

Bocaditos de carne de cabra bajos en grasa elaborados con emulsión de aceite de lino y extracto de fruta de Pitanga (*Eugenia Uniflora* L.) como reemplazo de grasa

Low-fat goat meat snacks made with flax oil emulsion and Surinam cherry (*Eugenia Uniflora* L.) fruit extract as fat replacement



Mara C. Romero , Fabiana A. Rolhaiser , Carina Lorena Fernández , Ricardo Alejandro Fogar , Ana María Romero, María Alicia Judis 

*Universidad Nacional Del Chaco Austral – INIPTA. Comandante Fernández 755, CP 3700
Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina. ✉ Autor de correspondencia:
mara@uncaus.edu.ar*

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue desarrollar bocaditos de carne de cabra mediante la adición de una emulsión de aceite de lino con extracto de fruta de Pitanga como antioxidante, y evaluar las características de calidad durante el almacenamiento refrigerado. El extracto hidroalcohólico de frutos de Pitanga se liofilizó y añadió a la emulsión de aceite de lino, que se utilizó para reemplazar la grasa de cerdo en los bocaditos de carne de cabra. Se evaluaron los parámetros sensoriales y la aceptabilidad general de los productos cárnicos. La formulación preferida por los consumidores se caracterizó determinando el rendimiento de cocción, contenido de grasa y el perfil lipídico. Posteriormente, se evaluó la estabilidad oxidativa y microbiológica del producto durante su almacenamiento en refrigeración. Los resultados indicaron que la sustitución de la grasa de cerdo por la emulsión de aceite de lino aumentó los ácidos grasos de interés nutricional como C18:2c y C18:3 en los bocaditos, además de que no afectó el sabor, o su aceptabilidad general y mejoró la terneza. La adición de extractos de Pitanga a la emulsión de aceite de lino permitió obtener una mejor estabilidad oxidativa durante el almacenamiento refrigerado. Finalmente, el producto desarrollado podría ser considerado como bajo en grasas según la normativa del Mercosur. Se espera que con los resultados de la presente investigación se aliente a los procesadores a utilizar carne de cabra para la producción de productos cárnicos de alta calidad.

Recibido: 26/01/2022. Aceptado: 07/03/2022

[DOI PENDIENTE](#)

Palabras clave: Producto cárnico; Antioxidante natural; Evaluación sensorial; Almacenamiento en frío; Ácido graso omega-3.

Abstract

The aim of this research was to develop an innovative goat meat nugget by adding a linseed oil emulsion with Surinam cherry fruit extract as antioxidant and to evaluate quality characteristics during refrigerated storage. Hydroalcoholic extract of Surinam cherry fruits was lyophilized and added to the linseed oil emulsion, which was used to replace pork back-fat in goat meat nuggets. Sensorial parameters and the overall acceptability of meat products were evaluated. The formulation preferred by the consumers was characterized by determining the cooking yield, fat content, and lipid profile. Subsequently, the oxidative and microbiological stability of the product was evaluated during its storage in refrigeration. Results indicated that replacing pork back-fat for linseed oil emulsion increased fatty acid of nutritional interest as C18:2c, and C18:3 in the products, besides did not affect the taste or the overall acceptability of the nuggets and improve the tenderness. The addition of Surinam cherry extracts to linseed oil emulsion allowed to obtain better oxidative stability during refrigerated storage. Finally, the developed product could be considered low fat according to Mercosur regulations. The results of this research are expected to encourage processors to use goat meat for the production of high-quality meat products.

Keywords: Meat product; Natural antioxidant; Sensory evaluation; Cold Storage; Omega-3 fatty acid

INTRODUCCIÓN

En la industria cárnica, se añade grasa animal a los productos cárnicos para otorgarles características sensoriales deseables, lo que generalmente produce el aumento de ácidos grasos saturados (AGS) en estos productos, variando desde 31% a 42% (Ríos Mera y col., 2019; Heck y col., 2019). Dado que los consumidores asocian los AGS con enfermedades crónicas que se pueden prevenir con la dieta, más aún desde que la Organización Mundial de la Salud (2003) estableció las pautas dietéticas, la grasa de la dieta es uno de los factores más estudiados para la prevención de muchas enfermedades. Así los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (PUFA n3) son los AG más prometedores para reducir el riesgo de cáncer de mama, teniendo efecto además en el sistema nervioso, la presión arterial, la coagulación hemática, la tolerancia a la glucosa y los procesos inflamatorios (Zheng y col., 2013; Gammone y col., 2019). En consecuencia, la investigación en el campo de la tecnología de la nutrición y los alimentos está intentando mejorar el perfil de ácidos grasos de los productos cárnicos.

En este sentido, se han llevado a cabo diferentes estrategias para la incorporación de aceites con el fin de mejorar la composición de los productos cárnicos, siendo la sustitución de grasas animales por aceites vegetales o animales añadidos directamente o emulsionados la más utilizada (Jiménez-Colmenero y col., 2015; Pateiro y col., 2019; Romero y col., 2019).

