

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NITRITOS PRESENTES EN EL CHORIZO COMERCIAL Y ARTESANAL EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DE PICHINCHA-ECUADOR

COMPARATIVE ANALYSIS OF NITRITES FOUND IN COMMERCIAL AND ARTISANAL SAUSAGES IN THE MARKETS OF QUITO CITY, PROVINCE OF PICHINCHA-ECUADOR

Erick Carvajal B.¹ & Ana Hidalgo A. ^{1*}

Recibido: 9 de octubre 2024 / Aceptado: 24 de marzo 2025
DOI 10.26807/ia.v13i2.297

RESUMEN

El presente estudio compara el contenido de nitrito residual en chorizos artesanales y comerciales en la ciudad de Quito, ubicada en la provincia de Pichincha, Ecuador. Se realizaron muestreos en tres mercados representativos de la ciudad: Mercado Santa Clara, Mercado Central y Mercado Mayorista, con el objeto de abarcar distintas zonas de distribución. Se recolectaron un total de 26 muestras, distribuidas equitativamente entre 14 marcas comerciales y 12 productos artesanales. Las muestras comerciales incluyeron variedades: chorizo tradicional, paisa, parrillero, pollo y español (tipo I, II y III), mientras que las muestras artesanales se identificaron principalmente como chorizo de pollo, de cerdo y tipo ambateño. Tres muestras superaron el límite permitido de 80 mg/kg de NaNO₂ establecido por el CODEX 192:1995, representando el 11,5 % del total analizado. Los valores más elevados correspondieron a una muestra comercial (164,5 mg/kg) y dos muestras artesanales (123,7 mg/kg y 95,6 mg/kg). Sin embargo, la prueba *t* de Student no mostró diferencias significativas en el contenido de nitritos entre los chorizos comerciales y artesanales. Cabe resaltar que la normativa INEN, actualizada para productos cárnicos, ya no contempla el control de nitritos en el producto final, lo que evidencia la necesidad de revisar y reforzar las normativas para garantizar la seguridad alimentaria. La presencia de nitritos en alimentos cárnicos representa riesgos para la salud, tales como metahemoglobinemia, intoxicación e incremento del riesgo de cáncer debido a la formación de *N*-nitrosaminas. Estos resultados subrayan la importancia de implementar medidas que reduzcan la exposición a nitritos y promuevan la salud pública en el consumo de productos cárnicos.

Palabras clave: chorizo, espectrofotometría, mercado, nitrito.

ABSTRACT

This study compares the residual nitrite content in artisanal and commercial sausages in the city of Quito, located in the province of Pichincha, Ecuador. Sampling was carried out in three representative markets of the city: Mercado Santa Clara, Mercado Central, and Mercado Mayorista, with the aim of covering different distribution areas. A total of 26 samples were collected, distributed equally between 14 commercial brands and 12 artisanal products. The commercial samples included varieties such as traditional, paisa, grill, chicken, and Spanish sausages (types I, II, and III), while the artisanal samples were mainly identified as chicken, pork, and Ambato-

¹ Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Quito-Ecuador, (erickcarvajal2000@gmail.com); *correspondencia: amhidalgo@uce.edu.ec.



style sausages. Three samples exceeded the permissible limit of 80 mg/kg of NaNO₂ set by CODEX 192:1995, representing 11.5% of the total analyzed. The highest values corresponded to one commercial sample (164.5 mg/kg) and two artisanal samples (123.7 mg/kg and 95.6 mg/kg). However, the Student's t-test showed no significant differences in nitrite content between commercial and artisanal sausages. It is worth noting that the updated INEN regulations for meat products no longer include the control of nitrites in the final product, highlighting the need to review and strengthen regulations to ensure food safety. The presence of nitrites in meat products poses health risks, such as methemoglobinemia, poisoning, and increased cancer risk due to the formation of N-nitrosamines. These results emphasize the importance of implementing measures to reduce nitrite exposure and promote public health in the consumption of meat products.

Keywords: market, nitrite, sausage, spectrophotometry.

