

Análisis de la eficacia del uso de los nitritos vegetales como sustituto para los nitritos convencionales utilizados en embutidos

González López D.M.^{1*} • Chamorro Ramírez F.H.¹ • González Sánchez J.F.¹ • Peña González E. M.¹

Palabras clave: Aditivos, inocuidad, toxicidad

Key words: Additives, safety, toxicity

Introducción

Los nitritos son utilizados como aditivos en la elaboración de embutidos con la finalidad de mejorar ciertas propiedades fisicoquímicas del producto. El uso de nitrito de sodio (NaNO_2 o E250) proporciona el color rosa-rojizo característico de los embutidos, de igual forma, contribuye al mejoramiento del sabor, retrasar la oxidación lipídica y ejercer un efecto antimicrobiano contra bacterias patógenas como *Listeria* spp., *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, entre otras, lo cual da como consecuencia el mantenimiento de la calidad e inocuidad del producto [1].

Sin embargo, el uso de nitritos en los embutidos ha sido cuestionado debido a su interacción con las aminas biógenas secundarias, provocando la formación

de nitrosaminas, las cuales diversas investigaciones muestran cualidades tóxicas, mutagénicas por daño celular y carcinógenas en diversos órganos y tejidos [2], por tal motivo el uso de nitritos en la industria alimentaria se encuentra regulado en todo el mundo. En México el límite máximo permitido en un producto terminado es de 156 ppm de nitrito de sodio/kg.

La industria cárnica ha optado por buscar productos con un contenido bajo de nitritos o utilizar alternativas naturales como respuesta a las exigencias de los consumidores. Actualmente, este campo es ampliamente estudiado en Estados Unidos, Asia y Europa donde el uso de apio, espinacas y betabel son los vegetales más analizados como posibles alternativas.

1 Laboratorio Veterinario de Ciencia de la Carne y Salud Pública, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, Calz. del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud Coyoacán 04960, Cd. de México, México.

* mcglez.d97@gmail.com



Sin embargo, aún no se establece un consenso de las fuentes naturales de nitrito que cumplan con los resultados deseados, un mejoramiento en la calidad e inocuidad iguales o mejores de los que brinda aparentemente el nitrito convencional. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar mediante un metaanálisis la eficacia del uso de nitritos vegetales como sustituto de nitritos convencionales utilizados en los embutidos.

Metodología

Se realizó un metaanálisis (revisión bibliográfica sistemática) de artículos científicos de la última década, provenientes de bases de datos de renombre como Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, Wiley Library Online, Elsevier y Springer Journals. Tomando en cuenta los artículos que correspondieran al menos a 3 de las siguientes palabras clave: *nitrite, alternative, sausage, color, flavor, pH, antioxidant, antimicrobial*. Para la selección de artículos se empleó la metodología descrita por Ma L. [3] con algunas modificaciones; la cual consistió en 3 etapas: identificación, cribado y preselección. Este último paso requirió la reformulación de una lista de verificación para evaluar la calidad de artículos científicos. Para el procesamiento y análisis de los datos recopilados (medias, desviación estándar y número de repeticiones por tratamiento) se utilizaron diagramas de bosque mediante el programa *Review Manager 5.4*.

Resultados y discusión

Los efectos en las características fisicoquímicas de los embutidos por la acción de los nitritos vegetales y convencionales se muestran con detalle a continuación, donde el uso de apio en polvo, aceite de cilantro, pasta de tomate cherry y salvia fueron algunos de los vegetales más utilizados como sustituto de nitritos de sodio y de potasio.