Los sistemas de emulsión de aceite en agua (O/W) se elaboran para agregar componentes saludables a los productos cárnicos, por ejemplo, PUFA n3 o antioxidantes (Utama y col., 2018; Lima y col., 2021). Así Câmara y Pollonio (2015) utilizaron aceite de lino pre emulsionado para reemplazar parcialmente la grasa de cerdo en formulaciones comerciales de salchicha de Bolonia, obteniendo resultados satisfactorios en la evaluación sensorial para los productos que contenían hasta 3,95% de aceite de lino pre emulsionado. Utama y col., (2018) optimizaron una formulación de una emulsión aceite/agua compuesta por una mezcla de aceite de perilla y aceite de canola (30/70 p/p) para usarlas como sustituto de grasa animal en un producto cárnico tipo emulsión, obteniendo resultados favorables. Carballo Barros y col., (2020), emplearon una emulsión de aceite de chufa, con el fin de reducir la grasa total y los ácidos grasos saturados en hamburguesas de carne, consiguiendo una elevada aceptabilidad en aquellas muestras con total reemplazo de grasa vacuna por la emulsión utilizada. También Santos Lima y col., (2020), investigaron el efecto de la adición de aceite de lino pre emulsionado como sustitutivo de la grasa animal sobre las propiedades fisicoquímicas y la microestructura de la salchicha de oveja, obteniendo resultados favorables en aquellas formulaciones con 40% de reemplazo de grasa con la emulsión. Por lo tanto, en estos sistemas cuando se requiere un aumento del contenido de ácidos grasos n3 como estrategia promotora de la salud en la reformulación del producto, es necesaria la adición de antioxidantes, particularmente en el caso de un producto cárnico reformulado enriquecido en omega-3 (Navas-Carretero y col., 2015; Alejandre y col., 2019). En este sentido, la Pitanga (*Eugenia uniflora* Linnaeus) es una especie de planta nativa argentina cuyo contenido de antioxidantes está bien documentado y se utilizó, por ejemplo, para prevenir la oxidación de lípidos y mioglobina y mejorar la estabilidad en frío de la carne de res cruda (Lorenzo y col.,2018; de Carvalho y col.,2019).

A diferencia de la carne vacuna, la carne de cabra es magra, baja en grasas y ácidos grasos saturados, y alta en ácidos grasos insaturados como el linoleico y el oleico, que han demostrado poseer propiedades hipocolesterolémicas. Además, la carne de cabra tiene niveles de proteína comparables a los de la carne de res, cordero y ternera preparados de manera similar. Por estas razones más personas incluyen la carne de cabra y sus derivados en sus dietas (Malekian y col., 2014), siendo la carne de cabra una alternativa para la elaboración de productos cárnicos saludables destinados a satisfacer la demanda de los consumidores actuales. Se encuentra escasa información, particularmente en el caso de productos de cabra reformulados enriquecidos en PUFA n3 y antioxidantes naturales, y solo los extractos acuosos de hojas de Pitanga se evaluaron como antioxidantes en la estabilidad de las empanadas de res bajo almacenamiento en frío (Vargas y col., 2016). Esta investigación formó parte de un proyecto desarrollado en nuestra universidad denominado: Desarrollo de productos cárnicos funcionales aptos para celíacos con aditivos procedentes de recursos regionales. Por lo tanto, en esta primera parte de la investigación el objetivo fue desarrollar bocaditos de carne de cabra mediante la adición de una emulsión de aceite de lino con extracto de fruta de Pitanga como antioxidante, y evaluar las características de

calidad durante el almacenamiento refrigerado. Este trabajo puede alentar a los procesadores de carne a utilizar carne de cabra para la producción de productos cárnicos de alta calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La carne de cabra (agua 76.40g; proteínas 19.30 g/100g; grasa total 4.3 g/100g), la grasa de cerdo y la sangre bovina (utilizada para la obtención de plasma bovino deshidratado) fueron donados gentilmente por un establecimiento local, de modo de garantizar la calidad higiénico-sanitaria de las materias empleadas en el estudio. El aceite de lino, mezclas de especias (ajo deshidratado, perejil, orégano, chile, pimienta negra molida, tomillo y laurel) y material de empanado seco (hojuelas de maíz molidas) se compraron en un mercado local y se usaron sin modificaciones. Los frutos de pitanga se recolectaron de árboles ubicados cerca de la Universidad Nacional del Chaco Austral (Provincia del Chaco, Argentina). Los ésteres metílicos estándar de ácidos grasos (Supelco® 37 Components FAME Mixture) y el trifluoruro de boro / metanol se adquirieron en Sigma-Aldrich (EE. UU.); sustancias reactivas con ácido tiobarbitúrico (TBARS) y butilhidroxianisol (BHA) de Merck (Alemania); ácido tricloroacético (TCA) de Biopack (Argentina); cloroformo y metanol de Cicarelli (Argentina). Todos los demás reactivos y productos químicos utilizados fueron de calidad analítica.

Preparación de extracto de fruta liofilizado (EFL)

Las frutas completamente maduras de Pitanga se lavaron con agua apta para consumo humano, luego se separaron la pulpa y la piel de las semillas y se homogeneizaron con una batidora de mano. El procedimiento de extracción se realizó mezclando 30 g de pulpa homogeneizada con 50 ml de solución de metanol: agua (70:30; v / v). La mezcla se agitó durante 12 h a 30 °C en un baño de agua con agitación. El extracto se obtuvo filtrando a través de papel de filtro Whatmann N ° 4. El residuo se extrajo tres veces con 50 ml de solución de metanol: agua. Todas las extracciones se combinaron y el metanol se evaporó a 50 ° C en un evaporador rotatorio. Finalmente, el extracto concentrado se liofilizó (L-I-E300-CRT, Rificor, Argentina) y se almacenó a 8 ° C.

Caracterización de extractos de frutas liofilizados

Para evaluar el potencial antioxidante del extracto, el contenido total de polifenoles (TPC), la actividad captadora de radicales DPPH (RSA) y la actividad captadora de radicales ABTS, se disolvió 1 mg de extracto liofilizado en 10 ml de solución de etanol: agua (80:20, v/v). A partir de esta solución se determinó:

Contenido total de polifenoles

La determinación de CTP se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, según Kalogeropoulos y col., (2010), la metodología detallada se puede encontrar en Romero y col., (2014). La absorbancia se midió a 735 nm utilizando un espectrofotómetro (Evolution 600 UV-Vis, Thermo Scientific). Se utilizó ácido gálico (AG) para preparar la curva de

calibración. La concentración de compuestos polifenólicos totales se expresó como mg AGE / kg de materia seca.

