

Optimización de hidrogeles O/W con aceites de pecán y chía como sustitutos saludables de grasa animal en productos cárnicos

Carolina Jenko¹, Romina M. Fabre¹; Julieta Bof¹; Patricia I. Bonato¹; Flavia Perlo¹; Viviana R. Rodríguez¹; Gustavo A. Teira¹, Marcela A. Díaz Vélez¹; Sebastián A. Cunzolo²

Autoras/es: ¹Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos. Monseñor Tavella 1450 - Concordia, Entre Ríos, Argentina. ²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-Castelar), Nicolás Repetto y De los Reseros s/n, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: carolina.jenko@uner.edu.ar

ARK: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s22504559/j3kwi0uxj>

Resumen

Se optimizó la formulación de un hidrogel vehiculizador de emulsión aceite en agua (O/W) con mezcla de aceites vegetales de pecán y chía (75-25%) para sustituir grasa bovina en productos cárnicos saludables. Se empleó un Diseño Central Compuesto para evaluar el efecto de la proporción de aceite (40-70%) y polisorbato 80 (0,1-1%) sobre la firmeza y sinéresis del hidrogel. La formulación óptima resultante estuvo compuesta por 35% de mezcla de aceites y 1,0% de polisorbato, logrando una firmeza de 91 gf y sinéresis nula. La estabilidad oxidativa, evaluada mediante tiempo de inducción (Rancimat), fue superior en el hidrogel frente a la mezcla sin vehiculizar, aunque inferior a la grasa bovina. El perfil de ácidos grasos mostró una proporción n-6/n-3 de 4:1, considerada beneficiosa para la salud cardiovascular y con efectos antiinflamatorios. Los resultados evidencian que el hidrogel formulado posee propiedades físico-químicas, reológicas y de estabilidad adecuadas, constituyendo un sistema vehiculizador eficiente para aceites saludables, apto para su aplicación como sustituto de grasa animal en productos cárnicos, promoviendo alimentos con perfil lipídico mejorado y potencial impacto positivo en la salud.

Palabras clave: aceite de nuez pecán y chía, hidrogel, perfil lipídico, productos cárnicos más saludables

Objetivos propuestos

Objetivo general

- Obtener un hidrogel que permita la vehiculización de una emulsión O/W de aceites de pecán y chía que además presente características físico-químicas, reológicas y de estabilidad adecuadas, pensado para ser utilizado como sustituto de grasa bovina en la formulación de productos cárnicos más saludables.

Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general se plantea:

- Optimizar la formulación del hidrogel determinando la relación más apropiada de aceite (pecán:chía, 75:25)/agua que conforman la emulsión O/W, y el emulsionante (polisorbato 80) mediante el estudio de sinéresis y firmeza del gel.
- Evaluar su estabilidad oxidativa respecto de la grasa vacuna y de la mezcla de aceites de pecán y chía (75:25).
- Caracterizar el hidrogel mediante el perfil de ácidos grasos.

