

ARTICLE / INVESTIGACIÓN

Concentración de nitritos en mortadela industrial producida en Honduras y distribuida en Tegucigalpa

Nitrite concentration in industrial mortadella produced in Honduras and distributed in Tegucigalpa

Nilda Barahona¹, Maylin Alvarado², Clara Núñez³, Ana Riera¹

DOI. 10.21931/RB/2022.07.03.12

¹ Departamento del Control Químico Farmacéutico, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, Honduras.

² Grupo de Investigación en Tecnología Farmacéutica, Departamento de Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, Honduras.

³ Departamento de Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, Honduras.

Corresponding author: parada.ro91@gmail.com

Resumen: Los aditivos alimentarios son la base de la industria alimentaria en la conservación y prolongan la vida en almacén de los alimentos. El objetivo de este estudio fue analizar la concentración de nitrito de sodio (NaNO₂) presente en la mortadela industrializada y comercializada en Tegucigalpa, Honduras de agosto a diciembre de 2019. Estudio cuantitativo, descriptivo, no experimental y transversal. Se recolectaron un total de 3 muestras de mortadela para cada uno de los 16 lotes obtenidos de 6 empresas hondureñas productoras de embutidos para un total de 48 muestras. La recolección de información fue mediante el Instrumento para la recolección de información-cuestionario y el método analítico de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, por sus siglas en inglés) 973.31 ambos aplicado a cada muestra. La cuantificación de nitrito obtenida en comparación con los criterios del Reglamento Técnico Centroamericano y la norma general del Codex oscila entre una concentración mínima y máxima de 34.32 ± 3.66 mg/kg y 106.32 ± 8.17 mg/kg, respectivamente. De esto se concluye que el grado de cumplimiento en un 100% (48) según la regulación nacional mientras que en un 56.25% (27) según el Codex (nivel máximo de uso recomendado en 80 mg/kg).

Palabras clave: Nitritos, Mortadela, Embutidos, Carne Procesada (Carne Industrializada), Aditivos Alimentarios, RTCA, Codex.

Abstract: Food additives are the basis of the food industry in the preservation and extension of the shelf life of food. The objective of this study was to analyze the concentration of sodium nitrite (NaNO₂) present in the industrialized and commercialized mortadella in Tegucigalpa, Honduras, from August to December 2019. Quantitative, descriptive, non-experimental and cross-sectional study. A total of 3 samples of bologna were collected for each of the 16 batches obtained from 6 Honduran sausage-producing companies for a total of 48 samples. The information was collected using the Information Collection Instrument questionnaire and the analytical method of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 973.31; both applied to each sample. The quantification of nitrite obtained in comparison with the Central American Technical Regulation criteria and the general Codex standard ranges between a minimum and maximum concentration of 34.32 ± 3.66 mg/kg and 106.32 ± 8.17 mg/kg, respectively. From this, it is concluded that the degree of compliance is 100% (48) according to national regulations while 56.25% (27) according to Codex (recommended maximum use level of 80 mg/kg).

Key words: Nitrites, Mortadella, Sausages, Processed Meat (Industrialized Meat), Food Additives, RTCA, Codex.

Introducción

La inocuidad de los alimentos según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) "tiene un papel fundamental para garantizar alimentos seguros en cada etapa de la cadena alimentaria"¹, es así que en el período de procesamiento o transformación de los alimentos, es necesario el uso intencional de aditivos alimentarios para la conservación y prolongación de la vida en almacén lo que hace posible la disponibilidad de los alimentos para el consumo humano, esto contribuye a la existencia de la seguridad alimentaria y nutricional.

El uso de aditivos alimentarios ha recibido una serie

de cuestionamientos que instan a valorar con carácter de juicio su riesgo-beneficio, pero es indiscutible y, hasta cierto punto, innegociable.

En este sentido, para el año 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó el "no uso" de estos compuestos debido a los factores de riesgo que demuestran la relación entre el consumo de carne procesada asociada a la generación de infecciones gastrointestinales y el riesgo de padecer cáncer². Entre algunos de estos aditivos podríamos mencionar los nitritos.

