

ARTICULO REVISIÓN

Mejoramiento De La Calidad Microbiológica, Organoléptica Y Actividad Antioxidante En Los Productos Cárnicos Mediante Compuestos Vegetales

Improvement Of Microbiological And Organoleptic Quality And Antioxidant Activity In Meat Products Using Plant Compounds

***Aparicio Rojas Katherina^{1*}, Batista Ariadna², Chacón Pineda Omar³**

¹Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química, Estudiante de Maestría Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad Alimentaria. David-Chiriquí. Panamá.

* ✉ Correo electrónico: katherinaaparicio@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0009-5912-2268>

²Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química, Profesor y Coordinador del Programa Maestría Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad Alimentaria. Centro de Investigación de Productos Naturales y Biotecnología. David-Chiriquí. Panamá.

✉ Correo electrónico: aribat20@hotmail.com;  <https://orcid.org/0009-0006-1604-9046>

³Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química, Profesor. David-Chiriquí. Panamá.

* ✉ Correo electrónico: chaconpineda05@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0008-0877-906X>

Recibido: 20/marzo/2026/ Aprobado: 18 mayo/2026; Publicado: 30/junio/2026

RESUMEN

El deterioro microbiano y las reacciones oxidativas de los productos cárnicos son problemas importantes porque disminuyen la vida de anaquel, lo que puede conllevar a enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs), siendo una amenaza para la salud de los consumidores. Se requieren evaluar nuevos ingredientes alternativos, funcionales y naturales, para minimizar los posibles riesgos a la salud humana. Actualmente los consumidores optan por adquirir alimentos más naturales y saludables, con menos aditivos sintéticos. Dada esta

*Autor a quien debe dirigirse la
correspondencia Aparicio-Rojas Katherina.
E-mail: katherinaaparcio@gmail.com

Como citar: Aparicio-Rojas, K., Batista, A. & Chacón, O. (2026). Mejoramiento de la calidad microbiológica, organoléptica y actividad antioxidante en los productos cárnicos mediante compuestos vegetales. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Volumen 24 (1), p 161 -181.



situación, se realizó una búsqueda bibliográfica exploratoria, que enmarcó investigaciones para mejorar las características microbiológicas, organolépticas y antioxidantes en la conservación de los productos cárnicos; utilizando frutas, hojas, flores o vegetales, por ejemplo saril, arándano rojo, tomate, cáscara de frutas, maracuyá, apio, u otros; los cuales contienen compuestos bioactivos que pueden ser beneficiosos al emplearlos como ingredientes para formular productos cárnicos por su actividad antimicrobiana y antioxidante.

Palabras clave: actividad antioxidante, microorganismos, productos cárnicos, vegetales.

ABSTRACT

Microbial spoilage and oxidative reactions in meat products are significant problems because they reduce shelf life, which can lead to foodborne illnesses (FBIs), posing a threat to consumer health. There is a need to evaluate new alternative, functional, and natural ingredients to minimize potential risks to human health. Currently, consumers are opting to purchase more natural and healthier foods with fewer synthetic additives. Given this situation, an exploratory literature review was conducted, focusing on research aimed at improving the microbiological, organoleptic, and antioxidant properties in the preservation of meat products; using fruits, leaves, flowers, or vegetables, such as sarsaparilla, cranberry, tomato, fruit peels, passion fruit, celery, or others; which contain bioactive compounds that may be beneficial when used as ingredients in meat product formulations due to their antimicrobial and antioxidant activity.

Key words: antioxidant activity, microorganisms, meat products, vegetables.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de conservantes en el procesamiento de productos cárnicos contribuye al mantenimiento de las características de calidad y seguridad durante la vida útil (Bonadio *et al.*, 2022). En este contexto la industria alimentaria incorpora diversos aditivos alimentarios, definidos como ingredientes con funciones tecnológicas que mejora la estabilidad, apariencia y aceptación de los alimentos, más allá del su valor nutricional (FAO, 2024). Estos compuestos permiten evitar pérdidas asociadas a reacciones químicas degradativas, deterioro o presencia de microorganismos patógenos, que representan una causa importante de mermas económicas para las industrias cárnicas (Gélvez-Ordoñez, Rolón-Moreno, y Caballero-Pérez, 2023; Coimbra *et al.* 2022; Zahid *et al.* 2019).

Entre los aditivos sintéticos autorizados por organismos internacionales como la FDA y el Codex Alimentarius están los nitritos y nitratos, cuyo uso está regulado para límites de ingesta diaria (0.07 mg/kg/día y 3.7 mg/kg/día) (Cenci-Goga *et al.*, 2020; FAO, 2017). Estos compuestos son muy utilizados por sus funciones sensoriales; aportando color, sabor, aroma, así como por su capacidad para inhibir el crecimiento de

Clostridium botulinum (Flores y Toldrá, 2021). No obstante, Li *et al.* (2021) señalan que la presencia en alimentos procesados se ha asociado con efectos adversos en la salud del consumidor, lo que ha impulsado un aumento por productos cárnicos elaborados con ingredientes naturales. Esto ha motivado líneas de investigación para el desarrollo de alternativas al empleo de sales de nitrito (Shi *et al.*, 2024).

En este marco, muchas fuentes naturales como frutas, vegetales, hierbas y especias tienen compuestos bioactivos como fenoles, flavonoides, carotenoides, vitaminas y péptidos con actividad antioxidante y antimicrobiana (Ji *et al.*, 2024; Pinto *et al.*, 2023). Se ha demostrado que los compuestos fenólicos pueden inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos por mecanismos relacionados con alteraciones en la membrana celular o la disminución del pH (Beya *et al.*, 2021).