Marco Teórico

La creciente preocupación de los consumidores en aspectos que vinculan los alimentos con la incidencia de enfermedades, así como las recomendaciones de organismos internacionales, ha forzado a la industria a reformular productos cárnicos tradicionales para obtener otros que satisfagan las nuevas necesidades impuestas actualmente por el mercado (Celada y Sánchez-Múniz, 2016; Zhang et al., 2010). En los últimos años estos productos han sido cuestionados principalmente por su alto contenido de ácidos grasos saturados y colesterol que pueden afectar negativamente la salud humana (Barrros et al., 2021). Por lo tanto, la mejora del perfil lipídico podría ser una estrategia que permita abordar esta problemática. En este sentido, una alternativa sería el reemplazo de las grasas de origen animal por aceites vegetales que poseen una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, además de compuestos bioactivos. En los últimos años, en Entre Ríos ha tenido un gran desarrollo la producción de nuez pecán, cuyo aceite es rico en ácidos grasos insaturados, antioxidantes y fitoesteroles (Bahillo, 2022; Alvarez-Parrilla et al., 2018). La mezcla del aceite de pecán con aceite de chía permite equilibrar las proporciones de ácidos grasos esenciales linoleico (n-6) y linolénico (n-3) hacia los valores recomendados por los organismos de salud (Dubois et al., 2007). Un método para incorporar los aceites en los productos cárnicos es a través de hidrogeles como vehiculizantes de una emulsión O/W que aportan una consistencia sólida a los mismos (de Souza Paglarini et al., 2019). En el reemplazo de grasa animal por aceites se debe tener en cuenta que pueden verse afectadas las características tecnológicas y calidad sensorial, así como también disminuir la estabilidad oxidativa de los productos cárnicos (Heck et al., 2022). Los altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de los aceites resultan en una baja estabilidad a la oxidación, que prevalece aún por sobre los efectos antioxidantes asociados con los componentes bioactivos presentes (tocoferoles, polifenoles, carotenoides, fosfolípidos). Por las razones antes expuestas, se vuelve necesario estudiar las cantidades de fase oleosa y emulsionante que se deben usar para obtener un hidrogel de máxima firmeza y mínima pérdida de aceite. A su vez, el análisis de la estabilidad de los lípidos frente a la oxidación permite evaluar el grado de su adecuación para ser incorporado como sustituto de la grasa animal en productos cárnicos reformulados.

Metodología

Emulsión O/W Vehiculizada en Forma de Hidrogel

Se trabajó con una mezcla de aceite de nuez pecán y chía en una proporción 75:25 respectivamente. El aceite de nuez fue provisto por EEA INTA Concordia (de acuerdo al procedimiento descrito por Panozzo et al., 2018) mientras que el aceite de chía se adquirió en comercio local. A la mezcla se le determinó:

Optimización del hidrogel

Para optimizar la formulación del hidrogel se aplicó metodología de superficie de respuesta (RSM). Se estudió el efecto de 2 variables independientes que incluyó la concentración de aceite (mezcla de pecán y chía 75:25) y de emulsificante (polisorbato) con el objetivo de maximizar la firmeza y minimizar la sinéresis de los geles obtenidos. Se estudiaron para el factor aceite las concentraciones de 40% (nivel bajo) y 70% (nivel alto) y para el polisorbato 0,1% (nivel bajo) y 1% (nivel alto). Se aplicó un Diseño Central Compuesto $2^2 +$ estrella con 4 repeticiones en el punto central, resultando un diseño de 12 corridas experimentales, aplicando la función deseabilidad para obtener el óptimo.

En la tabla 1 se presentan los puntos estudiados resultantes que arrojó el Diseño Central Compuesto.

Tabla 1. Diseño Central Compuesto: puntos ensayados para el estudio de la optimización del hidrogel basada en su firmeza y sinéresis

Mezcla de aceites (75:25), %	Polisorbato %
40,00	1,00
40,00	0,10
76,21	0,55
55,00	0,55
33,79	0,55
55,00	0,00
70,00	0,10
55,00	0,55
55,00	0,55
55,00	1,19
70,00	1,00
55,00	0,55

Se preparó cada formulación de hidrogel de acuerdo al diseño antes descrito de la siguiente manera: a la fase oleosa se le incorporó el tensioactivo (polisorbato 80) y 0,01% de BHT como antioxidante. A la fase acuosa se le añadió 2% de k-carragenina. Las concentraciones antes mencionadas (BHT y carragenina) se basaron en los máximos admitidos por la legislación argentina para chacinados frescos. Posteriormente, la fase oleosa se adicionó a la fase acuosa y se procedió a la homogeneización a 16.000 rpm durante 2 minutos, mediante Ultra-Turrax® T25basic. Finalmente, la emulsión obtenida se calentó en baño de agua termostatizada hasta 70 ° C. Las emulsiones se

enfriaron a temperatura ambiente, permitiendo que la carragenina polimerice. Los gels se mantuvieron en refrigeración (4°C) por 24h hasta realizar las determinaciones analíticas. En la figura 1 se observa la secuencia esquemática para la obtención del hidrogel. En la figura 2 se muestra el resultado final obtenido del hidrogel.