INTRODUCCIÓN

Los nitritos, sales derivadas del ácido nitroso (como el nitrito de sodio o potasio), son aditivos alimentarios ampliamente utilizados en la industria cárnica por su capacidad para inhibir bacterias patógenas, fijar el color rojizo característico de las carnes procesadas y prolongar su vida útil. Estas funciones los convierten en componentes clave en productos como embutidos y, específicamente, en el chorizo, donde su uso equilibra seguridad microbiológica y calidad sensorial. Sin embargo, su aplicación requiere precisión, ya que un exceso o manejo inadecuado puede generar riesgos para la salud, como la formación de compuestos carcinogénicos (nitrosaminas) o alteraciones hematológicas, incluyendo la metahemoglobinemia. Esta última surge cuando los nitritos oxidan el hierro de la hemoglobina, transformándolo de su estado funcional (Fe^{2+}) a uno no funcional (Fe^{3+}), lo que impide el transporte eficiente de oxígeno en la sangre y puede provocar síntomas graves como cianosis, coma o incluso la muerte (Matin et al., 2022; Mun et al., 2022).

Además, durante el procesamiento de productos cárnicos, los nitritos pueden reaccionar con aminas secundarias

presentes en ingredientes como la pimienta negra rica en alcaloides como piperidina y pirrolidina, generando N-nitrosaminas como la N-nitrosodimetilamina (NDMA) y la N-nitrosodietilamina (NDEA), compuestos clasificados como cancerígenos (Xie et al., 2023). Estas sustancias interactúan con el ADN, induciendo mutaciones asociadas a tumores malignos, con nitrosaminas específicas (NDEA, NPIP, NPYR) mostrando potencias carcinogénicas excepcionalmente altas (Xie et al., 2023).

Estudios internacionales respaldan estos riesgos: en Dinamarca, el 42 % de muestras de salami y chorizo contenían NPYR (hasta 2,1 µg/kg) (Herrmann et al., 2014); en Bélgica, el 28 % de salchichones presentaron NPIP (De Mey et al., 2013); y en Turquía, el sucuk mostró NPIP en concentraciones de 7,8 µg/kg (Özbay & Şireli, 2021). En productos fermentados como el chorizo, el proceso de curado (carne, sal y especias) y el uso de pimienta negra crean un entorno propicio para esta reacción, incrementando el riesgo (Hospital et al., 2024).

En este contexto, la producción y el consumo de chorizo, tanto comercial como artesanal, representan aspectos relevantes dentro del ámbito alimentario en Ecuador,

donde estos productos ocupan un lugar importante en la dieta local. El chorizo comercial, elaborado bajo estándares industriales, se caracteriza por su amplia disponibilidad en el mercado y su proceso de fabricación estandarizado, que incluye el uso de aditivos como el nitrito de sodio o potasio para conservar y realzar sus propiedades organolépticas. Por otro lado, el chorizo artesanal, producido de forma casera, presenta una elaboración menos controlada y podría estar sujeto a mayores riesgos para la salud y la seguridad alimentaria debido a la falta de control en sus procesos y atributos (Serrano Hernández, 2019). El proceso de elaboración de ambos tipos implica etapas como la recepción de materia prima, mezcla, fermentación y envasado, donde los nitritos juegan un papel crucial en la prevención de patógenos como *Clostridium botulinum* (Almudena & Lizaso, 2016). No obstante, su uso excesivo o inadecuado plantea riesgos como la formación de nitrosaminas y metahemoglobinemia (Londoño Pereira & Gómez Ramírez, 2021).