Por otra parte, la oxidación lipídica es uno de los principales problemas que afectan a la calidad de los productos cárnicos, deteriorando atributos como el color, aroma, textura y valor nutricional, además de disminuir la vida útil (Zhou *et al.*, 2022). Este proceso puede ser favorecido por componentes intrínsecos del músculo, como

el hierro, la mioglobina y los peróxidos, así como por factores externos como la exposición a la luz o ciertos tipos de radiación (Domínguez *et al.*, 2021). En este sentido, los antioxidantes juegan un papel clave al reaccionar con radicales libres o inhibir enzimas que los generan, reduciendo el daño oxidativo y mejorando la estabilidad sensorial de los productos cárnicos (Blanco Acosta, *et al.*, 2023; Uzombah, 2022; Domínguez *et al.*, 2019).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo aportar una revisión actualizada de investigaciones científicas con posibles alternativas para el mejoramiento de la calidad microbiológica, organoléptica y actividad antioxidante en los productos cárnicos mediante el uso de compuestos de origen vegetal.

Mejoramiento De Los Productos Cárnicos Usando Flores, Frutos, Hojas

-Mejoramiento de la calidad microbiológica

Una planta floral con alto potencial es el saril (*Hibiscus sabdariffa*), ya que contiene compuestos antioxidantes y antimicrobianos; siendo una opción como ingrediente en la elaboración de productos cárnicos (Panaitescu y Lengyel, 2017).

Al respecto, Portillo-Torres *et al.* (2019) determinaron el efecto antimicrobiano del ácido hibisco obtenido de los cálices de saril contra las cepas de *Salmonella* multirresistentes y *Escherichia coli*, demostrando que su efecto antimicrobiano fue mayor ($p < 0.05$) comparativamente con el extracto acetónico del mismo; también afirmaron que se debe seguir investigando, ya que esta planta posee un conjunto de ácidos orgánicos los cuales también se le atribuye ese poder bactericida.

De hecho, los autores Yousif y Makki, (2020) utilizaron saril para medir el número total de bacterias y bacterias psicrofílicas y prolongar la vida útil de la kofta de pollo almacenadas en frío. Los resultados indican que el número total de bacterias conservadas en refrigeración para el segundo día en los tratamientos con concentraciones de saril (0.5, 1 y 1.5 %) alcanzó 3.7×10^5 , 3.4×10^5 y 3.3×10^5 (UFC/g) y para el control fue de 5.7×10^5 (UFC/g). Para el día 12 los tratamientos se mantuvieron dentro de los límites estándares (9.0×10^7 , 8.5×10^5 y 8.0×10^7 UFC/g) mostrando que se prolongó la vida de anaquel; contrariamente al control que fue eliminado al séptimo día, ya que el número total de bacterias superaban el límite permitido según la norma. Cabe destacar que la concentración de saril más efectiva fue al 1.5%.

De forma similar, Márquez-Rodríguez *et al.* (2020) reportan el uso de extractos fenólicos de saril, contra las bacterias patógenas *Escherichia coli*, *Salmonella* entérica serovar *Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus cereus*. Dichos extractos se rociaron sobre la superficie de los filetes de res; con concentraciones de 250, 500, 750, 1000 y 1250 mg/L de extracto fenólico almacenado a 4 ± 1 °C por 10 días. Con la concentración del extracto a 750 mg/L se obtuvo el mayor efecto antimicrobiano con un promedio de 6.6×10^6 UFC/g de carne de mesófilos y 1.26×10^5 UFC/g de carne psicrófilos. Los resultados finales indican que el control tenía la mayor concentración de microorganismos con 3.46×10^9 UFC/g de carne.

En el caso de la fruta de maracuyá es rica en vitamina A y C, carotenoides y algunos polifenoles pudiéndose integrar a los productos cárnicos (Hernández-Santos *et al.*, 2015). En el estudio de Ramli *et al.* (2020) utilizaron extracto de cáscara de maracuyá en carne envasada; donde la capacidad antimicrobiana del extracto muestra una actividad antimicrobiana ($P > 0.05$) contra tres cepas *E. coli*, *Serratia* y *Aureus* demostrando que se puede utilizar en la industria cárnica como posible aditivo natural en sustitución de los sintéticos, porque tiene

propiedades antioxidantes y antimicrobianas.

El arándano rojo (*Vaccinium macrocarpon*) es muy consumido por sus propiedades medicinales, y tiene compuestos como flavonoides y ácido fenólico entre otros que son beneficiosos para la salud pudiéndose utilizar en la fabricación de productos cárnicos (Caillet *et al.*, 2012; Välimaa *et al.*, 2007). Por consiguiente, Mantzourani *et al.* (2022) aplicaron en albóndigas de carne de cerdo almacenado a (4 °C), extractos acuosos de arándanos y granada (2% p/v) más aceites esenciales de tomillo y orégano (0.150 µg/g), solos o combinados entre ellos.

En este estudio se observó que el crecimiento de *Enterobacteriaceae* se inhibió al aplicar extracto acuoso de granada más aceite de orégano y de tomillo, sin embargo, los tratamientos (extracto acuoso de granada más aceite de orégano y extracto de arándano más aceite de tomillo) fueron más efectivos para levaduras. En cuanto a *Staphylococcus spp.* se inhibió al combinar los extractos de arándano con aceite de tomillo y orégano. Todas las poblaciones de grupos microbianos disminuyeron al aplicar aceite de orégano y tomillo; lo que indica que las combinaciones de extractos vegetales y aceites de tomillo y orégano pueden sustituir los antioxidantes sintéticos.