Los nitritos son aditivos que se emplean como conser-

Citation: Barahona N, Alvarado M, Núñez C, Riera A. Concentración de nitritos en mortadela industrial producida en Honduras y distribuida en Tegucigalpa. *Revis Bionatura* 2022;7(3) 12. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.12>

Received: 20 March 2022 / **Accepted:** 25 July 2022 / **Published:** 15 August 2022

Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



vantes en productos cárnicos curados. Los más utilizados son nitrito potásico (KNO_2), nitrito sódico (NaNO_2), nitrato sódico (NaNO_3) y nitrato potásico (KNO_3). Sus funciones en los productos curados son el desarrollo del aroma y del sabor, el desarrollo y estabilización del color y, sobre todo su efecto antimicrobiano, específicamente para evitar el desarrollo de las esporas de *-Clostridium botulinum*, causante del Botulismo, enfermedad que puede provocar dificultad para deglutir, hablar, debilidad facial y parálisis³.

Asimismo, evitar el uso de aditivos alimentarios de tipo preservantes puede prevenir el desarrollo de infecciones gastrointestinales como: mencionar ya que no solo *clostridium botulinum* genera problemas.

Dentro de este contexto, el uso de nitritos en concentraciones permitidas, especialmente en las carnes procesadas, puede asegurar que el alimento no sea nocivo y que esto represente un riesgo para la salud. Las dosis máximas de uso para nitritos (DMUs) sugeridos por la FAO y la OMS a través del Codex Alimentarius, alcanzan valores de hasta 80 mg/kg de producto. Esto último es para fortalecer los mecanismos de control alimentario de todos aquellos países que estimen adoptar dichas recomendaciones⁴. Mientras que a nivel nacional (en Honduras) se contempla 130 mg/kg de producto⁵.

Actualmente, a nivel nacional, se dispone de poca información acerca de evaluaciones y controles relacionados a los embutidos, por lo que en el presente estudio nos propusimos como objetivo determinar y verificar el grado de cumplimiento de las concentraciones de NaNO_2 utilizados como sustancias conservadoras en la mortadela que se distribuyó en 6 empresas hondureñas productoras de embutidos en Tegucigalpa, Honduras.

Materiales y métodos

Diseño

Este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo y no experimental. Se realizó en los productos procesados como la mortadela elaborada y distribuida en Tegucigalpa, Honduras durante un corte transversal de agosto a diciembre del año 2019. La información cuantitativa se recolectó utilizando el Instrumento para la recolección de información-cuestionario el cual se obtuvo como resultado de la matriz de operacionalización de variables del estudio, en dos momentos diferentes, en el primer momento se recolectó marca del embutido, código de la muestra, fecha de elaboración, fecha de vencimiento, lote de la muestra y concentración de nitritos que reporta el empaque, y en el segundo momento obtuvimos la siguiente información: peso y absorbancia de la muestra a partir de la aplicación de la metodología analítica AOAC: Método oficial colorimétrico para la detección de nitritos en carne curada 973.31^{6,7}.

A cada lote se le asignó un código de identificación descrito mediante cinco caracteres definidos de la siguiente forma, por ejemplo: M1L1a, siendo:

M1-M6: Número asignado en la lista de la marca o empresa productora del embutido, L1-L3: número asignado en la lista al lote de la marca o empresa productora del embutido, a, b y c: muestra según lote.

A cada muestra se le aplicó la metodología analítica preparada bajo las siguientes condiciones:

Reactivos

Reactivo NED: Disolver 200 g de NED (*N- (1-naftil) etilendiamina - 2HCI*) en 150 mL de ácido acético al 15% (v/v). Filtrar si es necesario, colocar en un frasco ámbar de vidrio y tapar. 2. Reactivo de sulfanilamida (SFA): Disolver 500 mg de sulfanilamida en 150 mL de ácido acético al 15%, (v/v). Filtrar, si es necesario, colocar en un frasco ámbar de vidrio y tapar.

Soluciones estándar de nitrito

a. Solución madre 1000 ppm (ug/mL) NaNO_2 : Disuelva 1,000 mg de NaNO_2 en H_2O , llevar a volumen de 1000 mL con agua destilada. b. Solución intermedia 100 ug/mL de NaNO_2 : Diluir 100 mL de solución madre en 1000 mL de agua destilada, y c. Solución de trabajo 1 ug/mL de NaNO_2 : Diluir 10 mL de solución intermedia en 1000 mL de agua destilada.

Test de contaminación del papel filtro

Se probó la contaminación de nitritos analizando de 3-4 hojas al azar, en toda la caja. Filtrar aproximadamente 40 mL de agua destilada a través de cada hoja. Añadir 4 mL de reactivo de SFA, y esperar 5 min, luego agregar 4 mL de reactivo NED, mezclar y esperar 15 min. Si alguna de las hojas es positiva, deseche toda la caja.