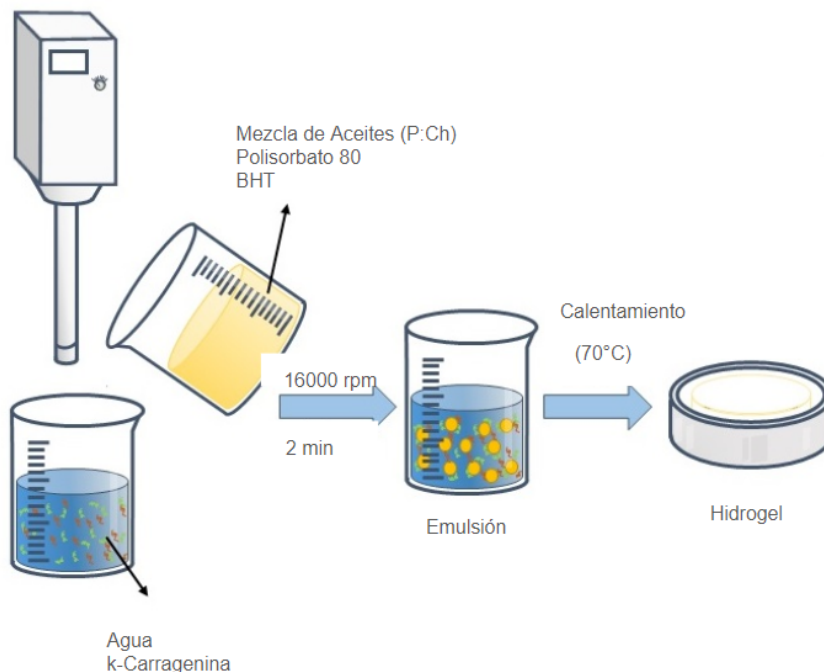


Figura 1. Esquema para la obtención del hidrogel



Figura 2. Imagen del hidrogel obtenido

Determinaciones analíticas en los hidrogeles

- Análisis de textura: se midió con un analizador de textura universal (TA-XT2i, Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) mediante test de penetración (figura 3a), usando probeta de 6 mm de diámetro, fuerza de 10 g, velocidad de penetración en el gel de 1 mm/s hasta alcanzar una penetración de 15 mm (Pycia et al., 2015). Se registraron los valores de firmeza y se expresaron en gf.
- Sinéresis: una porción del hidrogel en el momento de su obtención se colocó en tubos de centrifuga, se dejó gelificar a temperatura ambiente y se alma-

cenó a 4°C durante 24 h (figura 3b). Posteriormente se pesaron los tubos y se centrifugaron a 100 g durante 10 min, a continuación se separó la fase líquida y se pesó nuevamente el tubo de centrifuga. Por diferencia de peso se calculó el % de sinéresis (Kumar y Mishra, 2004).

- Perfil de ácidos grasos: se determinó mediante cromatografía gaseosa a través de la síntesis de metil ésteres de ácidos grasos (FAME), en equipo Shimadzu Nexis GC-2030, según lo descrito por Park y Goins (1994).



Figura 3. Pruebas llevadas a cabo en los hidrogeles: a) Ensayo de textura (firmeza de gel) y b) Sinéresis.

- Estabilidad a la oxidación: se analizó el tiempo de inducción en horas, mediante equipo marca Metrohm (modelo 893 Professional Biodiesel Rancimat), controlando las condiciones de flujo de aire (10 L/h) y temperatura (120°C) de acuerdo a las normas EN 14112. Los tiempos de inducción obtenidos fueron comparados con los de la emulsión vehiculizada en forma de hidrogel optimizada (de acuerdo al punto indicado abajo) y con los de la grasa subcutánea bovina empleada en la formulación de las hamburguesas control.
- Perfil de ácidos grasos: se determinó mediante cromatografía gaseosa a través de la síntesis de metil ésteres de ácidos grasos (FAME), en equipo Shimadzu Nexis GC-2030, según lo descrito por Park y Goins (1994).