La tuna del nopal (*Opuntia ficus indica*) originaria de Centroamérica, tiene propiedades medicinales y antimicrobiana pudiéndose integrar en los productos cárnicos (Oniszczyk *et al.*, 2020; Melgar *et al.*, 2017). Por ejemplo, Parafati *et al.* (2019) emplearon extracto de tuna en hamburguesas de carne bovina almacenadas por 8 días a 4 °C; los parámetros microbiológicos evidenciaron que al final del almacenamiento existe un efecto conservante del extracto de tuna añadido directamente, disminuyendo significativamente ($p < 0.05$) los recuentos de bacterias mesófilas, *Enterobacteriaceae* y *Pseudomonas* spp.

cáscara de naranja, la aceptabilidad del producto mejoró.

-Mejoramiento de la calidad organoléptica. Los subproductos cítricos, como la cáscara de naranja, se puede usar en productos cárnicos, porque es considerada una fuente rica de compuestos fenólicos. Mahmoud *et al.* (2017) utilizaron polvo de cáscara de naranja como ingrediente en la hamburguesa de carne de res en concentraciones de 2.5, 5.0, 7.5 y 10%. La adición de este ingrediente causó un aumento significativo ($p < 0.05$) en la luminosidad (L) y en la coordenada de b^* (tendencia al amarillo); mientras que la coordenada de a^* (tendencia al rojo) disminuyó significativamente ($p < 0.05$). Asimismo, al emplear 5% de polvo de

Tabla 1. Coordenadas de color de las hamburguesas con polvo de cáscara naranja

Tratamientos	L	a*	b*
0% (Control)	40.49±2.0 ^a	12.22±0.02 ^a	11.92±0.02 ^e
2.5%	41.36±3.0 ^e	10.47±0.03 ^e	14.26±0.02 ^d
5.0%	40.1±2.0 ^c	11.14±0.12 ^d	18.06±0.51 ^c
7.5%	39.50±1.77 ^d	11.45±0.02 ^c	21.23±0.16 ^a
10.0%	38.17±2.0 ^e	11.83±0.02 ^b	20.78±0.02 ^e

Fuente: Elaboración propia a partir de Mahmoud *et al.* (2017). Las medias dentro de una misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes. (p < 0,05). L: Luminosidad; a*: tendencia a rojo; b*: tendencia al amarillo.

Los subproductos de frutas son aplicables como aditivos alimentarios porque ofrecen beneficios nutricionales siendo ricos en antioxidantes. De igual manera, Aliyari *et al.* (2020) investigó la sustitución parcial de nitrito por extractos de cáscara de granada y cáscara verde de pistacho utilizando (250, 500, 750, 1000 y 1250 ppm) de ambos extractos y (100, 80, 60, 40 y 0 ppm) de nitrito en salchichas de res almacenadas por 30 días a 4 °C. En la evaluación del color la coordenada de luminosidad (L) disminuyó significativamente (P < 0.05) con la adición de extracto de cáscara de granada en todos los tratamientos de granada en comparación con el control.

En cuanto a las coordenadas de color los autores reportaron que los tratamientos de cáscara de pistacho 250 ppm y 100 ppm de nitrito el valor de L fue significativamente (P < 0.05) menor que el control; siendo su valor más alto entre todos los tratamientos el de 1250 ppm y 0 de nitrito.

En relación con la coordenada a* (tendencia a rojo), ésta disminuyó significativamente en todas las muestras de cáscara de granada y pistacho, excepto el tratamiento de cáscara de pistacho 250 ppm y 100 ppm de nitrito que no tuvo diferencias significativas en comparación con el control. Para la coordenada b* (tendencia a amarillo), los extractos de cáscara de granada fueron significativamente menor que el del control, en comparación con los tratamientos de extracto de cáscara verde de pistacho que no tuvieron diferencias significativas, a excepción de ambos extractos con 1250 ppm y 0 de nitrito que tuvieron el valor de b* más alto entre los tratamientos y el control. Los autores expresaron que con la disminución a 40 ppm de nitrito se obtuvo el color deseado principalmente con los tratamientos de extracto de cáscara verde de pistacho.

Finalmente, en la evaluación sensorial los tratamientos con 250, 500 y 750 ppm de ambas frutas y nitrito (100, 80 y 60 ppm)

obtuvieron las puntuaciones más altas de sabor y olor, por lo que no tuvieron diferencias significativas con respecto al control ($P < 0.05$). Los autores indicaron que se puede reducir la dosis de nitrito a 60 ppm y 750 ppm de ambos extractos porque no cambiaría la aceptabilidad de las salchichas.

De igual manera, la Pitahaya roja es de interés como ingrediente en los productos cárnicos, debido a su color rojo púrpura, su actividad antioxidante y su alto contenido de compuestos bioactivos como polifenoles y betacianinas (Ramli, *et al.*, 2014). En este sentido, Bonadio *et al.* (2021) estudiaron los efectos del extracto de pitaya (250, 500 y 1000 mg/kg), eritorbato de sodio (500 mg/kg) y control, en hamburguesas de cerdo almacenadas por 18 días a 2 °C. Los resultados de la coordenada de luminosidad indican que los días 0 y 18 de almacenamiento, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

El tratamiento de 1000 mg/kg presentó los valores más altos en la coordenada de a^* , seguido de los tratamientos 500 y 250 mg/kg en todos los periodos analizados, demostrando que el extracto de pitaya aumentó el enrojecimiento en las hamburguesas.

En general, los valores de la coordenada de b^* disminuyeron para todos los tratamientos a medida que avanzaba el tiempo de almacenamiento.