Determinación y preparación de la curva estándar (ver sección intervenciones)

Población y muestral

El muestreo fue no probabilista e intencionada. De los productos embutidos, se seleccionó la mortadela, que se considera uno de los treinta productos de la canasta básica hondureña más consumido y accesible económicamente⁸. Las muestras de mortadela se obtuvieron de seis empresas hondureñas diferentes, de las cuales se obtuvieron tres muestras de 16 lotes diferentes, adquiridas en diferentes supermercados de la zona. Se encontraron dos lotes solamente para la muestra M4 y M6, mediante un plan de muestreo por conveniencia.

Entorno

Este estudio se desarrolló en el aula-laboratorio 413 y el laboratorio de investigación científica Dra. Elvira Castejón de David de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (FCQF) ubicada en el edificio 11 de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Intervenciones

El Método oficial colorimétrico para la detección de nitritos en carne curada 973.31⁶ es la metodología oficial utilizada por el RTCA, para la determinación de los miligramos de nitritos presentes en las muestras de mortadela, siendo esta la normativa nacional.

Determinación de la concentración de NaNO_2

Se pesaron 5,000 mg de muestra en una balanza analítica OHAUS® (México D.F, México), finamente triturada y bien mezclada se colocó en un beaker de capacidad de 50 mL. Se añadieron 40 mL de agua destilada previamente calentada a 80 °C en una estufa Sibron Thermolyne™ (Massachusetts, Estados Unidos), se homogenizó bien con la ayuda de una varilla de vidrio, se cuidó de deshacer todos los trozos. Luego, se transfirió a un matraz volumétrico de

capacidad de 500 mL haciendo lavados al beaker y la varilla sucesivamente con porciones de agua caliente, se agregaron todos los lavados al matraz de capacidad de 500 mL.

Se agregó suficiente agua caliente para llevar a un volumen aprox. de 300 mL, transfiriendo el matraz a un baño de vapor donde se dejó reposar 2 horas agitando ocasionalmente. Luego se enfrió a temperatura ambiente y se llevó a volumen con agua destilada. La solución se filtró a través de papel filtro Waltman Fisher Scientific (Massachusetts, Estados Unidos) y se tomó una alícuota con una pipeta de 25 mL que contenía aproximadamente de 0.005-0.05 mg de NaNO_2 y se colocó en un matraz volumétrico de 50 mL. Posteriormente se le añadieron 2,5 mL de reactivo de SFA, se mezcló, y después de 5 minutos se agregaron 2,5 mL de reactivo NED, se mezcló nuevamente, y se llevó a volumen, se esperó 15 minutos a que el color se desarrollara. Se transfirió una porción de esta solución a la celda fotométrica y se determinó a 540 nm contra un blanco en un colorímetro Spectronic 200 Thermo Fisher Scientific (Massachusetts, Estados Unidos). Finalmente se determinó el nitrito presente por comparación con una curva estándar.

Preparación de la curva estándar

Se pesaron 500 mg NaNO_2 Sigma-Aldrich (San Luis, Misuri, Estados Unidos) y se disolvieron en 500 mL de agua destilada libre de nitrito (solución madre), de esta solución se tomaron 100 mL y se llevaron a volumen de 1000 mL (solución intermedia). Por último, se tomaron 10 mL de la solución intermedia y se llevaron a 1000 mL (solución de trabajo). Posteriormente se transfirieron alícuotas de 10, 20, 30 y 40 mL de solución estándar de trabajo a 4 matraces volumétricos de 50 mL. A cada alícuota se le agregó 2,5 mL de reactivo de SFA, se mezcló, después de 5 minutos se agregaron 2,5 mL de reactivo NED, se mezcló nuevamente, y se llevaron a volumen, luego se dejó reposar por 15 minutos para que se desarrollara el color. Se transfirió una porción de esta solución a la celda fotométrica y se determinó a 540 nm contra un blanco (mezcla de reactivo de NED, reactivo de SFA y agua) en un colorímetro Spectronic 200 Thermo Fisher Scientific (Massachusetts, Estados Unidos).

Análisis Estadístico

El análisis de las mediciones obtenidas se realizó mediante el uso de métodos utilizando el programa Microsoft Excel versión 2013.