Análisis estadísticos

Para la optimización de la emulsión O/W vehiculizada en forma de hidrogel se aplicó un Diseño Central Compuesto 2^2 + estrella con 4 repeticiones en el punto central, resultando un diseño de 12 corridas experimentales. Los niveles mínimos y máximos de la variable concentración de aceite fueron 40 y 70%, mientras que los del emulsificante 0,1 y 1%. Los datos obtenidos de los hidrogeles (firmeza y sinéresis) se analizaron mediante regresiones múltiples de las variables independientes (contenido de aceite y de emulsionante). La bondad de ajuste del modelo se evaluó mediante el coeficiente determinación (R^2) y el valor p del ajuste. Además, se realizó un análisis de varianza

(ANOVA) para determinar la significancia estadística de los factores y sus posibles interacciones. Se usó la regresión por pasos para eliminar los términos no significativos. Finalmente, se realizó una optimización mediante la función deseabilidad para determinar la combinación de factores que simultáneamente optimizaran ambas respuestas: maximizar la firmeza y minimizar la sinéresis.

En los hidrogeles, mezcla de aceites de pecán-chía y grasa bovina fresca, para evaluar la estabilidad oxidativa (Rancimat), se realizó un ANOVA simple.

En los casos que se observaron efectos o interacciones significativas en el ANOVA, las medias fueron comparadas aplicando test LSD (Least significant difference) de Fisher. En todos los casos se trabajó con un nivel de significancia de 0,05 y se utilizó el software Statgraphics Centurion XV.

Resultados alcanzados y discusión

Sinéresis y firmeza de los hidrogeles

El porcentaje mínimo de sinéresis (0%) se obtuvo para la siguiente combinación: una concentración del 44% para la mezcla de aceites de pecán y chía (75:25) y 0,65% para el polisorbato 80 (emulsificante), sin registrarse interacción significativa entre los factores estudiados. Sólo el porcentaje de la mezcla de aceites tuvo una incidencia significativa ($p=0,0004$) sobre esta variable. Como se aprecia en la figura 4, se experimentó una mayor sinéresis a medida que el porcentaje de aceite en el hidrogel se incrementó.

En cuanto a la firmeza de los geles, se registró un máximo cuando la fórmula estuvo compuesta por un 34% de la mezcla de aceites de pecán y chía (75:25) y 1,18% de polisorbato 80, no existiendo una interacción entre los factores estudiados ($p>0,100$). Estos hidrogeles presentaron un valor de fuerza de gel de 119,18 gf. De igual manera que con la sinéresis, solo el porcentaje de aceite incorporado en la formulación afectó significativamente ($p=0,0029$) la firmeza del gel, observándose una relación inversa entre ambas variables (figura 5). Esto podría deberse a que en los geles de k-carragenina las gotas de emulsión no están conectadas a la matriz y debilitan la red del gel cuando la cantidad de aceite es demasiado alta (Sala et al., 2008).

Como el objetivo fue obtener un hidrogel con una firmeza máxima (simulando la textura de la grasa subcutánea vacuna) y mínima sinéresis (para evitar problemas de exudado al tratarse de aceites vegetales con mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados que la grasa vacuna), se aplicó la función deseabilidad para la optimización de procesos con múltiples respuestas (Jung y Joo, 2013). La misma mostró un punto de optimización de estas dos variables a concentraciones de aceite de 35% y emulsificante de 1,0%, con un valor de fuerza de gel estimado en 106 gf y sinéresis de 0%. Los ensayos experimentales de verificación en estas condiciones óptimas arrojaron una fuerza de gel promedio de 91 gf y 0% sinéresis.

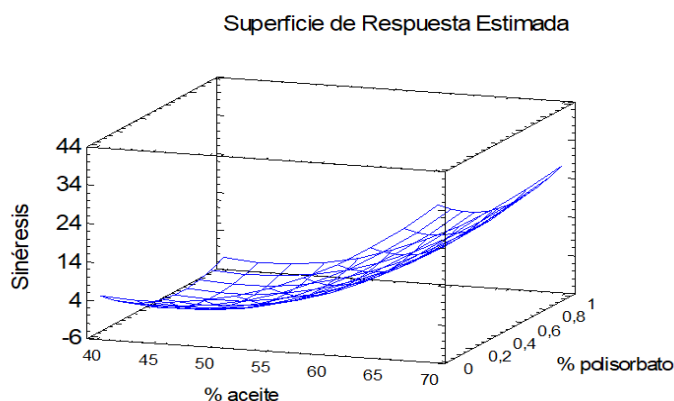


Figura 4. Superficie de respuesta estimada para la sinéresis (%) en la emulsión vehiculizada en forma de hidrogel, según las distintas cantidades de aceite (mezcla de pecán y chía) y polisorbato estudiadas.