Los resultados del análisis sensorial indican que se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para el color entre los diferentes tratamientos de las hamburguesas. Para los otros atributos, como el olor, el sabor, la textura y la aceptación general, los panelistas puntuaron de forma similar en todos los tratamientos indicando que se mantuvieron por encima del límite de aceptabilidad. Por último, en la prueba de preferencia, el tratamiento de 1000 mg/kg fue el más aceptado ($P < 0.05$), mientras que el control fue el menos escogido.

-Mejoramiento de la actividad antioxidante

La granada (*Punica granatum L.*) es una excelente fuente de antioxidantes, particularmente su cáscara, donde se concentran diversos compuestos fenólicos (Zhao y Yuan, 2021). En este sentido, Firuzi *et al.* (2019) evaluaron el efecto del extracto de granada blanca, roja y cáscara en salchichas Frankfurter, almacenadas durante 60 días a 4 °C. Los tratamientos incluyeron: nitrito 120 ppm, butilhidroxitolueno (BHT) (100 ppm), extracto

de cáscara de granada blanca y roja (10 mg), concentrado de jugo de granada roja, blanca + una mezcla de extracto de polvo de cáscara de granada roja y blanca a una concentración de 35.38, 42.00 y 17.25 mg/kg y un control sin aditivos.

Los resultados mostraron que el valor del peróxido comenzó a disminuir después de 39 días de almacenamiento, evidenciando una formación de hidroperóxidos más lenta que su descomposición en productos de oxidación secundaria. Durante todo el periodo experimental, los tratamientos con BHT, nitrito, concentrado de jugo de granada blanca y roja, y polvo de cáscara de granada exhibieron valores de peróxido más bajos que los del control durante todo el período del estudio. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos con BHT y nitrito respecto a aquellos con polvo de cáscara de granada y concentrados de jugo de granada blanca y roja.

Asimismo, los tratamientos con BHT, nitrito, polvo de cáscara de granada y el concentrado de jugo de granada blanca y roja disminuyeron significativamente ($P < 0.05$) los valores de TBARS a lo largo del periodo de almacenamiento en comparación con el control. Los tratamientos que tenían extracto de polvo de cáscara de granada

mostraron valores de TBARS más bajos que los BHT, nitrito y concentrado de jugo de granada blanca y roja. En este estudio el mejor comportamiento lo obtuvo el extracto de polvo de cáscara de granada.

Por otra parte, la palma de Açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) es muy estudiada por su pulpa, ya que tiene una alta actividad antioxidante, compuestos fenólicos y flavonas, aplicable a productos alimenticios (Gordon *et al.*, 2012). Por lo tanto, Bonadio *et al.* (2022) utilizaron polvo de extracto de Açaí (250, 500 y 750 mg/kg) y eritorbato de sodio (500 mg/kg), en hamburguesas de cerdo almacenadas por 10 días a 2 ± 1 °C. Los resultados indican que los tratamientos fueron eficaces para retrasar la oxidación lipídica, presentando valores más bajos de TBARS en todos los días de muestreo (1, 5 y 10 días); mientras que los valores de TBARS obtenidos a partir de concentraciones más bajas de extracto (250 mg/kg) no difirieron de los tratamientos de eritorbato de sodio en todos los días (1, 5 y 10).

Mejoramiento De Los Productos Cárnicos Usando Hortalizas Y Especies.

-Mejoramiento de la calidad microbiológica

El ajo aparte de proporcionar sabor y características sensoriales en los productos cárnicos también es antimicrobiano Casella *et al.* (2012). En el trabajo de Patarata *et al.* (2020) evaluaron el comportamiento de *Clostridium sporogenes* (utilizado como sustituto del *Cl. botulinum*) y *Salmonella* en chorizos elaborados con vino tinto y ajo; observando una disminución de *Salmonella* de 5 a 6 log UFC/g durante el procesamiento de salchichas formuladas con sales de curado o con vino y vino + ajo. En el control, la disminución absoluta fue menor, alrededor de 4 log UFC/g. Después del ahumado el chorizo control, tubo recuentos de *Salmonella* significativamente mayor que en otras formulaciones, revelando que las sales de curado y el vino tienen un efecto inhibitor en ese patógeno. Estos autores concluyeron que al agregar vino y vino más ajo a las salchichas, aumentó la destrucción de la *Salmonella* durante el procesamiento.

De igual manera, la remolacha (*Beta vulgaris* L. spp. vulgaris) es una fuente de antioxidantes, compuestos fenólicos, betalaínas y un alto contenido de nitrato (Ravichandran *et al.*, 2013). En la investigación de Marrone *et al.* (2021) evaluaron el efecto de la integración de polvo de remolacha en hamburguesas de Angus negro. El análisis microbiológico mostró que hubo altos niveles de bacterias mesófilas

totales en todas las muestras 6.7 log UF/g. Pero los niveles de bacterias mesófilas en los tratamientos al vacío se mantuvieron constantes durante todo el tiempo, sin embargo, el tratamiento con mayor cantidad de extracto de remolacha tuvo una disminución a los 9 días de almacenamiento.

Desde otra perspectiva, el empleo de aceites esenciales en la industria alimentaria es común; pero sus propiedades antimicrobianas son de gran interés como conservantes naturales Hyldgaard *et al.* (2012). De ahí que en el estudio realizado por Santos *et al.* (2021) se analizaron aceites esenciales comerciales (canela, clavo, orégano, jengibre y tomillo) y extractos de plantas (granada, bellota, olivo, madroño y escaramujo) frente a *Listeria monocytogenes* en jamón curado. El 10% de aceite esencial de canela inhibió completamente el crecimiento bacteriano, mientras que el extracto de madroño y granada mostró actividad antibacteriana ($P > 0.05$). Concluyeron que hubo una reducción de *L. monocytogenes* con la aplicación de aceite esencial de canela, pero, debido al impacto sensorial negativo de este compuesto particular en productos cárnicos, sugieren el uso de granada o madroño para el control de *Listeria* en los productos.