Actividad de eliminación de radicales DPPH y ABTS

La actividad captadora de radicales DPPH y ABTS se determinó mediante el método descrito por Siddhuraju y col., (2002), la metodología detallada se puede encontrar en Romero y col., (2014). La absorbancia se midió a 735 nm (DPPH) y 516 nm (ABTS) utilizando un espectrofotómetro (Evolution 600 UV-Vis, Thermo Scientific). En ambas pruebas, se utilizó ácido ascórbico (AA) para establecer la curva de calibración y RSA se expresó como mg AAE / kg de materia seca.

Preparación de la emulsión de aceite de lino (EAL)

La sangre bovina se centrifugó siguiendo el procedimiento indicado por Fernández y col., (2021) a 2500 x g medidos en el fondo del tubo, 2°C, 15 min (Hettich Zentrifugen®, Rotina 380 R, Alemania) y las fracciones resultantes se denominaron plasma bovino (PB) y paquete celular (PC). Las fracciones se liofilizaron por separado (temperatura de congelación: -46°C, 4 horas; nivel de vacío: 0,015 bar; temperatura de sublimación: -35 a 25 ° C; tiempo total: 72 h. Rificor®, Modelo LI-2e260-Cr, Argentina) con la intención de reutilizar todo el residuo. Así, se prepararon diferentes mezclas de estas fracciones denominadas agentes emulsionantes, las cuales se mezclaron con una cantidad determinada de aceite de lino, y se determinó, a partir de cada una de las emulsiones así formadas el índice de actividad emulsionante, el índice de estabilidad emulsionante, el índice de cremado y el nivel de oxidación lipídica alcanzada (datos no mostrados). La emulsión preparada con agente emulsionante compuesto por 84% p / p de plasma bovino y 16% p / p del paquete de glóbulos rojos fue la más estable física y químicamente, por lo que posteriormente se empleó como sustituto de grasa cerdo en la elaboración del producto cárnico como se indica a continuación: 90% p / p de fase acuosa, que contenía 10% p / p del agente emulsionante y 1,2% p / p de EFL se mezcló a alta velocidad con la fase oleosa añadida lentamente (18000 rpm, 5 min., T25 Ultra-turrax®, IKA Inc., Alemania) hasta la dispersión total.

Formulación y evaluación sensorial de bocaditos de carne de cabra

La aceptación por parte de los consumidores es uno de los principales factores a considerar a la hora de incorporar un nuevo ingrediente a un producto alimenticio, por lo que se realizó una evaluación sensorial. Se desarrollaron tres formulaciones de bocaditos de carne de cabra (BCC) en una planta piloto bajo estrictas normas de higiene y buenas prácticas de fabricación según el Código Alimentario Argentino (2005). La carne de cabra se eliminó de toda la grasa subcutánea y se procesó usando una picadora procesadora doméstica (Philips® 7627, 650 Watts), luego se mezcló con grasa de lomo de cerdo, emulsión de aceite de lino, sal común y mezcla seca de especias vegetales de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Formulaciones ensayadas¹ para la evaluación sensorial del extracto liofilizado de Pitanga y emulsión de aceite de lino como posibles sustitutos de grasa animal en bocaditos de carne de cabra

	BCC-C	BCC-10	BCC-20
Carne de cabra	77.80	77.68	77.56
Grasa de cerdo	20.00	10.00	0.00
Emulsión de aceite de lino ²	0.00	10.00	20.00
NaCl	1.20	1.20	1.20
Mezcla de condimentos	1.00	1.00	1.00

¹ Ingredientes en g / 100 g producto.

² Adicionada con extracto de fruta liofilizado (1.2% w / w)

Con el fin de observar el uso potencial del extracto liofilizado de Pitanga (EFL) como antioxidante natural y el uso potencial de la emulsión de aceite de lino (EAL) como sustituto de grasa animal en bocaditos de carne de cabra (BCC), se realizó una evaluación de optimización sensorial contra un control formulado con grasa de lomo de cerdo (BCC-C). La emulsión de aceite de lino se preparó según lo indicado anteriormente. En el bocadito control (BCC-C) se agregaron 20 g de grasa de lomo de cerdo / 100 g de producto, mientras que en las otras dos formulaciones se sustituyó la grasa de lomo de cerdo al 50% p / p (BCC-10) y 100% p / w (BCC-20) niveles por EAL (Tabla 1). Se añadieron a los productos sal refinada (1.2% p / p) y una mezcla de especias (1% p / p). En cada tratamiento se homogeneizó carne picada, lomo de cerdo o emulsión de lino, sal y especias en la procesadora durante 2 min. Los bocaditos (25 g por porción) se formaron realizando un empanado con cereal molido y se cocinaron en un horno de aire caliente (15 min a 180 ° C), hasta alcanzar una temperatura interna de 72 ° C en el centro térmico de muestras para asegurar la calidad microbiológica. La temperatura interna se controló usando un termómetro de punción (Testo modelo 925, Lenzkirch, Alemania).

El mismo día de fabricación del producto se realizó una evaluación sensorial y se realizó una prueba de comparación múltiple en productos cocidos para evaluar posibles cambios ocasionados por la sustitución de ingredientes y determinar la existencia de diferencias sensoriales perceptibles en color, olor, sabor, ternura, jugosidad, aceptabilidad general e intención de compra entre los bocaditos de Control (BCC-0), BCC-10 y BCC-20. Dado que la universidad no cuenta con un panel entrenado para evaluación sensorial de alimentos, las muestras se codificaron con números de tres dígitos y se sirvieron a consumidores habituales de estos productos: carne de cabra y bocaditos de carne, en platos de plástico blanco, en cabinas individuales. En la evaluación participaron un total de 100 consumidores,

evaluadores no entrenados, a quienes se presentaron tres muestras y se les pidió que evaluaran muestras de acuerdo con Romero y col., (2018). Se recolectaron puntajes y el análisis estadístico de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza, en el cual se asignaron valores numéricos a los términos descriptivos del cuestionario (Poyato y col., 2015).

