

Determinación del contenido de nitrito de sodio en dos productos cárnicos por medio de cromatografía de iones en la región de Occidente en Costa Rica

Determination of sodium nitrite content in two meat products by ion chromatography in the western region of Costa Rica

Priscilla M. Rojas-Alvarado¹

Universidad de Costa Rica, Grecia, Costa Rica

priscilla.rojasalvarado@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0001-5640-3640>

Laura A. Vindas-Angulo²

Universidad de Costa Rica, Grecia, Costa Rica

laura.vindasangulo@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0002-1399-9293>

Fecha de recibido: 28-10-2022

Fecha de aceptación: 27-9-2023

Resumen

El nitrito de sodio es un preservante eficaz utilizado en productos cárnicos por su capacidad de inhibir a los microorganismos patógenos; sin embargo, cuando la cantidad de nitrito de sodio es alta se pueden formar nitrosaminas, compuestos cuya peligrosidad es alarmante. Las normativas existentes no indican un valor mínimo de nitrito de sodio; no obstante, para que el nitrito de sodio sea capaz de inhibir la proliferación de microorganismos patógenos en los productos cárnicos debe encontrarse en una cantidad mínima de 50 ppm. En el presente estudio, se cuantificó el nitrito de sodio por medio de cromatografía de iones en muestras de salchichón criollo y en chicharrón de carne en la región de Occidente en Costa Rica, lo anterior mediante la metodología validada por Rojas y Vindas (2023). Para las muestras de salchichón criollo del total estudiado, cuatro presentaron valores mayores a 125 ppm mientras que un 50.8 % de las muestras analizadas obtuvieron cantidades menores a 50 ppm, de manera que en estas la cantidad de nitrito de sodio es insuficiente y esto puede propiciar el crecimiento de microorganismos patógenos. En el caso del chicharrón de carne, se evidenció que hay cantidades de nitrito de sodio cuantificables y detectables en las muestras de chicharrón de carne, lo cual indica que este producto se está adulterando con nitrito de sodio, debido a que no es permitido que se le adicione el mismo a este producto.

Palabras clave: nitrito de sodio, chicharrón de carne, salchichón criollo, cromatografía de iones, embutidos.

1 Licenciada en Laboratorista Químico. Docente en Universidad de Costa Rica. Recinto Grecia.

2 Máster en Sistemas Modernos de Manufactura y Bachiller en Química. Docente en Universidad de Costa Rica. Recinto Grecia.

Abstract

Sodium nitrite is an effective preservative used in meat products for its ability to inhibit pathogenic microorganisms. However, when the quantity of sodium nitrite is high, it can lead to the formation of nitrosamines, compounds with alarming health risks. Existing regulations do not specify a minimum value for sodium nitrite; nevertheless, for sodium nitrite to effectively inhibit the proliferation of pathogenic microorganisms in meat products, it must be present in a minimum quantity of 50 ppm. In this current study, sodium nitrite was quantified using ion chromatography in samples of sausages and “chicharrón” from the western region of Costa Rica, following the methodology validated by Rojas and Vindas (2023). Among the sausage samples analyzed, four out of the total exceeded 125 ppm, while 50.8 % of the samples obtained quantities lower than 50 ppm, indicating insufficient sodium nitrite content in these, which could facilitate the growth of pathogenic microorganisms. In the case of “chicharrón” samples, quantifiable and detectable amounts of sodium nitrite were found, indicating that this product is being adulterated with sodium nitrite, as its addition is not permitted for this product.

Keywords: sodium nitrite, meat greaves, creole sausage, ion chromatography, sausages.

I. Introducción

Los nitritos se han utilizado como preservantes en embutidos desde el siglo XIX, debido a que estos presentaban mejores efectos preservantes que la sal común (NaCl) (Honikel, 2008); además, se encargan de estabilizar el color rojo de los pigmentos naturales de la carne, retrasan la rancidez, contribuyen con el desarrollo del sabor e inhiben la descomposición anaeróbica y la proliferación de microorganismos patógenos (Rodríguez, Vargas y Gómez, 2009; Ruiter y Scherpenisse, 2011; Ruiz et al., 2016), dentro de las bacterias que inhiben los nitritos se encuentran *Clostridium botulinum* y *Staphylococcus aureus* (Ruiter y Scherpenisse, 2011; Iammarino et al., 2013), también inhibe la bacteria *Salmonella* (Quintero y López-Munguía, 1993) y la bacteria *Listeria monocytogenes* (Hospital, Temprano, Hierro, Fernández y García, 2018). Sin embargo, aunque son considerados de los mejores preservantes por su gran efectividad, se han detectado intoxicaciones por altos contenidos de nitritos en embutidos; tal es el caso de Alemania donde murieron personas, debido a intoxicaciones por adición excesiva de nitritos en los productos cárnicos en los años 30 del siglo XX (Honikel, 2008).