Asimismo, el apio (*Apium graveolens* L.) es fuente de carotenos, vitaminas, flavonoides, el cual es muy utilizado en la cocina por su aroma único y aceite esencial (Al-Asmari *et al.*, 2017). De Mattos *et al.* (2023) evaluaron la susceptibilidad microbiana in vitro del extracto acético de apio en polvo sobre microorganismos autóctonos y no autóctonos en salchichas frescas de pollo. Se evidencio que en el ensayo in vitro el *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens* fueron resistentes hasta un 5.0% de polvo de extracto acético, detectando la susceptibilidad parcial a concentraciones de 2.5 a 5.0% para *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella serovar Thyphimurium*, *Listeria innocua* y *Escherichia coli*. La adición de 2.5 y 3.5% de extracto acetónico de apio en polvo no afectó negativamente las características sensoriales de la salchicha.

-Mejoramiento de la calidad organoléptica

La col china, el rábano y la espinaca son fuentes de nitratos y se pueden adicionar a los productos cárnicos (Kim *et al.*, 2019^a; Sucu y Turp, 2018;); por ejemplo, el trabajo realizado por Jeong *et al.* (2020) los cuales investigaron el potencial de utilizar polvos vegetales (col china, rábano y espinaca) para reemplazar el nitrito de sodio y sus efectos en las características fisicoquímicas de productos de cerdo curados. El polvo de

espinaca tuvo el contenido de nitrato más alto ($p < 0.05$) y el polvo de col china obtuvo el contenido más bajo ($p > 0.05$).

En cuanto, al color los productos de cerdo obtuvieron valores de luminosidad más bajos y los de b^* más altos que el control (con nitrito); mientras que el tratamiento de polvo de rábano obtuvo valores de a^* similares ($p > 0.05$) al control y el tratamiento de polvo de espinaca los valores de a^* disminuyeron ($p < 0.05$). Por ende, los tratamientos control, polvo de col china y polvo de rábano tienen una eficiencia superior al 80% en el curado, indicando que pueden ser reemplazos potenciales para el nitrito de sodio.

Por otro lado, Dias *et al.* (2020) adicionaron extractos de rábano rojo, saril y remolacha roja a un jamón cocido para evaluar la calidad organoléptica. La evaluación visual y los valores de los parámetros de color (obtenidos por el colorímetro) afirman que el extracto de remolacha (0.88 g de extracto/kg de jamón cocido) obtuvo el color deseado. El tratamiento de saril encapsulado presentaron valores de color muy cercanos al deseado, pero se necesita más cantidad de extracto (3.66 g/kg). Los autores sugieren que la coloración del jamón cocido lograda con extractos liofilizados de remolacha roja es prometedora para aplicaciones en productos cárnicos.

Otro aspecto, Ozaki *et al.* (2021) usaron polvos de remolacha y rábano como sustitutos del nitrito en salchichas secas fermentadas; en la evaluación del color, el tratamiento con polvo de rábano la luminosidad se vio afectada ($P < 0.05$) pero las coordenadas de a^* y b^* aumentaron. Mientras que con el polvo de remolacha L y b^* disminuyeron y los valores de a^* aumentaron. La adición de 1% de polvo de rábano es la mejor opción para sustituir el nitrito.

-Mejoramiento de la actividad antioxidante

La utilización de tomate en la fabricación de productos cárnicos es muy estudiada porque tiene compuestos con propiedades antioxidantes y colorantes como carotenos (licopeno, β -caroteno y luteína) (Andres *et*

.CONCLUSIONES

En la elaboración de productos cárnicos, los aditivos químicos se emplean para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos que podrían poner en riesgo la salud del consumidor. Sin embargo, la incorporación de vegetales surge como una alternativa prometedora, ya que estos contienen compuestos bioactivos con actividad antimicrobiana. Su uso no solamente contribuye a reforzar la seguridad

al., 2016). Doménech-Asensi *et al.*, 2013, indican que el licopeno es el compuesto bioactivo más importante con 80 a 90% de los pigmentos totales.

De igual manera, Skwarek y Karwowska, (2022) evaluaron las propiedades antioxidantes del tomate y nitrito reducido en salchichas fermentadas secas. Los resultados de la actividad antioxidante en las salchichas aumentaron para el radical ABTS⁺ de 0.690 mg equivalente de Trolox g^{-1} para la muestra control a 1.390 mg equivalente de Trolox g^{-1} para la muestra con 1.5% de pulpa; de manera similar fue lo mismo para el radical DPPH. Por último, el tratamiento que obtuvo resultados alentadores fue el embutido seco con un 1.5% de pulpa de tomate

microbiológica, sino que también permite avanzar hacia formulaciones más naturales y potencialmente más saludables.

El color es uno de los atributos más importantes en los productos cárnicos. La literatura revisada evidencia que las flores, frutas y hortalizas son fuentes ricas en antocianinas, betalaínas y beta-carotenos, mientras que los vegetales de hojas verdes son una fuente importante de nitratos. Estas

propiedades respaldan su potencial como posibles sustitutos de los aditivos químicos en la elaboración de productos cárnicos.

Los antioxidantes son ampliamente utilizados en los productos cárnicos porque previenen la oxidación de los lípidos, el desarrollo de sabores desagradables y la

disminución de la vida de anaquel. Sin embargo, diversos vegetales contienen compuestos bioactivos como licopeno, ácido ascórbico, antocianinas, flavonoides, polifenoles y ácidos fenólicos, los cuales podrían contribuir de manera efectiva a prevenir la oxidación en los productos cárnicos.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

KAP: conceptualización, investigación, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

OCH: revisión, redacción, supervisión, conceptualización, visualización, análisis formal.