Rendimiento y perfil lipídico de los bocaditos de carne de cabra

Una vez realizada la evaluación sensorial, la formulación preferida por el panelista se caracterizó determinando el rendimiento de cocción, el contenido de grasa y el perfil de lípidos. Los resultados se compararon con los bocaditos de control. Se determinó el rendimiento de cocción de los bocaditos, el día 0 según la ecuación (1).

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left[\frac{\text{peso del bocadito cocido (g)}}{\text{peso del bocadito crudo (g)}} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación (1)}$$

El contenido de grasa se determinó de acuerdo con el método Bligh y Dyer (1959) utilizando BHA como antioxidante. El perfil lipídico se determinó mediante cromatografía gaseosa mediante separación de ésteres metílicos. Los ésteres metílicos de ácidos grasos se prepararon de acuerdo con el método AOAC 969.33 (AOAC 1998) y se cuantificaron con un cromatógrafo de gases de Agilent Technologies equipado con una columna capilar Supelco 2340 de 60 m y un detector FID de acuerdo con Romero y col., (2018).

Análisis de bocaditos de carne de cabra durante el almacenamiento refrigerado

Oxidación de lípidos

Una vez realizada la evaluación sensorial, se determinó la influencia del extracto liofilizado de Pitanga como antioxidante natural en la formulación de bocaditos de cabra. La oxidación de lípidos durante el almacenamiento refrigerado de bocaditos de BCC20 se comparó con los bocaditos de control (BCC-C), formuladas sin adición de antioxidantes, y con bocaditos formuladas con 0.01% p / p de butil-hidroxianisol (BHA) como control positivo (BCC-BHA). Los bocaditos (25 g por porción) se formaron, cocinaron y empacaron en bolsas permeables al oxígeno (2000 cm³ / m² día) utilizando una máquina empacadora (RAPI-VAC S-750[®], SERVIVAC S.R.L., Buenos Aires, Argentina). Las muestras se almacenaron a 4 ° C y se analizaron a los 0, 4, 8 y 12 días.

La oxidación de lípidos se evaluó mediante el método de sustancia reactiva con ácido tiobarbitúrico (TBARS) descrito por Freire y col., (2016). Brevemente, se homogeneizaron 5 g de cada muestra en 35 ml de ácido tricloroacético 75 g / L durante 30 s a alta velocidad usando un mezclador (Ultra-turrax[®], IKA Inc., Alemania). La muestra del mezclador se centrifugó (Hettich Zentrifugen[®], Rotina 380 R, Alemania) a 4000 rpm durante 5 min, luego se mezclaron 5 ml del sobrenadante con 5 ml de ácido tiobarbitúrico 20 mmol L. Finalmente, la solución de color rosa que se formó se midió a 532 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific UV-Vis, Evolution 600). Los TBARS se expresaron como mg de Malondialdehído (MDA) por kg de grasa en muestras utilizando 1, 1, 3, 3-tetrametoxipropano (TEP) como estándar.

Determinación de pH y recuentos microbiológicos

El pH se determinó cinco veces utilizando un medidor de pH de punción (SATIA S.R.L.).

Para el recuento total de la determinación de bacterias mesófilas, se tomaron asépticamente diez gramos de cada muestra y se transfirieron un erlenmeyer con 90 ml de agua de peptona estéril para homogeneizar. Se inocularon diluciones apropiadas del homogeneizado por duplicado en agar de recuento en placa (PCA) a 37°C durante 48 h. Los resultados se expresaron como número logarítmico de unidades formadoras de colonias por g de muestra (log UFC / g).

Análisis estadístico

Se llevaron a cabo dos experimentos independientes en las mismas condiciones y todos los ensayos se llevaron a cabo, al menos, por duplicado. Los resultados se analizaron utilizando el paquete de software Statgraphics Plus para Windows. Todos los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar. Las diferencias entre formulaciones se evaluaron con un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) utilizando las formulaciones como factor. Cuando el análisis fue estadísticamente significativo en el nivel $p < 0.05$, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan para separar las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del extracto liofilizado de Pitanga

El contenido fenólico total del extracto de fruta liofilizado se estimó en 13.485 ± 0.133 mg AGE / g de materia seca, mientras que la actividad de captura de radicales libres de los extractos de la fruta se estimó en 8.433 ± 0.079 mg AAE / g de materia seca para DPPH y 8.288 ± 0.470 mg AAE / g materia seca para ABTS. No se encontraron informes de la capacidad antioxidante de extractos similares, elaborados a partir de frutas, los valores encontrados en extractos corresponden a las hojas de Pitanga (Vargas y col., 2016). Se puede mencionar que el valor de compuestos fenólicos del extracto de fruta liofilizado fue similar al valor encontrado en un trabajo previo (11.21 ± 0.09 mg GAE / g de materia seca) para pulpa de fruta liofilizada, mostrando extracto liofilizado mayor actividad de captación de DPPH y ABTS que la pulpa liofilizada (Romero y col., 2020).