Efecto en el color

La Luminosidad (L^*) de los 32 tratamientos con nitritos vegetales (Figura 1), únicamente 4 de ellos tuvieron un efecto de variación con respecto a sus controles, mostrando una disminución de luminosidad, mientras que la tendencia al rojo (a^*), solo 6 de los tratamientos mostraron un aumento en los valores,

por otro lado, 6 tratamientos modificaron negativamente el color de los embutidos, siendo el uso de apio con achiote (13,000 ppm/250 ppm) y apio con carmín (10,000 ppm/500 ppm) los que mostraron una mayor disminución en el enrojecimiento del embutido (4.17 y 5.65 respectivamente) con respecto al control (12.76). Los resultados analizados difieren de los obtenidos por [4], donde el achiote provoca el aumento en la (a^*) con respecto al control esto es asociado a una mayor cantidad de norbixina (pigmento natural del achiote) con una tonalidad rojo-anaranjado-amarillo, el cual aumenta conforme aumenta la concentración. Por otro lado, la tendencia al amarillo (b^*) el mayor efecto se mostró en los embutidos tratados con extracto de *Salvia officinalis L.* (1,000 ppm) y el de *Flos sophorae* (2,000 ppm), donde los cambios en la (b^*) son asociados al pigmento natural característico de cada vegetal (betaxantinas, norbixina, entre otros) haciendo que la b^* disminuya y se torne azul [4].

Efecto en el sabor

Para la variable de sabor (Figura 2) se evaluaron 13 tratamientos, de los cuales 7 tuvieron un efecto respecto al uso de nitritos vegetales, siendo el uso de papa morada (4,500 ppm) y *Schisandra chinensis* (10,000 ppm), los que obtuvieron una calificación de 1.8 y 5.65, respectivamente, lo cual representa un valor no favorable en la escala hedónica (1-9). Estos resultados son atribuidos a la oxidación de lípidos y a la gran cantidad de ácido glutámico que contiene la papa morada, probando un sabor agridulce en los embutidos, lo que es poco agradable para el consumidor [5]. De igual forma, la disminución de sabor puede asociar a los distintos sabores que poseen los distintos vegetales (agridulce, picante, amargo y un poco salado).

Capacidad antioxidante (TBARS)

Se evaluaron 22 tratamientos (Figura 3), de los cuales 2 de ellos mostraron un efecto antioxidante al usar nitritos vegetales, siendo los estudios que utilizaron *Flos sophorae* (2,000 ppm) y chile erjingtiao los más representativos mostrando 0.075 y 0.077 mg/Kg de malondialdehído (MDA), respectivamente, siendo menores al control (0.43 mg/Kg de MDA), lo cual indica un efecto positivo al mejorar la actividad antioxi-