Resultados

Con respecto a los embutidos, no se observaron cambios de color y olor significativos en relación con la presencia de nitritos (como en los casos donde se presentan quemaduras por nitritos). Esto se debió a que el almacenamiento se realizó bajo condiciones de mercado para consumo.

Los resultados de los ensayos espectrofotométricos para la determinación de la presencia de NaNO_2 en las 48 muestras de mortadela, se reflejan en la Tabla 1. Asimismo, en la Tabla 2 se puede observar la distribución porcentual en cuartiles.

La concentración máxima encontrada de NaNO_2 fue de 106.42 mg/kg que correspondió a la muestra codificada como M5L3b la cual sobrepasa la concentración permitida por el Codex, pero no la del RTCA⁵ que es la normativa nacional de referencia.

En la Fig. 1, se representa la concentración de las 48 muestras analizadas que se encontraron por debajo del límite máximo (130 mg/kg) establecido en el RTCA⁵, mientras que 27 están por debajo de límite máximo (80 mg/kg) establecido en la GSFA, Codex STAN 192-1995⁴.

Para una representación más clara de los resultados ver Fig. 2. Asimismo, se distribuyeron en cuartiles (como se observa en la Tabla 2) donde se representa que el 81.25 % de las muestras (39) presentaron concentraciones entre 65-97.5 ppm de NaNO_2 y un 4.17% mostró una concentración cercana a el límite máximo de los 130 ppm establecido en el RTCA⁵.

Fig. 2 Distribución porcentual de la Concentración de NaNO_2 encontrada en mortadela según RTCA5 (Fuente: elaboración propia, febrero 2020).

Los resultados de las concentraciones de las muestras se distribuyeron en rangos como se observa en la Tabla 3, encontrando que el 43.75% (21) tienen concentraciones entre 60.1 ppm a 80 ppm, cabe resaltar que este mismo porcentaje sobrepasa el límite establecido por el Codex, representado en la Fig. 3.

Discusión

La presencia de concentraciones elevadas de nitritos se ha visto asociada a distintos problemas de salud en los consumidores, entre ellos, quizás el más importante, es la formación de nitrosaminas, productos con acción cancerígena demostrada pero que no se forman de manera automática en cualquier circunstancia, ya que necesitan condiciones potenciadoras, por ejemplo un pH ácido, calor y consumo prolongado, esto hace que se presenten efectos a través de mecanismos indirectos que puedan llevar a efectos tóxicos como consecuencia a la reactividad del óxido nitroso que se produce durante el proceso de curado^{9,10}.

La Dosis Máxima de Uso de un aditivo es la concentración más alta que puede ser utilizada por la industria alimentaria, establecida por la comisión del Codex Alimentarius. Dentro de este límite de concentración se considerará que su uso es funcionalmente eficaz en un alimento o categoría de alimentos para conservar su inocuidad. Por lo general se expresa como miligramo de aditivo por kilogramo de alimento^{4,5}.

A nivel centroamericano, las concentraciones de NaNO_2 aceptables, presente en los embutidos, se especifican a un nivel máximo de 130 mg/kg establecido en la normativa del RTCA5 el cual es una adaptación de la norma Codex STAN 192-1995⁴. Al comparar los resultados de este estudio, se evidencia que el 100% (48) de las muestras no representan un riesgo sanitario según la normativa nacional y por ende en la Centroamericana, mientras que un 56.25% (27) no cumpliría lo establecido según normativa del Codex⁴.

El promedio de concentración de NaNO_2 encontrado en este estudio fue de 76.32 ± 15.41 mg/kg, lo que concuerda con el estudio de Payés¹¹ y Sánchez-Gutiérrez *et al.*¹², en el cual realizó una evaluación del chorizo y la mortadela producida a nivel artesanal e industrial en Honduras y comercializada en los mercados de Tegucigalpa, determinando que el contenido de NaNO_2 en todas las muestras no representó un riesgo para el consumidor por no sobrepasar el límite máximo permitido.