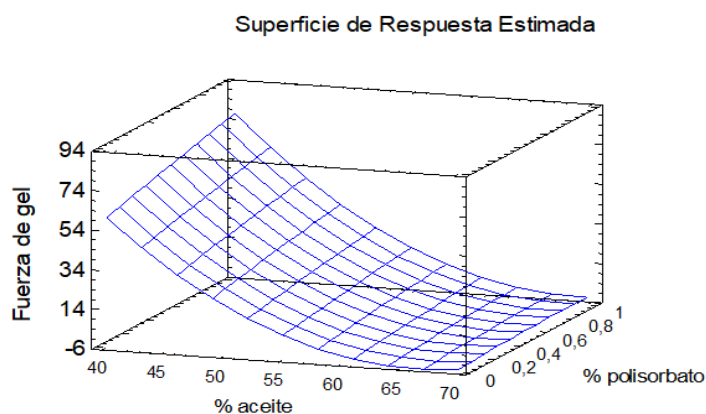


Figura 5. Superficie de respuesta estimada para la fuerza de gel (gf) en la emulsión vehiculizada en forma de hidrogel, según las distintas cantidades de aceite (mezcla de pecán y chía) y polisorbato estudiadas.

Poyato et al. (2014) en estudios previos indicaron que la máxima concentración de aceite tecnológicamente capaz de producir una emulsión aceite en agua gelificada es del 70%, mientras que el valor mínimo necesario para producir un cambio en el perfil de los ácidos grasos es del 40%. Como se mencionó previamente, en el presente estudio la máxima firmeza del gel se alcanzó para porcentajes de mezcla de aceites menores a este valor. Para la combinación de 40% de aceites y 1% de polisorbato el gel resultó un 33% menos firme (80,40 gf) respecto del punto óptimo (119,18 gf).

Borgo et al. (2023) optimizaron la firmeza y la estabilidad a la oxidación (Rancimat) de un hidrogel a base de carragenina como vehiculizador de una emulsión O/W formada con una mezcla de aceites de pecán y chía, modificando las cantidades de la fase oleosa y emulsionante (polisorbato) y encontraron que la combinación de factores experimentales que maximizó la firmeza del hidrogel y el tiempo de inducción, se correspondió con un 34% de aceite y una concentración de polisorbato de 0,6%. En estas condiciones, las autoras reportaron como valores óptimos de los parámetros estudiados 7h para el tiempo de inducción y 106 gf para la firmeza del hidrogel. Luego de la validación experimental de este modelo, observaron una mejora tanto en el tiempo de inducción (7,6h) como en la firmeza del hidrogel (148 gf).

Estabilidad a la oxidación

En la tabla 2 se presentan los resultados del ANOVA para los tiempos de inducción en horas en función de la materia grasa empleada. De la misma se desprende que se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0000$) para los tres tipos de materia grasa evaluados. La grasa bovina fue casi 5 veces más estable frente a la oxidación en comparación a la mezcla de aceites de pecán y chía (75:25) y 1,5 veces más estable que la emulsión vehiculizada en forma de hidrogel. A su vez, se percibió una mayor estabilidad frente a la oxidación cuando la mezcla de aceites se incorporó a la matriz de hidrogel. Es probable que la incorporación del antioxidante BHT como parte de la formulación del hidrogel haya favorecido la respuesta observada.

Estos resultados eran esperables puesto que se sabe que las grasas animales presentan un perfil de ácidos grasos más saturados, mientras que en los aceites vegetales predominan los ácidos grasos mono y poliinsaturados que los vuelven más inestables frente a condiciones oxidantes.