La regulación de nitritos en productos como el chorizo es esencial para proteger a los consumidores. Mientras estándares internacionales como el CODEX establecen límites máximos de 80 mg/kg para productos cárnicos procesados, en Ecuador la normativa actual (NTE INEN 1338:2012) omite especificar límites para nitritos en chorizos, a diferencia de su predecesora (NTE INEN 1344:96), que permitía 125 mg/kg. Este vacío regulatorio, sumado a la evidencia global de riesgos, subraya la necesidad de estrategias como el uso de antioxidantes (ácido ascórbico) o compuestos naturales (catequinas del té)

para inhibir la formación de nitrosaminas, o técnicas como la irradiación gamma para reducir dependencia de nitritos, aunque estas últimas pueden alterar propiedades sensoriales (De Mey et al., 2017). La falta de actualización en las normativas locales no solo expone a los consumidores a potenciales peligros, sino que también evidencia la urgencia de alinear las políticas nacionales con estándares internacionales basados en evidencia científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló bajo un paradigma cuantitativo, con un enfoque descriptivo y correlacional que permitió caracterizar el fenómeno sin intervenir activamente en él. Se empleó un muestreo discrecional, en el que el número de muestras recolectadas fue proporcional a la oferta disponible en los mercados. La población de estudio estuvo conformada por chorizos comerciales y artesanales distribuidos en mercados de las zonas norte, centro y sur de Quito. En total, se recolectaron 26 muestras, distribuidas de la siguiente manera: 9 del Mercado Santa Clara, 8 del Mercado Central y 9 del Mercado Mayorista. De estas, 14 correspondieron a productos comerciales y 12 a productos artesanales. Las muestras comerciales: chorizo tradicional, paisa, parrillero, pollo y español de tipo I, II y III, mientras que las muestras artesanales abarcaron variedades de chorizo de pollo, cerdo y tipo ambateño. Los materiales utilizados en la investigación incluyeron matraces aforados de 50, 100, 200, 500 y 1000 mL; pipetas de 10 mL; aros metálicos; tubos de ensayo; un termómetro; papel filtro estriado libre de nitritos; matraces Erlenmeyer de 250 mL; probetas de 100 mL; frascos ámbar; pera de succión; embudos; pisetas; celdas de

cuarzo; guantes de calor; buretas graduadas de 50 mL; licuadora; un equipo de baño térmico; balanza analítica Mettler Toledo y espectrofotómetro Fisher scientific modelo Spectrum SP 2100UVP.

Para la cuantificación de nitritos, cada muestra fue analizada por duplicado siguiendo la metodología establecida en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 2918:2013. Este método incluye varias etapas: desproteinización de la muestra, filtración y medición espectrofotométrica, las cuales permiten determinar la concentración de nitritos a través de un cambio de color en las soluciones obtenidas.

Elaboración de curvas de calibración

Se prepararon cinco curvas de calibración utilizando soluciones estándar de nitrito de sodio con concentraciones entre 2 y 10 mg/L, empleadas como patrón primario.

Preparación de muestra

La preparación de las muestras comenzó con la selección de chorizos comerciales y artesanales disponibles en los mercados de las zonas norte, centro y sur de Quito, que conformaban la población de estudio. Cada muestra, con un peso mínimo de 200 g, fue almacenada y codificada bajo condiciones de temperatura controlada, entre (0 y 5 °C), durante un máximo de 4 días, para asegurar la preservación de su integridad.

Desproteinización de la muestra

Se tomó aproximadamente 10 g de la muestra y se depositó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Tras pesar la muestra y asegurar que estuviera a temperatura ambiente, se añadieron 5 mL de solución saturada de bórax y 100 mL de

agua a una temperatura no inferior a los 70 °C en un matraz. El matraz se calentó en un baño de agua hirviendo durante 15 minutos, agitándolo repetidamente durante el proceso. Despues, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se añadieron 2 mL de reactivo I (preparado disolviendo 106 g de ferrocianuro de potasio trihidratado, $[K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O]$, en agua y diluyendo a 1000 mL) y 2 mL de reactivo II (preparado disolviendo 220 g de acetato de zinc dihidratado, $[Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O]$, y 30 mL de ácido acético glacial en agua, diluyendo hasta 1000 mL), asegurándose de agitar bien tras cada adición.