En relación con la normativa del Codex Alimentarius, este estudio evidencia que un 56.25% (27) de las muestras de mortadela analizadas cumple con la DMU recomenda-

Lote	Promedio de Nitrito de Sodio (mg/kg) ± DS
M1L1	86.32 ± 2.77
M1L2	85.12 ± 3.86
M1L3	85.92 ± 1.20
M2L1	70.72 ± 1.83
M2L2	72.32 ± 3.02
M2L3	69.12 ± 2.08
M3L1	73.12 ± 5.67
M3L2	74.32 ± 3.02
M3L3	86.32 ± 7.62
M4L1	86.72 ± 9.62
M4L2	82.32 ± 2.40
M5L1	95.92 ± 7.99
M5L2	83.92 ± 6.61
M5L3	78.32 ± 24.51
M6L1	46.32 ± 11.00
M6L2	44.32 ± 4.54

Tabla 1. Resultados de la valoración promedio de las concentraciones de NaNO_2 presente en las muestras de mortadela industrial producida en Honduras y distribuida en Tegucigalpa en el año 2019.

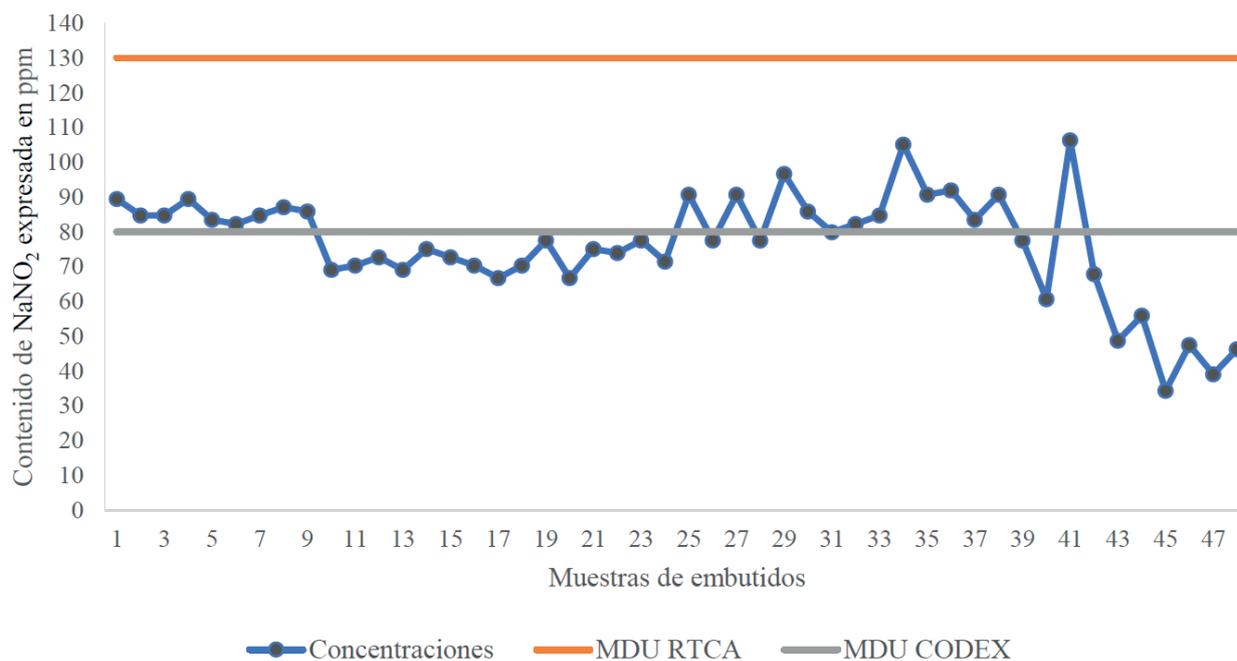


Figura 1. Representación de la concentración de NaNO_2 presente en las muestras en relación con los límites establecidos en la normativa del RTCA⁵ y GSFA, Codex STAN 192-1995⁴.

Rangos de porcentaje	0 - 32.5	32.6 - 64.99	65.00 - 97.5	97.6 - 130
Porcentaje	0	14.58	81.25	4.17
Frecuencia	0	7	39	2

Tabla 2. Distribución porcentual en cuartiles del contenido de NaNO_2 en las muestras de acuerdo al MDU establecido en el RTCA⁵.