La adición de cantidades elevadas de nitritos, además de causar intoxicaciones, da paso a la

formación de nitrosaminas, esto mediante una reacción entre los nitritos y las aminas secundarias en medio ácido (Vargas, 1996); estos compuestos son considerados carcinogénicos (Selbes, 2014), lo anterior hizo necesario la restricción en el uso de este preservante, por lo que realizaron estudios para conocer la concentración adecuada de nitrito; es decir, la concentración a la cual su función como preservante fuera eficiente y sin riesgo de generar nitrosaminas. De esta manera, fue como se reguló la adición del nitrito de sodio usado como preservante en distintos países.

Generalmente, la cantidad permitida de nitritos a nivel mundial se encuentra en el ámbito de 120-150 mg/kg (Rath y Reyes, 2015). En la actualidad, según el Código de Reglamentos Federales de Estados Unidos de América (2017), el contenido de nitrito de sodio en embutidos no debe exceder 200 mg/kg (FDA, 2017). En Costa Rica se permite una concentración máxima de 125 mg/kg (Decreto Ejecutivo n.º 35079-MEIC-MAG-S, publicado en La Gaceta n.º 45 del 5 de marzo del 2009).

Este valor indicado se trata del nitrito de sodio residual; cuando se añade nitrito de sodio a los productos cárnicos se producen una serie de reacciones con los componentes del producto, tales como: la oxidación en nitratos que reacciona con

la mioglobina, con los grupos sulfhidrilo, con la grasa y proteínas del producto; adicional, una parte se transforma en gas (Ureña, 2016), esto implica que el nitrito de sodio total agregado inicialmente disminuya (Arnau, Guardia, Gratacós, Fernández, Hierro, Roncalés, Carballo, Villegas, Ruíz y Sanjuán, 2013). Lo anterior sucede a través de las etapas de procesado, conservación, preparación y consumo (Arnau et al., 2013).

De acuerdo con Vindas, Rodríguez y Araya, (2019), el nitrito residual en los productos cárnicos es de aproximadamente un 35 %; es decir, que la disminución del nitrito agregado inicialmente ronda en un 65 %; en esto coincide Ureña (2016), el cual indica que del nitrito agregado inicialmente “entre un 10 % al 30 % permanece intacto como nitrito residual”; por su parte, Arnau et al., (2013), indica que entre un 5 % al 20 % del nitrito añadido inicialmente, se encuentra como nitrito residual al pasar por las etapas mencionadas.

Es de gran importancia indicar que los reglamentos existentes no indican un valor mínimo permitido; sin embargo, de acuerdo con Palaveciano y Palacio (2017), es necesario que la concentración de nitrito de sodio se encuentre entre 50.00 ppm – 100.00 ppm para que el nitrito de sodio pueda inhibir adecuadamente el crecimiento de los microorganismos patógenos. Esto lo respalda Ureña (2016) quien indica que cuando las concentraciones de nitrito de sodio son mayores a 50 ppm se detiene el crecimiento de los microorganismos aerobios (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* y *Staphylococcus carnosus*); es decir, que a concentraciones menores de 50 ppm no se puede lograr esta inhibición.

Para efectos de este estudio, se realizaron análisis del contenido de nitrito residual en salchichón y chicharrón de cerdo; por su parte, la composición del salchichón consiste en carne de res, grasa, agua, sal, nitritos y nitratos, condimentos, sustancias de relleno y sustancias ligantes (Levin, 1990). El tipo de salchichón estudiado es al que se le conoce como

“criollo”, el cual es proveniente de carnicerías en las que lo elaboran, o bien comercializan de pequeñas y microembutidoras. Este tipo de salchichón puede contener carne de res, cerdo o pollo o ser una combinación de los tipos mencionados.

En el caso del chicharrón de cerdo, este es un producto que se elabora friendo la piel de cerdo con la grasa de este (Castro, Alcántara, Colón y Clavé, 1996). En Costa Rica, se elabora en pequeña escala, normalmente en carnicerías; así, el chicharrón de cerdo que se estudió para realizar esta investigación se elaboró a partir de la carne del cerdo, no de la piel. La compra de las muestras se llevó a cabo en las carnicerías directamente; es decir, que el producto analizado no es elaborado en una planta industrial.

Además, se plantea la hipótesis que a estas muestras se les adiciona nitrito de sodio, debido al color rojizo que presenta, el cual no es característico de este producto; cabe destacar que este producto no se encuentra normado por el Decreto Ejecutivo n.º 35079 (2009), debido a que no corresponde a un embutido; por lo tanto, no debería contener nitritos como preservantes.

El objetivo de este estudio fue la determinación de nitrito de sodio en dos productos cárnicos: salchichón y chicharrón de carne que se comercializa en carnicerías en la región de Occidente en Costa Rica por medio de cromatografía de iones.