AB: conceptualización, adquisición de fondos, supervisión, revisión, redacción, visualización.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Programa de Maestría Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad Alimentaria de la Universidad Autónoma de Chiriquí, así como a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), entidad

financiadora que hizo posible mi ingreso a este programa mediante el proyecto (PNPAC2023-9).

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

Los autores declaran que el trabajo no ha sido publicado previamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Asmari, A. K., Athar, M. T., & Kadasah, A. G. An Updated Phytopharmacological Review on Medicinal Plants of Arab Region: *Apium graveolens* Linn. (2017). *Pharmacognosy Review*. 11(21), 13-18. https://doi.org/10.4103/phrev.phrev_35_16
- Aliyari, P., Bakhshi, Kazaj, F., Barzegar, M., & Ahmadi, Gavlihi, H. Production of Functional Sausage Using Pomegranate Peel and Pistachio Green Hull Extracts as Natural Preservatives. (2020). *Journal of Agricultural Science and Technology*. 22(1), 159-172. <https://www.semanticscholar.org/paper/Production-of-Functional-Sausage-Using-Pomegranate-Aliyari-Kazaj/f785af913efc6cad40c68aa6d1f313d5d5c76484>
- Amarachukwu-Uzombah, T. The Implications of Replacing Synthetic Antioxidants with Natural Ones in the Food Systems. (2022). En IntechOpen e Books. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103810>
- Andres, A., Petron, M., Delgado-Adamez, J., Lopez, M., & Timon, M. Effect of Tomato Pomace Extracts on the Shelf-Life of Modified Atmosphere-Packaged Lamb Meat. (2016). *Journal Of Food Processing And Preservation*. 41(4), e13018. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13018>
- Bellucci, E. R., Bis-Souza, C. V., Domínguez, R., Bermúdez, R., & Da Silva Barretto, A. C. Addition of Natural Extracts with Antioxidant Function to Preserve the Quality of Meat Products. (2022). *Biomolecules*, 12(10), 1506. <https://doi.org/10.3390/biom12101506>
- Bellucci, E. R., Dos Santos, J. M., Tátero Carvalho, L., Borgonovi, T. F., Lorenzo, J. M., & Da Silva-Barretto, A. C. Acai extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. (2022). *Meat Science*, 184, 108667. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108667>
- Bellucci, E. R., Munekata, P. E., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Da Silva Barretto, A. C. Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. (2021). *Meat Science*, 171, 108284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>

- Beya, M. M., Netzel, M. E., Sultanbawa, Y., Smyth, H., & Hoffman, L. C. Plant-Based Phenolic Molecules as Natural Preservatives in Comminuted Meats: A Review. (2021). *Antioxidants*, 10(2), 263. <https://doi.org/10.3390/antiox10020263>
- Blanco-Acosta, P., Lozano, A., Granados-Conde, C., Pastrana-May, G., Medina-Peñaranda, M., & León-Méndez, G. (2023). Evaluación de la actividad antioxidante del extracto de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*) y su evaluación en la elaboración un yogurt helado. @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 21(2), 169–178. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i2.2859>
- Caillet, S., Côte, J., Sylvain, J. F., & Lacroix, M. Antimicrobial effects of fractions from cranberry products on the growth of seven pathogenic bacteria. (2012). *Food Control*, 23(2), 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.08.010>
- Casella, S., Leonardi, M., Melai, B., Fratini, F., & Pistelli, L. The Role of Diallyl Sulfides and Dipropyl Sulfides in the In Vitro Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Garlic, *Allium sativum* L., and Leek, *Allium porrum* L. (2012). *Phytotherapy Research*, 27(3), 380-383. <https://doi.org/10.1002/ptr.4725>
- Cenci-Goga, B. T., Karama, M., Hadjichralambous, C., Sechi, P., & Grispoldi, L. Is EU regulation on the use of antioxidants in meat preparation and in meat products still cutting edge?. (2020). *European Food Research And Technology*, 246(4), 661-668. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03433-y>
- Coimbra, A., Ferreira, S., & Duarte, A. P. Biological properties of *Thymus zygis* essential oil with emphasis on antimicrobial activity and food application. (2022). *Food Chemistry*, 393, 133370. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133370>
- De Mattos, G., Medeiros Marqués, L. L., Cardoso, F. A. R., & Guerra, A. F. In Vitro Microbial Susceptibility to Celery Acetic Extract Powder and the Sensory Impact When Applied to Fresh Chicken Sausage. (2023). *Chemical Engineering Transactions*, 102, 217-222. <https://doi.org/10.3303/CET23102037>
- Dias, S., Castanheira, E.M.S., Forte, A.G., Pereira, D.M., Rodrigues, A.R.O., Pereira, R., & Gonçalves, M.S.T. (2020). Application of Natural Pigments in Ordinary Cooked Ham. *Molecules*, 25(9), 2241. <https://doi.org/10.3390/molecules25092241>