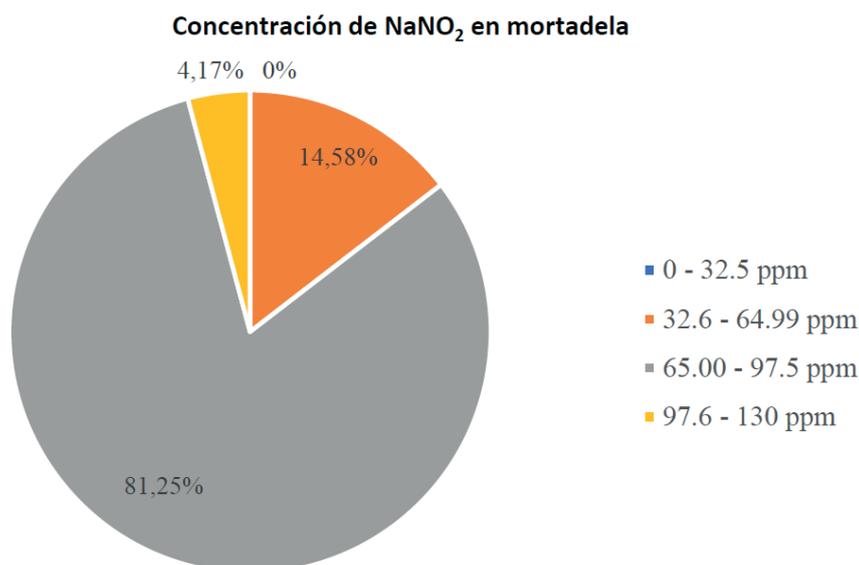


Figura 2. Distribución porcentual de la Concentración de NaNO_2 encontrada en mortadela según RTCA⁵.

da de 80 mg/kg, lo que concuerda con los resultados obtenidos por López-Flores y col.¹³, reflejando que en nuestro país las empresas productoras utilizan concentraciones de nitritos por encima del valor recomendado.

Por otro lado, de acuerdo con el estudio realizado por Fernández Álvarez & Hierro Paredes¹⁴, los nitritos son sustancias con acción antimicrobiana, fundamentalmente frente a bacterias anaerobias, específicamente a una concentración de 50 a 100 mg por kg de producto. Dato que concuerda con el 89.58% (43) de las muestras de este estudio, probablemente logra alcanzar el efecto antimicrobiano esperado. El 10.42% (5) mostró una concentración menor a los 50 mg/kg lo que significa un riesgo de inocuidad alimentaria y finalmente, el 4.17% (2) sobrepasa el valor necesario para la inhibición de bacterias anaerobias, lo que podría incidir en posibles factores de riesgo como formación de compuestos nitrogenados, metahemoglobinemia y formación de nitrosaminas promotoras de efectos cancerígenos que elevan el riesgo de incidencia de cáncer colorrectal, cáncer de páncreas, cáncer de próstata y cáncer gástrico^{15,16}.

Es importante resaltar que las 6 muestras (2.88%) (de la marca M6 de los lotes L1 y L2) que presentan la menor concentración de nitritos probablemente no deberían considerarse la mejor opción para consumo ya que esto podría representar que dichas muestras contienen una menor cantidad de carne y un mayor contenido de otros compuestos no proteicos¹⁷.

Conclusiones

De todas las muestras analizadas en este estudio, el 100% (48) presentaron una concentración de NaNO_2 dentro de los parámetros establecidos por el RTCA y un 56.25% (27) según el Codex. No obstante, un 10.42% de las muestras presentó una concentración por debajo de los 50 mg/kg de mortadela lo que podría generar un riesgo para la salud. Por ello recomendamos fortalecer el sistema de control alimentario nacional para minimizar las brechas existentes en el etiquetado de los productos embutidos mortadela, en vista de que es notorio la falta de información referente al contenido de NaNO_2 presente en el producto. Esta acción dará confianza al consumidor sobre la calidad del producto y así disminuirá los posibles riesgos sanitarios inducidos sobre su consumo. No se observaron cambios de olor y color en las muestras. Es importante realizar este tipo de estudios con un mayor número de muestras.

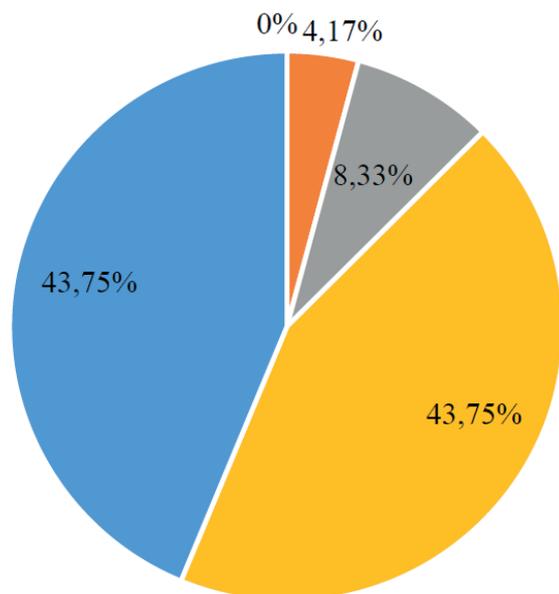
Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de Honduras a través de la Dirección de Investigación Científica (ahora Dirección de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica (DICHT)) por apoyar esta investigación con una beca y asesoramiento técnico. Asimismo, agradecemos a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por su apoyo en la gestión de equipo e instalaciones.