II. Materiales y Métodos

2.1. Metodología de muestreo

La toma de muestras se hizo mediante la metodología de muestreo a juicio, en la que se emplea el conocimiento y la opinión del investigador para identificar los elementos de la población que deben incluirse en la muestra (Levin y Rubin, 2004); esto obedece a que la totalidad de las muestras deben cumplir con el reglamento y cualquier producto que se encuentre en venta al consumidor debe estar dentro de este parámetro. Esta metodología

es empleada por los entes nacionales encargados de la regulación de los productos embutidos en Costa Rica: el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) y el Ministerio de Salud. Esta última es la institución que se encarga de dar la orden de llevar a cabo los análisis (Vindas et al., 2019).

2.2. Localización de muestreo

El muestreo de los productos cárnicos de consumo nacional de salchichón y chicharrón se llevó a cabo en carnicerías, supermercados y chicharroneras de cinco cantones de la zona de Occidente, Palmares, San Ramón, Naranjo, Sarchí y Grecia.

2.3. Preservación de muestras

Vindas et al. (2019) encontraron que la cantidad de nitrito de sodio en el producto disminuía con el tiempo de almacenamiento. Por lo tanto, para disminuir los errores de medición, los productos se almacenaron por un máximo de tres días en condiciones de aislamiento de la luz, debido a que esta causa la descomposición del nitrito de sodio (Vidal, 1997).

2.4. Tamaño de muestra

Se llevó a cabo un estudio poblacional en los cinco cantones mencionados para determinar cuáles carnicerías, supermercados y chicharroneras de los distritos centrales de los cantones del estudio elaboraban o comercializan los productos de interés.

De acuerdo con el estudio poblacional, se determinó que existen 63 carnicerías en total (22 en Grecia, 11 en Naranjo, 8 en Palmares, 12 en San Ramón y 10 en Sarchí) en el periodo de abril 2019 - junio 2019. Del total de 63 carnicerías, 61 elaboran o comercializan salchichón criollo y únicamente 15 carnicerías chicharrón de carne.

Según Vivanco (2005), existe una relación directa entre el tamaño de la muestra y los procedimientos de análisis. En cuanto a los procedimientos de

análisis univariados, los cuales se utilizan para estudiar el comportamiento de las variables de forma individual, no presentan exigencias respecto al número de muestras necesarias para su implementación. En este trabajo, se analizaron todas las muestras obtenidas del estudio poblacional con el fin de garantizar un tamaño adecuado para analizarse estadísticamente (Vivanco, 2005). Además, cada muestra se analizó por duplicado.

2.5. Metodología para el análisis de nitritos en productos de salchichón criollo y chicharrón de carne mediante la técnica de Cromatografía de Iones

Se llevó a cabo el método desarrollado por Rojas y Vindas (2023), en el cual se utilizó la técnica de cromatografía de iones, cuya técnica se basa en una múltiple transferencia de materia entre dos fases, una estacionaria y una móvil; en la última, se lleva a cabo la separación de los iones (Mauri, Llobat y Herráez, 2010).

Esta metodología fue validada por las autoras (Rojas y Vindas, 2023), en esta obtuvieron parámetros de desempeño aceptables, en cuanto a la linealidad obtuvieron tres curvas de calibración con $R^2 \geq 0.995$, para la precisión también obtuvieron valores aceptables (CV: 1.68 % para la repetibilidad y un CV: 1.01 % para la reproducibilidad) y para la veracidad obtuvieron un sesgo relativo de 4.31 %. En el caso del límite de detección el valor obtenido fue de 0.0003 ppm y para el límite de cuantificación el valor fue de 0.001 ppm.

Es importante indicar que esta metodología no corresponde al método oficial establecido en la legislación; sin embargo, Rojas y Vindas (2023) demostraron que no existía diferencia significativa entre el método desarrollado y el oficial.

Para efectos de este estudio, se tomarán límites superiores e inferiores, considerando que no se está utilizando la metodología oficial. Por tanto, el límite superior que se va a utilizar es de un valor de

125 ppm y como límite inferior un valor de 50 ppm, esto debido a que valores menores de 50 ppm de nitrito de sodio no logran una adecuada inhibición de los microorganismos patógenos (Ureña, 2016; Palaveciano y Palacio, 2017) y a valores mayores de 125 ppm se corre el riesgo de la formación de nitrosaminas (Selbes, 2014).

III. Resultados y Discusión

3.1. Contenido de nitrito de sodio en salchichón criollo

El análisis de muestras se llevó a cabo en cinco cantones de la zona de Occidente en Costa Rica, en el Cuadro 1 y en la Figura 1 se observan los resultados correspondientes a los cinco cantones. Para el caso de las muestras estudiadas en Grecia, dos de ellas presentan concentraciones de nitrito de sodio residual superiores a 125 ppm; en el caso de Sarchí una muestra del total analizada presentó una concentración de 204.1 (± 0.5) ppm, este valor es mayor, en gran medida, con respecto al límite superior (125 ppm) e incluso, es mayor que el valor máximo indicado por la FDA (200.00 ppm); por lo tanto, esta muestra representa un peligro para el consumo humano, debido a que concentraciones elevadas de nitrito de sodio representan un problema por la formación de nitrosaminas, compuestos que tienen efectos cancerígenos (Corpet, 2011; Selbes, 2014; Rath y Reyes, 2015; Ruíz, Herrero y Jiménez, 2016). Además, las altas cantidades de nitrito de sodio pueden provocar problemas de salud graves en los consumidores, como la metahemoglobinemia (Basulto, Manera y Baladia, 2013; Ruiz et al., 2016).