En particular el aceite obtenido del pecán es una fuente importante de ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y tocoferoles (Alvarez-Parrilla et al., 2018). Panozzo et al. (2018) en aceite de pecán de distintas variedades producidas en la región de Entre Ríos informan concentraciones de ácido linoleico (C18:2 n-6) de 22-38% y de linolénico (C18:3 n-3) de 0,9-1,7%, dependiendo de la variedad. El aceite de semilla de chía (*Salvia hispanica L.*), presenta contenidos de linoleico de entre 16 y 22% y de linolénico de entre 64 y 69% (Ixtaina et al., 2011).

Tabla 2. Estabilidad oxidativa de diferentes materias grasas empleadas en formulaciones de hamburguesas tradicionales versus hamburguesas más saludables.

Materia grasa	Tiempo de inducción (h)
Mezcla de aceites de pecán y chía (75:25)	1,97 ± 0,10a
Emulsión vehiculizada en forma de hidrogel	6,80 ± 0,65b
Grasa bovina	10,64 ± 1,16c

Perfil de ácidos grasos

Los resultados del perfil de ácidos grasos de la emulsión de aceites de pecán y chía (75:25) vehiculizada en forma de hidrogel se presentan en la tabla 3. Como se observa en la misma, se mantiene la relación de ácidos grasos n6/n3. El valor observado en este caso fue de 4,0, acorde a lo recomendado en distintas investigaciones. A modo de ejemplo, en la prevención secundaria de enfermedades cardiovasculares una proporción de n-6/n-3 de 4/1 se asoció con una disminución del 70% en la mortalidad total. La misma proporción parece ser óptima para funciones mediadas por el cerebro. Una proporción de 2,5/1 redujo la proliferación celular en pacientes con cáncer colorrectal. Una relación de 2-3/1 suprimió la inflamación en pacientes con artritis reumatoide y una proporción de 5/1 tuvo un efecto beneficioso en los pacientes con asma (Simopoulos, 2003).

Tabla 3. Concentración y perfil de ácidos grasos de la emulsión de aceites de pecán y chía (75:25) vehiculizados en el hidrogel.

Ácido Graso	g AG/100 g
14:0	0,010
16:0	0,730
18:0	0,310
18:1 (n9)	5,900
18:2 (n6)	3,060
18:3 (n3)	0,760
n6/n3	4,026

Conclusiones

La combinación óptima de mezcla de aceites de pecán y chía (75:25) y polisorbato 80 para la elaboración del hidrogel fue de 35% y 1,0% respectivamente, alcanzando una firmeza adecuada (91 gf) y sinéresis nula. Esta formulación permitió obtener una emulsión O/W estable, con buenas propiedades físico-químicas y funcionales, siendo apta para su uso en la formulación de productos cárnicos más saludables.

Bibliografía

- Alvarez-Parrilla, E.; Urrea-López, R.; de la Rosa, L.A. (2018). Bioactive components and health effects of pecan nuts and their by-products: A review. *J. Food Bioact.*, 1:56– 92.
- Bahillo, J.J. (2022). Entre Ríos consolida su liderazgo en producción de nuez pecán. Disponible en: <https://noticias.entrerios.gov.ar/notas/entre-ros-consolida-su-liderazgo-en-produccion-de-nuez-pecn.htm>. Consulta: 25/2/25.
- Barros, J. C., Munekata, P. E., de Carvalho, F. A. L., Domínguez, R., Trindade, M. A., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). Healthy beef burgers: Effect of animal fat replacement by algal and wheat germ oil emulsions. *Meat Science*, 173, 108396.
- Borgo, G.B.; Arias, M.L.; Fabre, R. 2023. Optimización de un hidrogel como vehiculizante de una emulsión para la mejora del perfil lipídico en productos cárnicos. Libro de resúmenes: Jornada de Jóvenes Investigadores AUGM-UNA. Página 569. Disponible en: https://unr.edu.ar/wp-content/uploads/2023/11/COMPENDIO_Resumenes_JJI2023-AUGM-1.pdf. Consulta: 25/2/25.
- Celada, P., & Sánchez-Múniz, F. J. (2016). Are meat and meat product consumptions harmful? Their relationship with the risk of colorectal cancer and other degenerative diseases. *An Real Acad Farm*, 82(1), 68-90. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/304490233_Are_meat_and_meat_product_consumptions_harmful_Their_relationship_with_the_risk_of_colorectal_cancer_and_other_degenerative_diseases. Consulta: 25/2/25.
- Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M. (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(7):710-732.