- Doménech-Asensi, G., García-Alonso, F. J., Martínez, E., Santaella, M., Martín-Pozuelo, G., Bravo, S., & Periago, M. J. Effect of the addition of tomato paste on the nutritional and sensory properties of mortadela. (2013). *Meat Science*, 93(2), 213-219. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.021>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Muneke, P. E. S., Zhang, W., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Prieto, M. A., Bohrer, B., & Lorenzo, J. M. Protein Oxidation in Muscle Foods: A Comprehensive Review. (2021). *Antioxidants*, 11(1), 60. <https://doi.org/10.3390/antiox11010060>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat Products. (2019). *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- dos, Santos, L. R., Alía, A., Martín, I., Gottardo, F. M., Rodrigues, L. B., Borges, K. A., Furian, T. Q., & Córdoba, J. J. Antimicrobial activity of essential oils and natural plant extracts against *Listeria monocytogenes* in a dry-cured ham-based model. (2021). *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 102(4), 1729-1735. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11475>
- Firuzi, M. R., Niakousari, M., Eskandari, M. H., Keramat, M., Gahrue, H. H., & Khaneghah, A. M. Incorporation of pomegranate juice concentrate and pomegranate rind powder extract to improve the oxidative stability of Frankfurter during refrigerated storage. (2019). *LWT*, 102, 237-245. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.048>
- Flores, M. & Toldrá, F. Chemistry, safety, and regulatory considerations in the use of nitrite and nitrate from natural origin in meat products - Invited review. (2021). *Meat Science*, 171, 108272. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108272>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. Compendium of food additive specifications / Especificaciones de aditivos alimentarios (FAO/JECFA Monografía 32, 2024). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2024). Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b566a876-858c-46eb-a6cf-730f87c2f011/content>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. Documento de debate sobre el uso de nitratos (sin 251, 252) y nitritos (sin 249, 250) [CX/FA 17/49/11]. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas

Alimentarias; Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios. (2017). Recuperado de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/tr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-49%252FWD%252Ffa49_11s.pdf

Gélvez-Ordoñez, V. M., Rolón-Moreno, A. M., & Caballero-Pérez, L. A. (2023). Pretratamiento con campo magnético en la fermentación de emulsiones de carne de cerdo. @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 21(1), 69-90. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i1.2367>

Gordon, A., Gil Cruz, A. P., Correa Cabral, L. M., Cordeiro De Freitas, S., Araujo Dib Taxi, C. M., Marino Donangelo, C., De Andrade Mattietto, R., Friedrich, M., Martins Da Matta, V., & Friedhelm, M. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. (2012). *Food chemistry*, 133(2), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.150>

Hernández-Santos, B., De los Ángeles Vivar-Vera, M., Rodríguez-Miranda, J., Herman-Lara, E., Torruco-Uco, J. G., Acevedo-

Vendrell, O., Martínez-Sánchez, E. Dietary fibre and antioxidant compounds in passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel and depectinised peel waste. (2015). *International Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 268-274. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12647>

Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. (2012). *Frontiers Microbiology*, 3(12). <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2012.00012/full>

Jeong, J. Y., Bae, S. M., Yoon, J., Jeong, D. H., & Gwak, S. H. Effect of Using Vegetable Powders as Nitrite/Nitrate Sources on the Physicochemical Characteristics of Cooked Pork Products. (2020) *Food Science Of Animal Resources*, 40(5), 831-843. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e63>

Ji, W., Chen, F., Chen, Z., & Jiang, H. Research in advances in the bioactivity of plant polyphenols. (2024). *International Journal of Food Science & Technology*, 59(11), 8037–8044. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17494>

- Kim, T., Hwang, K., Lee, M., Paik, H., Kim, Y., & Choi, Y. Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids. (2019^a). *Meat Science*, 152, 141-145.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.01>
- Li, Y., Cai, K., Hu, G., Gu, Q., Li, P., Xu, B., & Chen, C. Substitute salts influencing the formation of PAHs in sodium-reduced bacon relevant to Maillard reactions. (2021). *Food Control*, 121, 107631.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107631>
- Mahmoud, M. H., Abou-Arab, A. A., & Abu-Salem, F. M. Quality Characteristics of Beef Burgers as Influenced by Different Levels of Orange Peel Powder. (2017). *American Journal of Food Technology*, 12(4), 262-270.
<https://doi.org/10.3923/ajft.2017.262.270>
- Mantzourani, I., Daoutildou, M., Dasenaki, M., Nikolaou, A., Alexopoulos, A., Terpou, A., Thomaidis, N., & Plessas, S. Plant Extract and Essential Oil Application against Food-Borne Pathogens in Raw Pork Meat. (2022). *Foods*, 11(6), 861.
<https://doi.org/10.3390/foods11060861>
- Márquez-Rodríguez, A. S., Nevárez-Baca, S., Lerma-Hernández, J. C., Hernández-Ochoa, L., Nevárez-Moorillón, G. V., Gutiérrez-Méndez, N., Muñoz-Castellanos, L. N., & Salas, E. In vitro antibacterial activity of *Hibiscus sabdariffa* L. phenolic extract and its in situ application on Shelf-Life of beef meat. (2020). *Foods*, 9(8), 1080.
<https://doi.org/10.3390/foods9081080>
- Marrone, R., Smaldone, G., Ambrosio, R. L., Festa, R., Ceruso, M., Chianese, A., & Anastasio, A. Effect of beetroot (*Beta vulgaris*) extract on Black Angus burgers shelf life. *Italian. (2021). Journal of Food Safety*, 10(1).
<https://doi.org/10.4081/ijfs.2021.9031>
- Melgar, B., Días, M. I., Ciric, A., Sokovic, M., García-Castello, E. M., Rodriguez-Lopez, A. D., Barros, L., & Ferreira, I. By-product recovery of *Opuntia* spp. peels: Betalainic and phenolic profiles and bioactive properties. (2017). *Industrial Crops And Products*, 107, 353-359.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.011>
- Oniszczyk, A., Wójtowicz, A., Oniszczyk, T., Matwijczuk, A., Dib, A., & Markut-Miotla, E. *Opuntia* Fruits as Food Enriching Ingredient, the First Step towards New Functional Food Products. (2020). *Molecules*, 25(4), 916.