En cuanto al caso de San Ramón del total de muestras analizadas, solamente la muestra SR-DMN-01 presentó una concentración mayor al límite superior la cual fue de 125.5 (± 0.3) ppm. Para los casos de Naranjo y Palmares, del total de las muestras analizadas ninguna presentó una concentración mayor al valor del límite superior.

Ahora bien, para el análisis de los valores obtenidos con respecto al límite inferior propuesto en este estudio (50 ppm), se obtuvo que diez de las muestras analizadas en Grecia (Cuadro 1; Figura 1) presentaron concentraciones de nitrito de sodio residual menores a este límite; para el caso de Sarchí (Cuadro 1; Figura 1), siete de las muestras presentaron concentraciones de nitrito de sodio residual menores al límite e incluso dos de estas no fueron detectables. Con respecto a Naranjo (Cuadro 1; Figura 1), seis de las muestras analizadas presentaron concentraciones de nitrito de sodio residual menores al límite; además, del total de diez muestras, dos no fueron detectables. De un total de doce muestras analizadas en San Ramón (Cuadro 1; Figura 1), dos no fueron detectables y las muestras SR-DMN-07 y SR-DMN-10 presentaron valores apenas detectables. Por último, dos de las muestras analizadas en Palmares (Cuadro 1; Figura 1) presentaron concentraciones de nitrito de sodio menores al límite inferior.

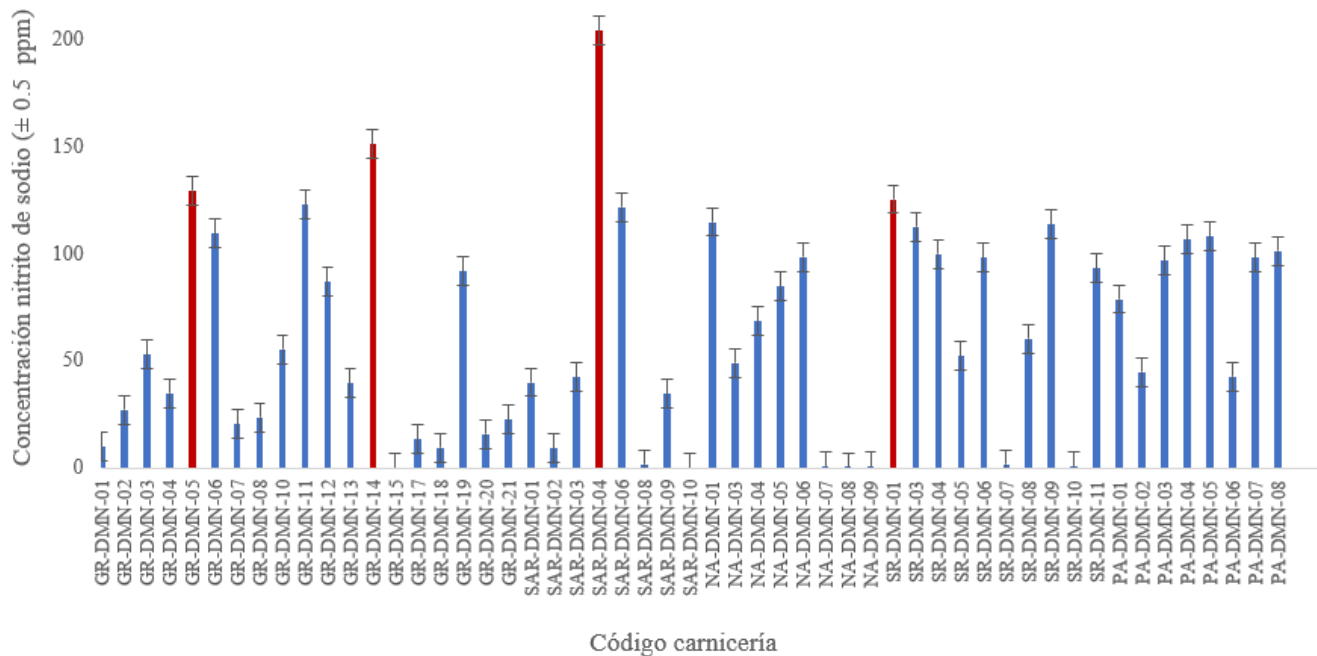
De acuerdo con Ureña (2016) y Palavecino y Palacio (2017), es necesario que la concentración de nitrito de sodio se encuentre en una cantidad mínima de 50 ppm, de esta manera se da una inhibición adecuada de los microorganismos patógenos. En relación con lo obtenido, un porcentaje de 50.8 % de las muestras de salchichón criollo presentaron cantidades menores a 50 ppm; lo anterior puede ocurrir debido a que no se agrega una cantidad de nitrito de sodio adecuada; asimismo, como ya se mencionó, el nitrito reacciona con los componentes del producto, logrando una disminución de este, cuando la cantidad de nitrito de sodio residual es menor a 50 ppm, no se logra una eficiente preservación del producto; es decir, no se logra la inhibición de microorganismos de manera adecuada (Myers, 2015), lo cual es peligroso para el consumidor.