Rangos de porcentaje	0 - 20	20.1 – 40	40.1 - 60	60.1 – 80
Porcentaje	0	4.17	8.33	43.75
Frecuencia	0	2	4	21

Tabla 3. Distribución porcentual en cuartiles del contenido de NaNO_2 en las muestras de acuerdo el MDU establecido en el Codex⁴.

Concentración de NaNO_2 en mortadela



- 0 - 20 ppm
- 20.1 - 40 ppm
- 40.1 - 60 ppm
- 60.1 - 80 ppm
- > 80 ppm

Figura 3. Distribución porcentual de la concentración de nitrito encontrada en mortadela, según Codex⁴ (Fuente: Elaboración propia, febrero 2020).

Conflictos de Interés

No hay conflicto de intereses por parte de los autores.

Referencias bibliográficas

1. FAO-Inocuidad Y calidad de los alimentos. Disponible en línea <http://www.fao.org/food-safety/es/> (Acceso el 10 septiembre 2021).
2. Organización Mundial de la Salud-Declaración de la OMS sobre los vínculos entre la carne procesada y el cáncer colorectal. Disponible en línea: <https://www.who.int/es/news-room/detail/29-10-2015-links-between-processed-meat-and-colorectal-cancer> (acceso el 6 septiembre 2021).
3. Agencia Catalana de seguridad alimentaria-Nitratos, nitritos y nitrosaminas. Disponible en línea: <https://acsa.gencat.cat/es/detall/article/Nitratos-nitritos-y-nitrosaminas> (acceso el 15 septiembre 2021).
4. Codex Alimentarius. Norma general para aditivos alimentarios. Codex STAND. 192-1995.; 2019; pp. 3.
5. Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO). Alimentos y Bebidas Procesadas- Aditivos Alimentarios. Reglamento técnico centroamericano 67.04.54.18. 2019; pp. 419.
6. AOAC. Método Nitrito: Official Methods of Analysis Internacional A. Method 973.31.19th ed.; AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, 2012.
7. Latimer G. Official Methods of Analysis. Arlington, Meat and meat products. 19th ed.; VA: AOAC International. 2012; pp. 8.
8. Secretaría de Desarrollo económico-30 productos de la canasta básica hondureña. Disponible en línea: <https://sde.gob.hn/> (acceso el 10 septiembre 2021).
9. Ventanas, S.; Martín, D.; Estévez, M.; Ruiz, J. Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos (I). Eurocarne 2004, 129, 1-15.
10. Bazán Lugo E. Nitritos y nitratos: su uso, control y alternativas en embutidos cárnicos. NACAHME 2008, 2, 160-187.
11. Payés G AM. Estudio preliminar sobre la calidad química y microbiológica de chorizo crudo y mortadela comercializada en mercados de Tegucigalpa. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, 1998.
12. Sánchez-Gutiérrez, R. A.; Ledezma-Zamora, K. M.; & Ramírez-Leiva, A. M. Contenido de nitrito residual en muestras de embutidos comercializados en el mercado nacional, I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales, Costa Rica, 2019.
13. López Flores, K. M.; Zelaya, R.; Leyden, V. Cuantificación de la concentración de nitrito de sodio en salchicha, jamón y mortadela comercializados en supermercados del municipio de Santa Ana en el año de 2013. Tesis doctoral, San Salvador, 2014.
14. Fernández Álvarez, M.; Hierro Paredes, E. Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, España, 2016.
15. Farré, R. Consumo de carne y cáncer. Investigación y Ciencia, 2019, 50.
16. Ordoñez, J. A.; Cambero, M. I. El consumo de carne en su justa medida (pros y contra). Salud pública y medio ambiente, 2019, 14, 19-25.
17. Comisión Codex Alimentarius. Programa conjunto de la FAO/OMS sobre normas alimentarias. 49 CdCspaR., 2017.