Evaluación sensorial de bocaditos de carne de cabra

Se elaboró una emulsión de aceite de lino con extractos de Pitanga como sustituto de la grasa animal, tocino, generalmente empleado en la elaboración de estos productos. La incorporación de nuevos ingredientes en productos cárnicos requiere una evaluación de aceptabilidad sensorial para su aprobación. Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) para el aroma, el sabor, la aceptabilidad general y la intención de compra entre el BCC20 y el bocadito control (BCC0). El color, jugosidad y terneza fue mayor para BCC20 que para el control ($p < 0.05$) (Fig. 1). La sustitución de la grasa de cerdo por la emulsión de aceite de lino añadida con extractos de Pitanga fue satisfactoria para los panelistas, por lo que esta emulsión podría ser un buen sustituto de

grasa para obtener bocaditos de cabra con un perfil lipídico más saludable y buenas características sensoriales. Resultados similares encontraron Hernández-García y col., (2018) cuando adicionaron flor de H. sabdariffa en un producto cárnico como la longaniza sin afectar la aceptación sensorial, indicando que productos cárnicos adicionados con compuestos naturales pueden ser comercializados.

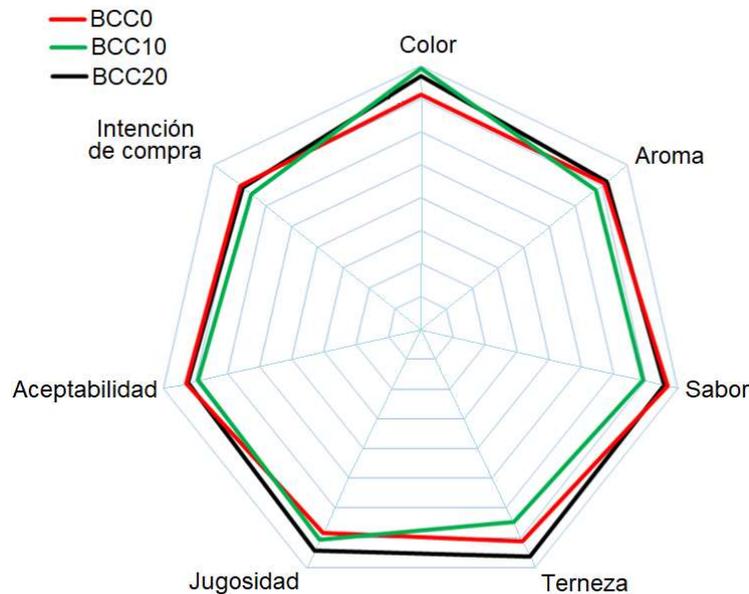


Fig. 1 Evaluación sensorial y aceptabilidad general de bocaditos de cabra bajos en grasa. Tratamientos: BCC-0: Bocadito de carne de cabra elaborado con 20% p/p tocino de cerdo; BCC-10: Bocadito de carne de cabra elaborado con 10% p/p de tocino dorsal de cerdo y 10% p/p de emulsión de aceite de lino; BCC-20: Bocadito de carne de cabra elaborado con emulsión de aceite de lino 20% p/p.

Rendimiento de cocción, contenido de grasa y perfil lipídico de los bocaditos de carne de cabra

El rendimiento de cocción (%) de los bocaditos de carne de cabra añadidas con un 20% p / p de EAL fue de 74.65 ± 1.01 . No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en comparación con el rendimiento de cocción obtenido para la pepita de control (73.80 ± 0.29).

Trabajos anteriores informaron que el contenido de grasa de los bocaditos de carne de cabra convencional era de alrededor del 10% (Das y col., 2015; Rajkumar y col., 2016). En este estudio, el contenido de grasa en los bocaditos de carne de cabra cocidas fue de alrededor de 3.02 ± 0.34 g de grasa / 100 g de producto. Según la normativa actual sobre declaraciones de propiedades nutricionales (Mercosur 2012), podría considerarse como un

"producto bajo en grasa" (no contenían más de 3 g de grasa por 100 g de producto) o como "producto reducido en grasa" (porque el contenido de grasa en estos productos se redujo más del 30% en comparación con un producto similar). Este resultado concuerda con los reportados por Alejandre y col., (2017) en bocaditos de carne bajas en grasa formuladas con un análogo de grasa de bajo contenido energético enriquecido en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga sobre la oxidación de lípidos y los atributos sensoriales.

El reemplazo de grasas en estos productos está diseñado para aumentar el contenido de ácidos grasos de interés nutricional como los ácidos grasos omega-3, con el fin de hacerlos más saludables. El perfil de ácidos grasos del producto elaborado se muestra en la Tabla 2. La adición de emulsión de aceite de lino mejora significativamente los ácidos grasos de los bocaditos de carne de cabra en comparación con la carne de cabra ($p < 0.05$), ya que los ácidos grasos de interés nutricional son C18: 2c y C18: 3, fueron más altos en BCC-20 que en carne de cabra. Esto concuerda con lo informado por Gómez-Estaca y col., (2019) quienes evaluaron la combinación de aceites saludables estructurados con metilcelulosa y oleogel de cera de abejas como sustitutos de la grasa animal en hamburguesas de cerdo bajas en grasa enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados. Es decir, las emulsiones empleadas en los productos fueron óptimas desde el punto de vista nutricional, con miras a su uso como ingredientes para la elaboración de productos cárnicos más saludables. En cuanto a los índices nutricionales, la AGS en el producto cocido se redujo en un 49% con respecto a la carne de cabra. En consecuencia, los bocaditos de carne de cabra bajos en grasa también podrían declararse como "grasas saturadas reducidas" (Mercosur 2012). El contenido de PUFA también mejoró en los bocaditos BCC-20 debido a valores más altos de ácidos linoleico y alfa-linolénico. El valor mínimo recomendado para la relación nutricional AGPI / AGS es 0,45 (Simopoulos 2004), aunque los bocaditos de BCC-20 muestran un valor superior para esta relación, aún son inferiores a los informados por Alejandre y col., (2017) en bocaditos de carne de res bajas en grasa formuladas con un análogo de grasa de bajo contenido energético enriquecido en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. La relación AGPI n-6 / n-3 es menor que 4, que es el valor recomendado (Wood y col., 2004), los valores encontrados para los bocaditos de BCC-20 fueron similares a los reportados por Freire y col., (2016) en salchichas con emulsiones dobles que contienen aceite de perilla. Es decir, las emulsiones empleadas en los productos fueron óptimas desde el punto de vista nutricional, con miras a su uso como ingredientes para la elaboración de productos cárnicos más saludables.