Cuadro 1.*Resultados del contenido de nitrito de sodio en muestras de salchichón criollo.*

Código Carnicería	Promedio nitrito de sodio (ppm)	Código Carnicería	Promedio nitrito de sodio (ppm)
GR-DMN-01	10.08 ⁽¹⁾	NA-DMN-01	114.9 ± 0.3
GR-DMN-02	27.05 ± 0.07	NA-DMN-02	ND ⁽³⁾
GR-DMN-03	52.9 ± 0.1	NA-DMN-03	49.1 ± 0.1
GR-DMN-04	34.97 ± 0.09	NA-DMN-04	68.7 ± 0.2
GR-DMN-05	129.6 ± 0.3 ⁽²⁾	NA-DMN-05	84.7 ± 0.2
GR-DMN-06	109.4 ± 0.3	NA-DMN-06	98.5 ± 0.2
GR-DMN-07	20.68 ± 0.07	NA-DMN-07	0.65 ⁽¹⁾
GR-DMN-08	23.63 ± 0.07	NA-DMN-08	0.45 ⁽¹⁾
GR-DMN-10	55.3 ± 0.1	NA-DMN-09	0.92 ⁽¹⁾
GR-DMN-11	123.0 ± 0.3	NA-DMN-10	ND ⁽³⁾
GR-DMN-12	86.9 ± 0.2	SR-DMN-01	125.5 ± 0.3 ⁽²⁾
GR-DMN-13	39.6 ± 0.1	SR-DMN-02	ND ⁽³⁾
GR-DMN-14	151.3 ± 0.4 ⁽²⁾	SR-DMN-03	112.5 ± 0.3
GR-DMN-15	45.2 ± 0.1	SR-DMN-04	99.8 ± 0.2
GR-DMN-17	13.44 ± 0.05	SR-DMN-05	52.4 ± 0.1
GR-DMN-18	9.46 ± 0.05	SR-DMN-06	98.3 ± 0.2
GR-DMN-19	92.0 ± 0.2	SR-DMN-07	1.67 ⁽¹⁾
GR-DMN-20	15.82 ± 0.05	SR-DMN-08	60.5 ± 0.2
GR-DMN-21	22.69 ± 0.07	SR-DMN-09	113.7 ± 0.3
SAR-DMN-01	40.1 ± 0.1	SR-DMN-10	0.61 ⁽¹⁾
SAR-DMN-02	9.23 ± 0.04	SR-DMN-11	93.4 ± 0.2
SAR-DMN-03	42.4 ± 0.1	SR-DMN-12	ND ⁽³⁾
SAR-DMN-04	204.1 ± 0.5 ⁽²⁾	PA-DMN-01	78.9 ± 0.2
SAR-DMN-05	ND ⁽³⁾	PA-DMN-02	44.8 ± 0.1
SAR-DMN-06	121.9 ± 0.3	PA-DMN-03	96.7 ± 0.2
SAR-DMN-07	ND ⁽³⁾	PA-DMN-04	106.6 ± 0.3
SAR-DMN-08	1.70 ⁽¹⁾	PA-DMN-05	108.1 ± 0.3
SAR-DMN-09	34.64 ± 0.09	PA-DMN-06	42.7 ± 0.1
SAR-DMN-10	100.5 ± 0.2	PA-DMN-07	98.1 ± 0.2
		PA-DMN-08	101.3 ± 0.2

Nota: (1) El dato es un aproximado, debido a que la señal obtenida no fue cuantificable dentro de la curva de calibración; sin embargo, fue detectable. (2) Concentración superior a la norma. (3) No detectable. Elaboración propia.

Figura 1.
Resultados del contenido de nitrito de sodio en salchichón criollo.



Aunado con lo anterior, en estas muestras, donde se obtuvieron concentraciones menores a 50 ppm y donde incluso se obtuvieron muestras no detectables, estas son propensas al crecimiento de microorganismos patógenos, ya que el nitrito de sodio es conocido como un preservante muy eficiente, puesto que protege al embutido de la bacteria *C. botulinum*, la cual es el microorganismo patógeno más crítico en los alimentos que puede causar botulismo alimentario (Argelich, Nogué, Soler y Serra, 2014), y puede intoxicar a los consumidores de manera grave; además de provocar síntomas como náuseas, vómitos, fatiga y hasta la muerte en casos severos (Myers, 2015).