Medición de color

Después de obtener el filtrado, se extrajo una porción de 25 mL y se transfirió a un matraz aforado de 100 mL. A continuación, se agregaron 10 mL de solución I (preparada disolviendo 2 g de sulfanilamida $[NH_2C_6H_4SO_2NH_2]$ en 800 mL de agua mediante calentamiento en baño de agua, enfriando, filtrando si es necesario; se añadieron 100 mL de ácido clorhídrico concentrado y diluyeron a 1000 mL con agua), seguidos de 6 mL de solución III (elaborada diluyendo 445 mL de ácido clorhídrico concentrado en agua hasta alcanzar 1000 mL). Se aseguró una mezcla adecuada con la que la pudiera reposar a temperatura ambiente durante 5 minutos. Posteriormente, se añadieron 2 mL de solución II (preparada disolviendo 0.25 g de dihidrocloruro de N-1 etilendiamina $[C_{10}H_7 - NHCH_2CH_2NH_2 - 2HCl]$ en agua y aforando a 250 mL; almacenada en frasco ámbar bajo refrigeración por no más de una semana), se volvió a mezclar y se dejó reposar por un máximo de 10 minutos a temperatura ambiente. Luego, la solución se diluyó

hasta alcanzar la marca indicada en el matraz. Finalmente, se midió la absorbancia utilizando un espectrofotómetro, realizando dos mediciones a una longitud de onda de 538 nm para garantizar la precisión de los resultados.

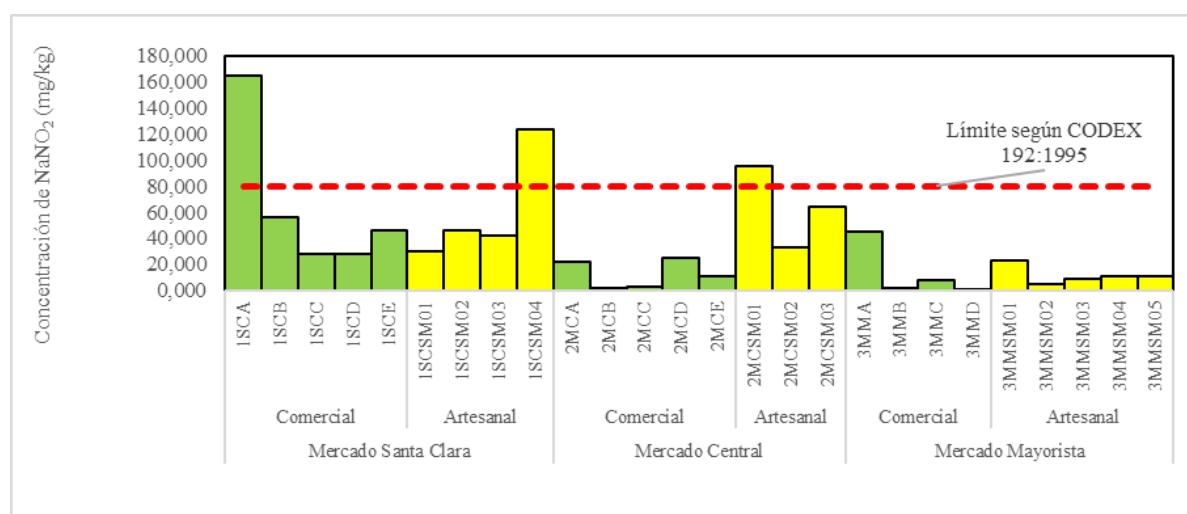
RESULTADOS

Se recolectaron 26 muestras de chorizo: en el Mercado Santa Clara, se obtuvieron 5 tipos de chorizo de marcas comerciales y 4 tipos de chorizo artesanal; en el Mercado Central, 5 marcas comerciales y 3 artesanales; y en el

Mercado Mayorista, 4 marcas comerciales y 5 artesanales.

Los resultados de las curvas de calibración permitieron establecer una pendiente promedio de 0,0643 y una ordenada en el origen de 0,0053, junto con un coeficiente de determinación promedio (R^2) de 0,9958. Este valor, cercano a la unidad, indica que aproximadamente el 99,6 % de la variabilidad en la absorbancia puede ser explicada por la concentración de NaNO_2 a través del modelo de regresión.