Tabla 2. Comparación del perfil lipídico de carne de cabra y de los bocaditos de carne de cabra elaborados con la emulsión de aceite de lino

Ácidos grasos	Carne de cabra	BCC-20
(10:0)	0.24 ± 0.001 b	ND a
(12:0)	0.73 ± 0.000 b	0.21 ± 0.002 a
(14:0)	6.61 ± 0.050 b	1.94 ± 0.010 a
(14:1)	0.38 ± 0.080 b	0.20 ± 0.003 a
(15:0)	0.80 ± 0.100 b	0.43 ± 0.010 a
(16:0)	25.52 ± 0.140 b	10.92 ± 0.090 a
(16:1)	2.66 ± 0.020 b	0.99 ± 0.010 a
(17:0)	2.01 ± 0.010 b	ND a
(17:1)	0.87 ± 0.010 b	0.17 ± 0.240 a
(18:0)	13.61 ± 0.010 b	7.81 ± 0.050 a
(18:1) t	1.42 ± 0.007 b	0.52 ± 0.020 a
(18:1) c	39.92 ± 0.04 b	22.71 ± 0.150 a
(18:2) t	0.29 ± 0.005 b	ND a
(18:2) c n6	2.91 ± 0.000 a	14.01 ± 0.010 b
(18:3) n3	1.62 ± 0.008 a	40.25 ± 0.004 b
CLA (18:2 9c 11t)	0.39 ± 0.003 b	ND a
(20:4) n6	ND a	1.01 ± 0.01 b
ΣSFA	49.52	21.31
ΣMUFA	45.25	24,59
ΣPUFA	5.22	55.27
PUFA/SFA	0.12	1.65
n6/n3	1.79	0.27

Los valores representan la media ± DS y están expresados como el porcentaje de los ácidos grasos identificados. ND no detectado.

Estabilidad oxidativa de bocaditos de carne de cabra durante el almacenamiento refrigerado

La oxidación de lípidos es un parámetro crucial para garantizar la estabilidad del contenido de ácidos grasos de interés nutricional. La oxidación de lípidos de los bocaditos se informa en la Tabla 3. Los resultados muestran que los bocaditos de BCC-20 presentaron valores de TBARS más bajos en comparación con los bocaditos de control ($p < 0,05$), aunque estos valores de TBARS fueron más altos que los observados en los bocaditos añadidos con BHA como antioxidante ($p < 0,05$). Los antioxidantes presentes en el extracto podrían ser suficientes para evitar un grado significativo de oxidación en los bocaditos, por lo que el extracto liofilizado de Pitanga podría ser un sustituto adecuado del antioxidante sintético. Gahruie y col., (2017) encontraron que la incorporación de extractos de antioxidantes naturales condujo a una reducción significativa de TBARS en hamburguesas de res. El caso contrario fue informado por Vargas y col., (2016) para extractos de hojas acuosas de Pitanga en empanadas de carne en almacenamiento en frío. Aksu y col., (2015) también informaron una disminución del valor de TBARS en los filetes de res con extracto de agua liofilizado de *Urtica dioica* L. Asimismo, Toledo, Hidalgo y Frago (2016) encontraron que reemplazar la grasa saturada con un oleogel de aceite de soja mejoró la rancidez oxidativa del producto cárnico elaborado, ya que la incorporación de aceite vegetal hizo que fuera menos propenso a la oxidación.

Tabla 3. Cambios en el contenido de TBARS de los bocaditos durante el almacenamiento refrigerado

Días	BCC-C	BCC -20	BCC -BHA
0	1.71 ± 0.001 c	0.06 ± 0.001 a	0.12 ± 0.030 b
4	1.46 ± 0.005 c	0.41 ± 0.050 b	0.13 ± 0.010 a
8	1.48 ± 0.090 c	0.44 ± 0.040 b	0.13 ± 0.001 a
12	1.89 ± 0.070 c	1.00 ± 0.130 b	0.13 ± 0.001 a

Los valores representan la media ± DS y están expresados mg MDA/kg graso.

BCC-C: bocadito de carne de cabra control, formulado sin antioxidantes; BCC-20: bocadito formulado con extracto liofilizado de *Eugenia uniflora*; BCC-BHA: bocadito formulado con butilhidroxianisol como control positivo de antioxidante.

abc Distintas letras en la misma fila indican diferencias significativas $p < 0.05$

Los valores de pH de los bocaditos de BCC-20 varían de 5,24 a 4,55 al inicio y al final del almacenamiento, respectivamente. Estos resultados son consistentes con otros reportados para productos cárnicos incorporados con extractos antioxidantes naturales (Gahruie y col.,

2017). En las muestras refrigeradas, la disminución de los valores de pH podría atribuirse a la multiplicación de bacterias aeróbicas en las muestras refrigeradas.

El procesamiento de la carne es de gran interés para los industriales ya que su higiene involucra a la población. Cuando se analizó la calidad microbiológica de los productos, se verificó que el recuento total de bacterias mesófilas osciló entre 0,97 y 1,97 log UFC / g, muy por debajo del límite establecido por el Código Alimentario Argentino para muestras refrigeradas (5 log UFC / g). Estos resultados indicarían que los productos son seguros y apropiados para el consumo.