Asimismo, la incidencia relativamente baja del *C. botulinum* se debe a la adición del nitrito de sodio. Este se convierte en óxido nítrico para lograr la inhibición del *C. botulinum*, en la que los coadyuvantes de curación como el eritobato de sodio y el ascorbato de sodio aceleran la conversión del nitrito de sodio (Myers, 2015).

Históricamente, se han generado discusiones en relación con el uso del nitrito de sodio, debido a que se ha encontrado que cantidades elevadas de este eran peligrosas (Ruíz et al., 2016). Por esta razón, se han buscado otras alternativas para el curado de los embutidos, como el uso de otros preservantes. También, se ha planteado reducir la cantidad de nitrito de sodio y se ha optado por la búsqueda de preservantes orgánicos; sin embargo, no se ha encontrado un preservante tan eficaz como el nitrito de sodio. Incluso, Myers (2015) indica que ha visto, a través de numerosos estudios, que el nitrito de sodio es un ingrediente insustituible en el campo de las carnes procesadas.

Además, de acuerdo con el estudio de Arnau et al. (2013), en el que probaron la reducción de la cantidad de nitritos añadidos del 25 % y 50 % con respecto al máximo permitido, se encontró que al reducir la cantidad de nitrificantes se facilitaba el crecimiento de microorganismos patógenos. Los autores mencionan que los resultados obtenidos evidencian la importancia de una concentración

adecuada de nitrificantes para controlar la cantidad de patógenos. Esto se debe a que al usar el máximo permitido no se encontraron microorganismos patógenos en el producto final, mientras que al reducir en un 50 % y un 75 %, se presentaron incrementos en los recuentos de las bacterias (Arnau et al., 2013).

Por otra parte, en ensayos de inoculación de embutidos con *Listeria innocua* (como reemplazo de *Listeria monocytogenes*), dio como resultados que, en ausencia de sales nitrificantes, la bacteria se multiplicó durante la fase fermentativa del embutido. No obstante, en ensayos con presencia de nitrificantes se observó una inhibición desde las primeras etapas del proceso del embutido (Arnau et al., 2013), esto evidencia la importancia en el uso del nitrito de sodio. Por este motivo, las muestras en las que no fue detectable ni cuantificable el nitrito de sodio residual representan un peligro para los consumidores, debido a que el embutido no es adecuado para la inhibición de microorganismos patógenos.

3.2. Contenido de nitrito de sodio en chicharrón de carne

En cuanto a las muestras de chicharrón de carne, se observan los resultados obtenidos en el Cuadro 2 y en la Figura 2. Este tipo de muestra no se encuentra dentro de la norma vigente de embutidos, debido a que el chicharrón de carne no es un embutido.

Se decidió considerar este tipo de muestra, ya que durante las visitas a las carnicerías se observó que el producto presentaba una coloración rojiza que potencialmente podría deberse al ion nitrito, dado que el chicharrón de carne no presenta este color naturalmente. Además, actualmente no hay normativa que regule la venta de la sal de cura, por lo que esto hace probable que los productores puedan utilizarlo.

El chicharrón de carne no pasa por un proceso de curado, debido a que no es un producto que

necesite preservarse por un periodo como los embutidos, sino que es un producto que se prepara artesanalmente y que se consume en el momento, al contrario de otros productos cárnicos que, si pasan por procesos de curado. En Costa Rica este producto no está regulado por la legislación vigente; es decir, al chicharrón de carne no se le puede añadir nitrito de sodio; no obstante, en esta investigación se encontró presencia de nitrito de sodio en muestras de chicharrón de carne (Cuadro 2; Figura 2).

En la carnicería GR-DMN-13 se obtuvo la mayor cantidad de nitrito de sodio, una concentración de 54.8 (\pm 0.1) ppm, lo cual no es perjudicial para el consumo de acuerdo con el límite superior establecido en este estudio. Sin embargo, el chicharrón de carne como se indicó no debe contener nitrito de sodio. En los embutidos, los ingredientes, incluyendo el nitrito de sodio, se encuentran todos mezclados homogéneamente, mientras que en el chicharrón no sucede esto; por ende, en este producto la adición del nitrito de sodio no es de forma homogénea.

En el caso de las carnicerías GR-DMN-16, GR-DMN20, SAR-DMN-01, SAR-DMN-08, SR-DMN-01 y SR-DMN-07 no fue detectable el analito nitrito de sodio, en las demás carnicerías se encontró que presentaban cantidades inferiores a los 25 ppm de nitrito de sodio.