<https://doi.org/10.3390/molecules250409>

[16](#)

Ozaki, M. M., Munekata, P. E. S., Jacinto-Valderrama, R. A., Efraim, P., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Rodrigues Pollonio, M. A. Beetroot and radish powders as natural nitrite source for fermented dry sausages. (2021). *Meat Science*. 171, 108275. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.10275>

Panaitecu, M., & Lengyel, E. Monitoring the Antibacterial Activity of *Hibiscus sabdariffa* Extracts. (2017). *Management of Sustainable Development*, 9(1), 31–34. <https://doi.org/10.1515/msd-2017-0011>

Parafati, L., Palmeri, R., Trippa, D., Restuccia, C., & Fallico, B. Quality Maintenance of Beef Burger Patties by Direct Addition or Encapsulation of a Prickly Pear Fruit Extract. (2019). *Frontiers In Microbiology*, 10, 1760. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01760>

Patarata, L., Martins, S., Silva, J. A., & Fraqueza, M. J. Red Wine and Garlic as a Possible Alternative to Minimize the Use of Nitrite for Controlling *Clostridium Sporogenes* and *Salmonella* in a Cured Sausage: Safety and Sensory Implications. (2020). *Foods*, 9(2), 206. <https://doi.org/10.3390/foods9020206>

Pinto, L., Tapia-Rodríguez, M. R., Baruzzi, F., & Ayala-Zavala, J. F. Plant antimicrobials for food Quality and Safety: recent views and future challenges. (2023). *Foods*, 12(12), 2315. <https://doi.org/10.3390/foods12122315>

Portillo-Torres, L. A., Bernardino-Nicanor, A., Gómez-Aldapa, C. A., González-Montiel, S., Rangel-Vargas, E., Villagómez-Ibarra, J.R., González-Cruz, L., Cortés-López, H., & Castro-Rosas, J. Hibiscus Acid and Chromatographic Fractions from *Hibiscus Sabdariffa* Calyces: Antimicrobial Activity against Multidrug-Resistant Pathogenic Bacteria. (2019). *Antibiotics*, 8(4), 218. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040218>

Ramli, A. N. M., Manap, N. W. A., Bhuyar, P., & Azelee, N. I. W. Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel powder extract and its application towards antibacterial and antioxidant activity on the preserves meat products. (2020). *SN Applied Sciences*, 2, 1748. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03550-z>

Ramli, N. S., Ismail, P., & Rahmat, A. Influence of Conventional and Ultrasonic-Assisted Extraction on Phenolic Contents, Betacyanin Contents, and Antioxidant Capacity of Red Dragon Fruit (*Hylocereus*

- polyrhizus*). (2014). *The Scientific World Journal*, 2014(1), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/964731>
- Ravichandran, K., Thaw Saw, N. M. M., Mohdaly, A. A. A., Gabr, A. M. M., Kastell, A., Riedel, H., Cai, Z., Knorr, D., & Smetanska, I. Impacto f processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. (2013). *Food Research International*, 50(2), 670-675. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.002>
- Shi, J., Xu, J., Liu, X., Goda, A. A., Salem, S. H., Deabes, M. M., Ibrahim, M. I. M., Naguib, K., & Mohamed, S. R. Evaluation of some artificial food preservatives and natural plant extracts as antimicrobial agents for safety. (2024). *Discover Food*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00162-z>
- Skwarek, P., & Karwowska, M. "Fatty Acids Profile and Antioxidant Poperties of Raw Fermented Sausages with the Addition of Tomato Pomace". (2022). *Biomolecules*, 12(11), 1695. <https://doi.org/10.3390/biom12111695>
- Sucu, C., & Turp, G. Y. The investigation of the use of beetroot poder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. (2018). *Meat Science*, 140, 158-166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.012>
- Välimaa, A. L., Honkalampi-Hämäläinen, U., Pietarinen, S., Willför, S., Holmbom, B., & Wright, A. V. Antimicrobial and cytotoxic knotwood extracts and related pure compounds and their effects on food-associated microorganisms. (2007). *International Journal of Food Microbiology*, 115(2), 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.031>
- Yousif, A. Y., & Makki, G. H. A. The effect of adding different concentrations of hibiscus sabdariffa on prolong the cooling preservation period of chicken kofta. (2020) *EurAsian Journal of BioSciences*, 14, 5905-5909. https://www.researchgate.net/profile/Asra-a-Yacoob/publication/349681839_The_Effect_of_Adding_Different_Concentrations_of_Hibiscus_Sabdariffaon_Prolong_theCooling_Preservation_Period_of_Chicken_Kofta/links/620ac324afa8884cabe4923b/The-Effect-of-Adding-Different-Concentrations-of-Hibiscus-Sabdariffaon-Prolong-theCooling-Preservation-Period-of-Chicken-Kofta.pdf



Zahid, A., Seo, J. K., Parvin, R., Ko, J., & Yang, H. S. Comparison of butylated hydroxytoluene, ascorbic acid, and clove extract as antioxidants in fresh beef patties at refrigerated storage. (2019). *Food Science of Animal Resources*, 39(5), 768-779.

<https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e67>

Zhao, X., & Yuan, Z. Anthocyanins from Pomegranate (*Punica granatum L.*) and Their Role in Antioxidant Capacities in Vitro. (2021). *Chemistry & Biodiversity*, 18(10).

<https://doi.org/10.1002/cbdv.202100399>

Zhou, B., Luo, J., Quan, W., Lou, A., & Shen, Q. Antioxidant Activity and Sensory Quality of Bacon. (2022). *Foods*, 11(2), 236.

<https://doi.org/10.3390/foods11020236>