camino, M. C. (2019). Glyceridic and unsaponifiable components of microencapsulated sachá inchi (*Plukenetia huayllabambana* L. and *Plukenetia volubilis* L.) edible oils. *Foods*, 8(12), 671.

- da Silva, K. F. C., da Silva Carvalho, A. G., Rabelo, R. S., & Hubinger, M. D. (2019). Sacha inchi oil encapsulation: Emulsion and alginate beads characterization. *Food and bioproducts processing*, (116), 118-129.
- de Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E., de Oliveira, A. L., Pateiro, M., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb sausage with fat replacement by tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil. *Food Research International*, (136), 109487.
- de Oliveira, R. F., da Costa Henry, F., do Valle, F., de Oliveira, D. B., do Santos Junior, A. C., de Resende, E. D., ... & Martins, M. L. L. (2020). Effect of the fruit aqueous extract of Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) on selected quality parameters of frozen fresh pork sausage. *Journal of Agriculture and Food Research*, (2), 100055.
- Elgegren, M., Kim, S., Cordova, D., Silva, C., Noro, J., Cavaco-Paulo, A., & Nakamatsu, J. (2019). Ultrasound-assisted encapsulation of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo.) oil in alginate-chitosan nanoparticles. *Polymers*, 11(8), 1245.
- Fernandes, R. D. P. P., Trindade, M. A., Tonin, F. G., Pugine, S. M. P., Lima, C. G. D., Lorenzo, J. M., & De Melo, M. P. (2017). Evaluation of oxidative stability of lamb burger with *Origanum vulgare* extract. *Food Chemistry*, 1(233), 101-109.
- Hernández-Jiménez, M., Martínez-Martín, I., Vivar-Quintana, A. M., & Revilla, I. (2022). Effects of the Replacement of Pork Backfat with High Oleic Sunflower Oil on the Quality of the "Chorizo Zamorano" Dry Fermented Sausage. *Foods*, 11(15), 2313.
- Hleap-Zapata, J. I., Romero-Quintana, L., Botina-Cárdenas, J., Martínez-Martínez, C. A., Valenciano-Pulido, Y., & Higuera-Díaz, K. (2020). Effect of the partial replacement of wheat flour with turmeric flour (*Curcuma longa*) on the physicochemical and sensory properties of a common chorizo. *Dyna*, 87(214), 46-52.
- Mandela, Z., Arnaud, E., & Hoffman, L. C. (2021). Physico-chemical characteristics and lipid oxidative stability of zebra (*Equus burchelli*) droëwors made using different levels of sheep fat. *Foods*, 10(10), 2497.
- Martínez, E., Pardo, J. E., Álvarez-Ortí, M., Rabadán, A., Pardo-Giménez, A., & Alvarruiz, A. (2023). Substitution of Pork Fat by Emulsified Seed Oils in Fresh Deer Sausage ('Chorizo') and Its Impact on the Physical, Nutritional, and Sensory Properties. *Foods*, 12(4), 828.
- Martínez, E., Pardo, J. E., Álvarez-Ortí, M., Rabadán, A., Pardo-Giménez, A., & Alvarruiz, A. (2023). Substitution of Pork Fat by Emulsified Seed Oils in Fresh Deer Sausage ('Chorizo') and Its Impact on the Physical, Nutritional, and Sensory Properties. *Foods*, 12(4), 828.
- Nieto, G., & Lorenzo, J. M. (2021). Use of olive oil as fat replacer in meat emulsions. *Current Opinion in Food Science*, (40), 179-186.
- Rodríguez-Cortina, A., & Hernández-Carrión, M. (2023). Microcapsules of Sacha Inchi seed oil (*Plukenetia volubilis* L.) obtained by spray drying as a potential ingredient to formulate functional foods. *Food Research International*, (170), 113014.
- Salazar, D., Arancibia, M., Raza, K., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Influence of underutilized unripe banana (Cavendish) flour in the formulation of healthier chorizo. *Foods*, 10(7), 1486.
- Tejada, L., Buendía-Moreno, L., Álvarez, E., Palma, A., Salazar, E., Muñoz, B., & Abellán, A. (2021). Development of an Iberian chorizo salted with a combination of mineral salts (seawater substitute) and better nutritional profile. *Frontiers in Nutrition*, 8, 642726.