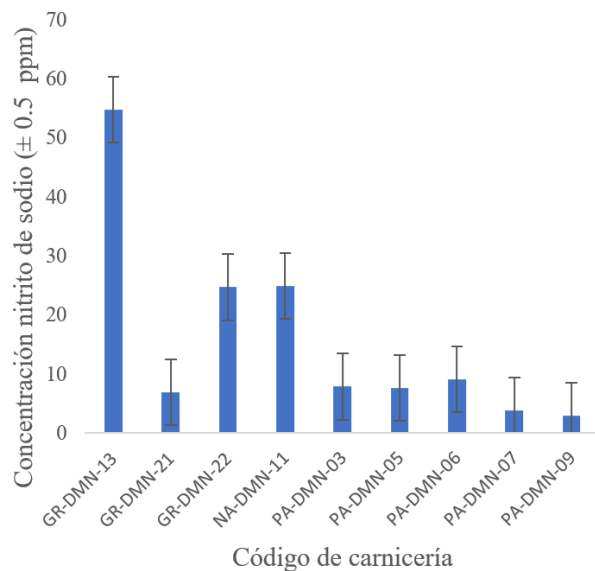
Aunque son cantidades bajas de nitrito de sodio, este no debería estar presente en este tipo de producto, puesto que como se mencionó este producto no necesita preservarse; por lo tanto, se utiliza el nitrito de sodio para potenciar el sabor del producto y para que este tome un color rojizo. Sin embargo, al no estar el nitrito de sodio mezclado de forma homogénea, se desconoce lo que esto puede causar al consumidor del producto.

Cuadro 2.
Contenido de nitrito de sodio en chicharrón de carne en el cantón de Grecia, Sarchí, Naranjo, San Ramón y Palmares.

Código Carnicería	Promedio nitrito de sodio (ppm)
GR-DMN-13	54.8 ± 0.1
GR-DMN-16	ND
GR-DMN-20	ND
GR-DMN-21	6.9 ± 0.1
GR-DMN-22	24.7 ± 0.2
SAR-DMN-01	ND
SAR-DMN-08	ND
NA-DMN-11	24.9 ± 0.2
SR-DMN-01	ND
SR-DMN-07	ND
PA-DMN-03	7.9 ± 0.1
PA-DMN-05	7.7 ± 0.1
PA-DMN-06	9.1 ± 0.1
PA-DMN-07	3.8 ± 0.1
PA-DMN-09	2.9 ± 0.1

Nota: (1) ND: No detectable, elaboración propia.

Figura 2.
Contenido de nitrito de sodio en chicharrón de carne en los cantones de Grecia, Sarchí, Naranjo, Palmares y San Ramón.



Es importante mencionar que, en el caso de este producto, se hicieron muestras enriquecidas para asegurar que el analito encontrado en los cromatogramas se trataba del nitrito de sodio con el fin de confirmar la identidad del analito encontrado. Esto debido a que al chicharrón originalmente no se le añade este analito; además, porque en algunos casos la cantidad de nitrito de sodio era tan poca que el pico no se observaba de manera adecuada.

Conclusiones

Con respecto al muestreo de salchichón criollo, los resultados indican que la mayoría se encuentran por debajo del límite superior (125 ppm); sin embargo, de la totalidad de las muestras, cuatro pueden representar un peligro para los consumidores porque superan el límite superior (125 ppm) propiciando la formación de nitrosaminas y de la metahemoglobinemia en los consumidores. Además, existe un porcentaje (50.8 %) de muestras que contienen cantidades menores al límite inferior (50.00 ppm). Esto evidencia una cantidad insuficiente de nitrito de sodio residual, lo que puede generar el crecimiento de microorganismos patógenos; de manera que, también afecta a los consumidores con enfermedades generadas por bacterias. Finalmente, se evidenció que hay cantidades de nitrito de sodio cuantificables y detectables en las muestras de chicharrón de carne. Esto indica que el producto se encuentra adulterado con este preservante, puesto que el uso del nitrito de sodio no se encuentra permitido para el caso de este producto en Costa Rica.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al laboratorio de química del Recinto de Grecia, Universidad de Costa Rica, por permitir el desarrollo del proyecto código 540-B8-049 "Desarrollo de un método para el análisis de nitritos en dos productos cárnicos: el salchichón y el chicharrón de carne de consumo nacional en la región de Occidente mediante la técnica de cromatografía de iones".