Figura 1
Resultados de concentración de NaNO_2 en muestras de chorizo comercial y artesanal en los diferentes mercados



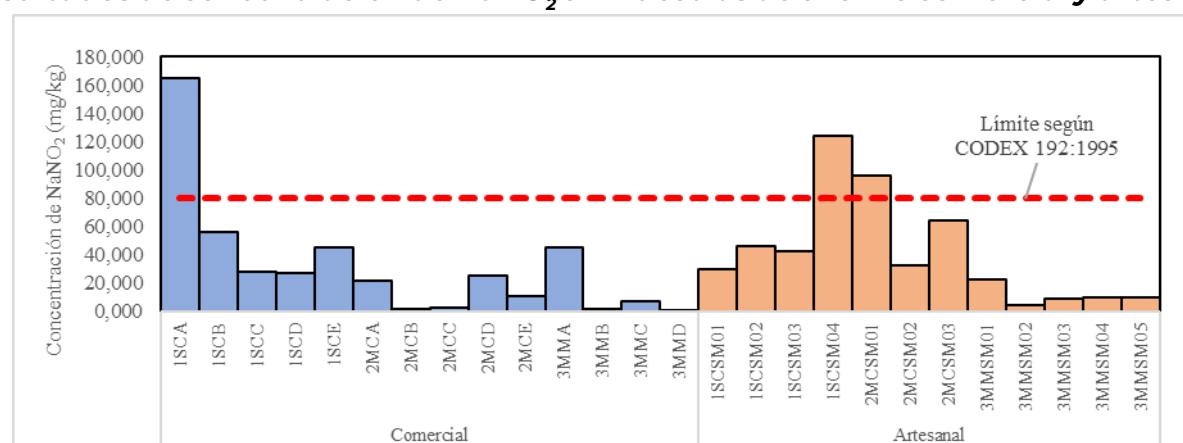
En la Figura 1 se observa que, en los productos comercializados en el mercado Santa Clara, una muestra de chorizo comercial y una muestra de chorizo artesanal exceden el límite establecido por CODEX 192:1995. En los productos comercializados en el mercado Central, ninguna muestra de chorizo comercial supera el límite, mientras que una muestra de chorizo artesanal lo hace. En los productos comercializados en

el mercado mayorista, ninguna muestra de chorizo, ni comercial ni artesanal, excede el límite establecido.

Por otro lado, los datos obtenidos durante la experimentación permiten resaltar las diferencias entre los chorizos artesanales y comerciales, las cuales se describen a continuación.

Figura 2

Resultados de concentración de NaNO_2 en muestras de chorizo comercial y artesanal



En la Figura 2, las muestras de chorizo comercial están representadas en azul, mientras que las de chorizo artesanal se destacan en naranja. De estas, tres muestras superan el límite establecido por CODEX 192:1995 de 80 mg de NaNO_2 por kg de muestra, una corresponde a un producto comercial, mientras que las otras dos son de origen artesanal. Es importante destacar que las marcas ISCA (chorizo comercial), ISCSM04 y 2MCSM01 (chorizos artesanales) presentan las concentraciones más elevadas de NaNO_2 , superando el límite establecido por CODEX192:1995 y registrando valores de 164,5 mg/kg, 123,7 mg/kg y 95,6 mg/kg, respectivamente.

En base a los resultados de la prueba t de Student realizada con un nivel de significancia (α) de 0,05. Se obtiene un valor estadístico t de -0,6031, que se encuentra dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula (H_0). En consecuencia, no existe una diferencia significativa entre las medias de ambos grupos, lo que indica que el tipo de chorizo no ejerce influencia en la concentración de nitritos en las muestras.

mayor incidencia de marcas de chorizo, tanto artesanales como comerciales, que exceden el límite de NaNO_2 80 mg/kg establecido por el CODEX 192:1995. Es importante destacar que, aunque los mercados son centros de abastecimiento clave para la población, no tienen un impacto directo en los niveles de nitritos observados en los chorizos analizados.