CONCLUSIONES

Los bocaditos de carne de cabra pueden elaborarse con emulsiones de aceite de lino y extractos de frutas de Pitanga. La sustitución de la grasa del lomo de cerdo por la emulsión de aceite de lino aumentó los ácidos grasos de interés nutricional como C18: 2c y C18: 3 en los productos, además no afectó el sabor ni la aceptabilidad general de los bocaditos y mejoró la ternura. La adición de extractos de Pitanga a la emulsión de aceite de lino permitió obtener una mejor estabilidad oxidativa durante el almacenamiento refrigerado. Finalmente, el producto desarrollado podría ser considerado como “bajo en grasas” según la normativa del Mercosur y Código Alimentario Argentino. Se deben continuar los estudios del producto durante el almacenamiento congelado, ya que esta es su forma de comercialización frecuente, particularmente de la biodisponibilidad de los lípidos adicionados al producto.

ORCID

Mara C. Romero  <https://orcid.org/0000-0001-9624-9051>

Fabiana A. Rolhaiser  <https://orcid.org/0000-0001-7493-8550>

Carina Lorena Fernández  <https://orcid.org/0000-0003-2326-4589>

Ricardo Alejandro Fogar  <https://orcid.org/0000-0002-4990-7012>

María Alicia Judis  <https://orcid.org/0000-0002-0777-9921>

REFERENCIAS

- AKSU M.I., ALINEZHAD H., ERDEMIR E. (2015). Effect of lyophilized water extract of urtica dioica l. on the shelf life of vacuum-packaged beef steaks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 3059–3066.
- ALEJANDRE M., ANSORENA D., CALVO M.I., CAVERO R.Y., ASTIASARAN I. (2019). Influence of a gel emulsion containing microalgal oil and a blackthorn (*Prunus spinosa* L.) branch extract on the antioxidant capacity and acceptability of reduced-fat beef patties. *Meat Science*, 148: 219–222.
- ALEJANDRE M., PASSARINI D., ASTIASARÁN I., ANSORENA D. (2017) The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain

- polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes. *Meat Science*, 134:7–13.
- AOAC (1998). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th edn. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.
- BLIGH E.G., DYER W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911–917.
- CÂMARA A.K.F.I., POLLONIO M.A.R. (2015). Reducing animal fat in bologna sausage using pre-emulsified linseed oil: technological and sensory properties. *Journal of Food Quality* 38: 201–212.
- CARVALHO-BARROS J., MUNEKATA P.E.S., DE CARVALHO F.A.L., PATEIRO M., BARBA F.J., DOMÍNGUEZ R., TRINDADE M.A., LORENZO J.M. (2020). Use of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) oil emulsion as animal fat replacement in beef burgers. *Foods*, 9(1): 44.
- CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Ministerio de Salud. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/05/capitulo_vi_carneosact ualiz_2021-08.pdf
- DAS A.K., RAJKUMAR V., VERMA A.K. (2015). Bael pulp residue as a new source of antioxidant dietary fiber in goat meat nuggets. *Journal of Food Process Preservation*, 39:1626–1635.
- DE CARVALHO F.A.L., LORENZO J.M., PATEIRO M., BERMUDEZ R., PURRIÑOS L., TRINDADE M.A. (2019). Effect of guarana (*Paullinia cupana*) seed and pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2 °C. *Food research international*, 125: 108554.
- FERNÁNDEZ C.L., ROMERO M.C., ROLHAISER F., FOGAR R.A., DOVAL M.M. (2021). Fat substitutes based on bovine blood plasma and flaxseed oil as functional ingredients. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100365.
- FREIRE M., BOU R., COFRADES S., SOLAS M.T., JIMENEZ-COLMENERO F. (2016). Double emulsions to improve frankfurter lipid content: Impact of perilla oil and pork backfat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 900–908.
- GAHRUIE H.H, HOSSEINI S.M.H., TAGHAVIFARD M.H., ESKANDARI M.H., GOLMAKANI M.T., SHAD E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with Shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 1-10.
- GAMMONE M.A., RICCIONI G., PARRINELLO G., D’ORAZIO N. (2019). Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: Benefits and Endpoints in Sport. *Nutrients*, 11, 46.
- GÓMEZ-ESTACA J., PINTADO T., JIMÉNEZ-COLMENERO F., COFRADES S. (2019) Assessment of a healthy oil combination structured in ethyl cellulose and beeswax oleogels as