- Heck, R.; Alves Dos Santos, B.; Lorenzo, J.M.; Ruiz-Capillas, C.; Cichoski, A.J.; Ragagnin de Menezes, C.; Bastianello Campagnol, P.C. (2022). Replacement of saturated fat by healthy oils to improve nutritional quality of meat products. *Food Lipids*. Cap 18.
- Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W., ... & Tomás, M. C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 166-174.
- Jung, E., & Joo, N. (2013). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. *Meat Science*, 94(3), 391-401.
- Kumar, P. y Mishra, H.N. (2004). Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food chemistry*, 87(4), 501- 507.
- Panozzo M., Biolatto A., Consiglio Diez L., Urbani V., Zapata L.M. (2018). Composición de ácidos grasos de aceites de distintas variedades de nuez pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivadas en la provincia de Entre Ríos. Libro del proyecto PNAlyAV 130043 "Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios". Ediciones INTA.
- Park, P.W. and Goins, R.E. (1994). In Situ Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Analysis of Fatty Acid Composition in Foods. *Journal of Food science*, 59(6), 1262-1266.
- Poyato, C., Ansorena, D., Berasategi, I., Navarro-Blasco, Í., Astiasarán, I. (2014). Optimization of a gelled emulsion intended to supply ω -3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. *Meat Science*, 98(4), 615-621.
- Pycia, K., Gałkowska, D., Juszczak, L., Fortuna, T., Witczak, T. (2015). Physicochemical, thermal and rheological properties of starches isolated from malting barley varieties. *Journal of food science and technology*, 52(8), 4797-4807.
- Sala, G., de Wijk, R. A., van de Velde, F., & van Aken, G. A. (2008). Matrix properties affect the sensory perception of emulsion-filled gels. *Food Hydrocolloids*, 22(3), 353-363.
- Simopoulos, A. (2003). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio: the scientific evidence. *World Review of Nutrition and Dietetics*. volume editors, A.Simopoulos, Leslie G. Cleland. ISSN 0084-2230 ; v. 92.
- de Souza Paglarini, C., de Figueiredo Furtado, G., Honorio, A.R. et al. (2019). Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. *Food Structure*, 20, 100105
- Zhang, L., Li, Q., & Luo, Y. (2018). Effects of freezing duration on the quality of beef burgers. *Food Chemistry*, 240, 591-596.

PID 8136

Denominación del Proyecto

Hamburguesas de carne vacuna con perfil lipídico mejorado y reducidas en sodio

Unidad de ejecución

Universidad Nacional de Entre Ríos

Dependencia

Facultad de Ciencias de la Alimentación

Cátedra, Área o disciplina científica

Procesos industriales II, Estadística, Operaciones Unitarias I, Biología, Microbiología General, Propiedades Físicas de los Alimentos.

Instituciones intervinientes

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Instituto de Investigación en Micología y Micotoxicología (IMICO) CONICET-UNRC

Contacto: carolina.jenko@uner.edu.ar

Integrantes del proyecto

Directora

Jenko, Carolina

Codirectora

Fabre, Romina María

Integrantes internos/docentes UNER

Bof, María Julieta (FCAL-UNER); Bonato, Patricia Isabel (FCAL-UNER); Perlo, Flavia María (FCAL-UNER); Rodríguez, Viviana Rita (FCAL-UNER); Teira, Gustavo Adolfo (FCAL-UNER); DÍAZ VÉLEZ, Marcela Agostina (FCAL-UNER)

Colaborador: CUNZOLO, SEBASTIÁN ABEL (INTA)

Becarias vinculadas al PID: GERMANIER BENÍTEZ, María Belén; BORGIO, Giuliana

Fecha de iniciación y finalización efectivas

01/05/2023 y 30/04/2025

Aprobación del Informe Final mediante resolución C.S.N°359/2025 (07-11-2025)