La variabilidad en los resultados refleja más bien las diferencias intrínsecas entre las marcas y productos presentes en cada mercado, que pueden estar influenciadas por factores como los métodos de producción, el origen de los ingredientes o las prácticas de manufactura. Así, la concentración de nitritos en las muestras de chorizo está más relacionada con las características del proceso de elaboración que con factores externos vinculados a los mercados. Dos muestras de chorizo artesanal y una de chorizo comercial superaron el límite establecido por CODEX 192:1995. Sin embargo, los resultados de la prueba t de Student demostraron que el tipo de chorizo (artesanal o comercial) no influye significativamente en los niveles de nitritos. Esto sugiere que no es posible determinar cuál de los dos tipos de chorizos

DISCUSIÓN

Tras el análisis de los resultados, se observa el mercado de Santa Clara presenta una infoANALÍTICA

es más saludable únicamente en función de este parámetro.

En productos curados y refrigerados, la tasa de reducción de nitrito residual sigue una relación exponencial con el pH y la temperatura. Por ejemplo, un aumento de 12 °C en la temperatura y una disminución de 0,86 unidades de pH pueden duplicar la tasa de consumo de nitritos. Dado que se estima que alrededor del 80 % del nitrito se pierde entre la producción y la venta, la concentración media de nitritos al momento del consumo podría ser de solo 7 ppm en un embutido cárnico promedio (Villamil-Galindo & Piagentini, 2021).

En este contexto, el hallazgo de muestras que exceden el límite establecido por el CODEX 192:1995 podría deberse al uso excesivo de nitrito de sodio durante su elaboración, lo que resalta la importancia de un control riguroso en su dosificación. El uso de nitritos en productos cárnicos ha sido motivo de preocupación a lo largo de la historia, en particular tras el incidente en Alemania en la década de 1930, cuando un elevado número de personas falleció por intoxicación con nitritos presentes en productos cárnicos (Lugo, 2008). Desde entonces, se han realizado esfuerzos para establecer límites seguros. Por ejemplo, el CODEX 192:1995 fija un límite de 80 mg/kg de nitrito residual y 35 mg/kg de nitrato. Sin embargo, estos límites varían entre países. En Ecuador, la normativa vigente sobre nitritos y nitratos en productos cárnicos ha cambiado. La descontinuada NTE INEN 1344:96 "Carne y Productos Cárnicos. Chorizo. Requisitos" establecía un límite máximo de 125 mg/kg para chorizos, pero la norma actual NTE INEN 1338:2012

"Carne y productos cárnicos. productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos", ya no especifica valores para el contenido de nitrito, y aún no se ha establecido un límite para el contenido de nitrato.

Por otro lado, la Directiva 95/2/EC del Parlamento Europeo y del Consejo establece que la adición máxima de NaNO₂/kg de alimento es de 150 mg y de 300 mg para NaNO₃/kg, con variaciones en las cantidades residuales según el tratamiento térmico de los productos cárnicos. En Estados Unidos, el Code of Federal Regulations en 9 CFR § 424.21, establece condiciones específicas para el uso de nitrito de sodio en productos cárnicos, incluidas las aves, con un límite máximo de 200 ppm de nitrito residual en el producto terminado, y un máximo de 500 ppm de nitrato de sodio en el producto final. En contraste, en 2002, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomendó que la adición de 50-100 mg/kg de nitritos (como nitrito de sodio) era suficiente para controlar los riesgos microbiológicos. Para prevenir la posibilidad de una sobredosis, la EFSA sugirió el uso exclusivo de aditivos a base de nitrito que contengan un 50 % de cloruro de sodio (Cvetković et al., 2019).