- animal fat replacers in low-fat, PUFA-enriched pork burgers. *Food and Bioprocess Technology*, 12: 1068–1081.
- HECK R.T., SALDAÑA E., LORENZO J.M., CORREA L.P., FAGUNDES M.B., CICHOSKI A.J., DE MENEZES C.R., WAGNER R., CAMPAGNOL P.C.B. (2019). Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile. *Meat Science*, 156, 174–182.
- HERNANDEZ-CARCIA E.M., GONZALEZ-DE LA CRUZ J.U., CRUZZ-LEYVA M.C., PEREZ-SANCHEZ C.C., GUZMAN CEFERINO J., RAMIREZ-MUÑOZ I.Y., DURAN-MENDOZA T. (2018). Hibiscus sabdariffa L. en un embutido cárnico y su efecto en las características fisicoquímicas, nutritivas, microbiológicas, y aceptación sensorial. *NACAMEH*, 12(2): 15-29.
- JIMENEZ-COLMENERO F., SALCEDO-SANDOVAL L., BOU R., COFRADES S., HERRERO A.M., RUIZ-CAPILLAS C. (2015). Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 44(2): 177–188.
- KALOGEROPOULOS N., YANNAKOPOULOU K., GIOXARI A et al (2010). Polyphenol characterization and encapsulation in β -cyclodextrin of a flavonoid-rich *Hypericum perforatum* (St John's wort) extract. *LWT-Food Science & Technology*, 43: 882–889. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.016>
- LIMA T.L.S., DA COSTA G.F., DA SILVA ARAÚJO Í.B., CRUZ G.R.B., RIBEIRO N.L., FILHO E.M.B., DOMINGUEZ M., LORENZO J.M. (2021) Pre-emulsified linseed oil as animal fat replacement in sheep meat sausages: Microstructure and physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation* 45(1): 1-10.
- LORENZO J.M., VARGAS F.C., STROZZI I., PATEIRO M., FURTADO M.M., SANT'ANA A.S., ROCCHETTI G., BARBA F.J., DOMINGUEZ R., LUCINI L., DO AMARAL SOBRAL P.J. (2018). Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. *Food Research International* (Ottawa, Ont.), 114: 47–54.
- MALEKIAN F., KHACHATURYAN M., GEBRELUL S., HENSON J.F. (2014). Composition and fatty acid profile of goat meat sausages with added rice bran. *International Journal of Food Science*.
- MERCOSUR (2012) MERCOSUR/GMC/RES. No 01/12: Reglamento técnico Mercosur sobre información nutricional complementaria. 1–18.
- NAVAS-CARRETERO S., SAN-CRISTOBAL R., AVELLANEDA A., PLANES J., ZULET M.A., MARTINEZ J.A. (2015). Benefits on body fat composition of isocalorically controlled diets including functionally optimized meat products: Role of alpha-linolenic acid. *Journal of Functional Foods*, 12: 319–331.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS, 2003). *Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades crónicas. Serie de Informes Técnicos 916. Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO.*
- PATEIRO M., DOMÍNGUEZ R., MUNEKATA P.E.S., BARBA F.J., LORENZO J.M. (2019). Lipids and fatty acids. In: *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds*, 107-137.
- POYATO C., ASTIASARÁN I., BARRIUSO B., ANSORENA D. (2015). A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability. *LWT - Food Science & Technology*, 62: 1069–1075.
- RAJKUMAR V., VERMA A.K., PATRA G., PRADHAN S., BISWAS S., CHAUHAN P., DAS A.K. (2016). Quality and acceptability of meat nuggets with fresh aloe vera gel. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 29(5): 702-708.
- RIOS-MERA J.D., SALDAÑA E., CRUZADO-BRAVO M.L.M., PATINHO I., SELANI M.M., VALENTIN D., CONTRERAS-CASTILLO C.J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288–295.
- ROMERO M.C., FOGAR R.A., DOVAL M.M., ROMERO A.M., JUDIS M.A. (2019). Optimisation of cooking properties of healthier beef patties and quality evaluation during frozen storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-10. DOI: 10.1007/s11694-019-00109-4.
- ROMERO M.C., FOGAR R.A., FERNÁNDEZ C.L., ROMERO A.M., JUDIS M.A. (2020). Effects of freeze-dried pulp of *Eugenia uniflora* L. and *Opuntia ficus-indica* fruits on quality attributes of beef patties enriched with n-3 fatty acids. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 1918–1926.
- ROMERO M.C., FOGAR R.A., ROLHAISER F., CLAVERO V.V., ROMERO A.M., JUDIS M.A. (2018). Development of gluten-free fish (*Pseudoplatystoma corruscans*) patties by response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 55: 1889–1902.
- ROMERO M.C., GARRO O.A., ROMERO A.M., MICHALUK A.G., DOVAL M.M., JUDIS M.A. (2014) Assessment of the Quality and Shelf-Life in Enriched n 3 PUFA Raw Beef Patties Using Dry Soybean Sprouts as Antioxidant. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 658–670.
- SANTOS LIMA T.L., DA COSTA G.F., DA SILVA ARAÚJO I.B., DA CRUZ G.R.B, RIBEIRO N.L., BELTRÃO FILHO .FM., DOMÍNGUEZ R., LORENZO .JM. (2020). Pre-emulsified linseed oil as animal fat replacement in sheep meat sausages: Microstructure and physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1).

- SIDDHURAJU P., MOHAN P.S., BECKER K. (2002). Studies on the antioxidant activity of Indian Laburnum (*Cassia fistula* L.): a preliminary assessment of crude extracts from stem bark, leaves, flowers and fruit pulp. *Food Chemistry*, 79: 61–67.
- SIMOPOULOS A.P. (2004). Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*, 20: 77–90.
- TOLEDO O., HIDALGO D.C, FRAGOSO M. (2016). Efecto sobre la textura instrumental al utilizar un oleogel como reemplazo de grasa en salchichas cocidas. *NACAMEH*, 10(1): 17-26.
- UTAMA D.T., JEONG H., KIM J., LEE S.K. (2018) Formula optimization of a perilla-Canola oil (O/W) emulsion and its potential application as an animal fat replacer in meat emulsion. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38: 580–592.
- VARGAS F.C., ARANTES-PEREIRA L., COSTA P.A., MELO M.P., AMARAL SOBRAL P.J. (2016). Rosemary and Pitanga aqueous leaf extracts on beef patties stability under cold storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59: 1-10.
- WOOD J.D., RICHARDSON R.I., NUTE G.R., FISHER A.V., CAMPO M.M., KASAPIDOU E., SHEARD P.R., ENSER M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66:21–32.
- ZHENG J.S., HU X.J., ZHAO Y.M., YANG J., LI D. (2013). Intake of fish and marine n-3 polyunsaturated fatty acids and risk of breast cancer: Meta-analysis of data from 21 independent prospective cohort studies. *BMJ*, 347:1–10.

Indizada o indexada en