Bibliografía

- Argelich, R., Nogué, S., Soler, X. y Serra, N. (2014). Brote familiar de botulismo alimentario. *Medicina Clínica* 142(3), 137-138.
- Arnau, J., Guardia, M., Gratacos, M., Fernández, M., Hierro, E., Roncalés, P., Carballo, J., Villegas, B., Ruiz, J. y SanJuan, N. (2013). Implicaciones de la reducción de los niveles de uso de nitratos y nitritos en la seguridad, conservación, características sensoriales y modificaciones tecnológicas de los productos cárnicos. *Avances en la producción de elaborados cárnicos seguros*. (67-80)
- Basulto, J., Manera, M. y Baladia, E. (2013). Contenido de Nitrito de Sodio y Bases Volátiles Nitrogenadas Totales en el Salchichón Producido por Empresas Embutidoras Nacionales. *Pediatría Atención Primaria* 15,65-69.
- Castro, M., Alcántara, L., Colón y Clavé, M. (1996). *Cocina dominicana*. Editorial Icaria. <https://shorturl.at/tzDN4>
- Corpet, D. (2011). Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer. *Meat Science* 89, 310–316.
- Decreto N.º 35079-MEIC-MAG-S. (2009). *Productos cárnicos embutidos: salchicha, salchichón, mortadela y chorizo*. Especificaciones.
- Honikel, K. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science* 78, (68–76).
- Hospital, X., Temprano, L., Hierro, E., Fernández, M. y García de Fernando, G. (2018). Efecto del pH y de la concentración de nitrito en la velocidad de crecimiento de *Listeria monocytogenes*. In: Nuevas tendencias en microbiología de alimentos Sesión 3ª XX1 Congreso Nacional de Microbiología de Alimentos (SEM), Ed. *Universitat Rovira i Virgili*, 180, 181.
- Iammarino, M., Di Taranto, A. y Cristino, M. (2013). Endogenous levels of nitrites and nitrates in wide consumption foodstuffs: Results of five years of official controls and monitoring. *Food Chemistry*, 140(1), 763-771. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.10.094
- Levin, F. (1990). *Caracterización química del salchichón en Costa Rica* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José.
- Levin, R. y Rubin, D. (2004). *Estadística para administración y economía* (7ma ed). Editorial Pearson Educación México. <https://shorturl.at/dEGV6>
- Mauri, A., Llobat, M. y Herráez, R. (2010). *Laboratorio de análisis instrumental*. Editorial Universidad de Valencia. <https://shorturl.at/cdm04>
- Mital, S. (2012). HPLC of Nitrosamines in Food and Other Matrices. En, L., Nolle y, F. Toldra (3.a ed.). *Food Analysis by HPLC*. (893-922).
- Myers, M. (2015). *Efficacy of decreased nitrite concentrations on Clostridium perfringens outgrowth during an Appendix B cooling cycle for ready-to-eat meats* (Tesis de Maestría). Universidad del Estado de Iowa, Estados Unidos.

- Palaveciano, F. y Palacio, M. (2017). *Determinación de la concentración de nitritos en salchichas tipo Viena de marcas comerciales* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Quintero, R. y López-Munguía, A. (1993). *Bioteología alimentaria*. Editorial Limusa. <https://shorturl.at/tDJL1>
- Rath, S. y Reyes, F. (2015). Nitrosamines. En, L., Nollet y, F. Toldra (3.a ed.). *Handbook of Food Analysis Two Volume Set*. (Vol II-289–Vol II-299).
- Rodríguez, J., Vargas, É. y Gómez, M. (2009). *Procesos Industriales: manual de laboratorio para el análisis químico y control de calidad*. Heredia, Costa Rica: Editorial Universidad Nacional (EUNA).
- Rojas, P y Vindas, L. (2023). Desarrollo y validación de un método para la determinación de nitrito en productos cárnicos mediante cromatografía iónica. *Tecnología en Marcha*. 36(3), 87-98. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i3.6136>
- Ruiter, A. y Scherpenisse, P. (2011). Analysis of Chemical Preservatives in Foods. En S. Othles (2.a ed.). *Methods of Analysis of Food Components and Additives* (423-435).
- Ruíz, C., Herrero, A. y Jiménez, F. (2016). Determination of Nitrates and Nitrites. En, C. Ruiz y, L. Nollet. *Flow Injection Analysis of Food Additive* (135-152).
- Selbes, M. (2014). *The Effects Of Amine Structure, Chloramine Species and Oxidation Strategies On The Formation Of N-Nitrosodimethylamine* (Tesis Doctoral). Clemson University, Estados Unidos.
- Shafiur, M. (2007). Nitrites in Food Preservation. En M. Shafiur (2.a ed.).
- Ureña, L. (2016). *Estudio del comportamiento de la concentración del nitrito de sodio en el proceso de producción de embutidos*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional, Heredia.
- U.S. Food & Drug. (FDA). (2017). Food and Drugs Chapter I--Food and Drug Administration Department of Health and Human Services (Title 21, Volume 21).
- Vargas, S. (1996). *Estudio preliminar sobre el contenido de nitrito de sodio y bases volátiles nitrogenadas y nitrosaminas volátiles en el salchichón producido por empresas embutidoras nacionales* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José.
- Vidal, J. (1997). Tecnología de los embutidos curados. *CYTA - Journal of Food* 1(5), 129-133.
- Vindas, L., Rodríguez, N. y Araya, Y. (2019). Influencia de las características químicas y el tiempo de almacenamiento en el contenido de nitrito de sodio en salchichas elaboradas industrialmente. *RECyT* 21(31), 36-41.
- Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico: diseño y aplicaciones*. Editorial Universitaria. https://www.academia.edu/41237476/Vivanco_Muestreo_estad%C3%ADstico_dise%C3%B1o_y_aplicaciones_2005_