CONCLUSIÓN

Tras analizar las 26 muestras de chorizo, se identificó que 3 de ellas excedían el límite de 80 mg de NaNO₂ por kg establecido por el CODEX 192:1995 (revisado en 2023). Estas muestras, provenientes de los mercados Santa Clara (2 muestras) y Central (1 muestra), incluían un chorizo comercial de marca y dos chorizos artesanales sin

marca. Aunque el análisis estadístico con la prueba *t* de Student no mostró diferencias significativas en los niveles de nitritos en los chorizos comerciales y artesanales, estos resultados subrayan la necesidad de considerar otros factores en la evaluación de la seguridad alimentaria. La evolución de la normativa ecuatoriana sobre nitritos y nitratos, en comparación con las normativas internacionales, pone de manifiesto la importancia de regular estos compuestos de manera efectiva. Dado que la inclusión de nitritos en alimentos puede acarrear riesgos graves para la salud, tales como metahemoglobinemía, intoxicación y la formación de compuestos carcinogénicos como las *N*-nitrosaminas, es esencial desarrollar e implementar estrategias de mitigación. Entre estas estrategias se incluyen el uso de antioxidantes, como el ácido ascórbico, y métodos alternativos como la irradiación. Estas medidas aportarían en la seguridad alimentaria y a reducir los riesgos asociados con la presencia de nitritos en productos cárnicos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador por proporcionar sus instalaciones, material y reactivos, los cuales hicieron posible la realización de este estudio.

LISTA DE REFERENCIAS

- Almudena, A., & Lizaso, J. (2016). Nitritos, nitratos y nitrosaminas. Recuperado de https://www.academia.edu/25921074/FUNDACI%C3%93N_IB%C3%89RICAPARA_LA_SEGURIDAD_ALIMENTARIA
- Cvetković, D., Živković, V., Lukić, V., & Nikolić, S. (2019). Sodium nitrite food poisoning in one family. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 15(1), 102–105. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0036-1>
- De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M., Fraeye, I., Heyden, Y. V., & Paelinck, H. (2013). The occurrence of *N*-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation. *Meat Science*, 96(2), 821-828. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.010>
- De Mey, E., De Maere, H., Paelinck, H., & Fraeye, I. (2017). Volatile *N*-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2909–2923. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078769>
- Herrmann, S., Duedahl-Olesen, L., & Granby, K. (2014). Occurrence of volatile and non-volatile *N*-nitrosamines in processed meat products and the role of heat treatment. *Food Control*, 48, 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.030>
- Hospital, X. F., Fernández, M., Morales, P., Alba, C., Haza, A. I., & Hierro, E. (2024). Volatile *N*-nitrosamines in Spanish commercial meat products and in fermented sausages prepared with different ingoing amounts of nitrate and nitrite. *Helijon*, e37487. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37487>

- doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37487
- Lugo, E. B. (2008). Nitritos y Nitratos: Su uso, control y alternativas en embutidos cárnicos. *NACAMEH*, 2(2), 160–187. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3664829>
- Xie, Y., Geng, Y., Yao, J., Ji, J., Chen, F., Xiao, J., Hu, X., & Ma, L. (2023). N-nitrosamines in processed meats: Exposure, formation and mitigation strategies. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13(May), 100645. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100645>
- Londoño Pereira, M., & Gómez Ramírez, B. D. (2021). Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(1), 110–119. <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n1.202>
- Yurchenko, S., & Mölder, U. (2005). The occurrence of volatile N-nitrosamines in Estonian meat products. *Food Chemistry*, 100(4), 1713-1721. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.017>
- Mun, S. H., Park, G. J., Lee, J. H., Kim, Y. M., Chai, H. S., & Kim, S. C. (2022). Two cases of fatal methemoglobinemia caused by self-poisoning with sodium nitrite: A case report. *Medicine (United States)*, 101(7), E28810. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000028810>
- Serrano Hernández, Y. L. (2019). Life cycle analysis (LCA) and verification of principles of green chemistry in the production of handcrafted chorizo [Tesis de maestría, Universidad EAN]. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/9742>
- Villamil-Galindo, E., & Piagentini, A. (2021). El uso de Nitratos y Nitritos en la Industria cárnea, lo bueno, lo malo y el modelado matemático para optimizar su uso. Una revisión. *Alimentos Hoy*, 29(56), 2–41. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/167327/CONICET_Digital_Nro.b483f76d-e8f0-4854-b1f6-