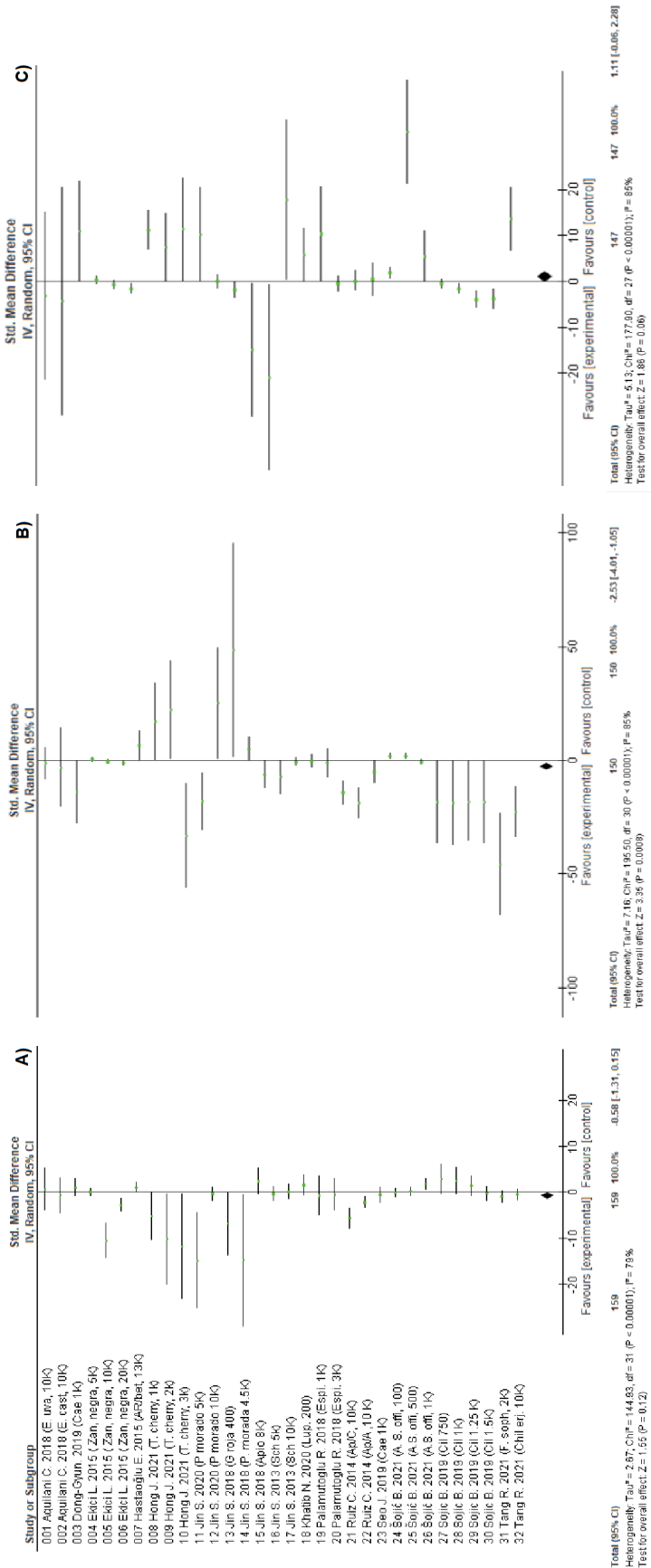


Figura 1. Efectos en el color de los embutidos por acción de nitritos vegetales y convencionales.
 A): Análisis de valores de Luminosidad (L*); B): Análisis de valores de tendencia al rojo (a*) y C): Análisis de valores de tendencia al amarillo (b*).

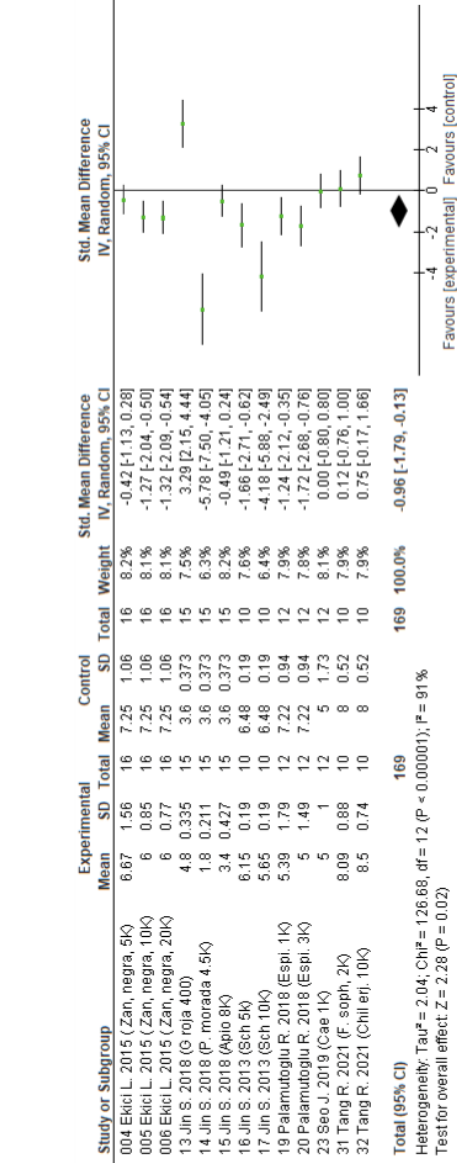
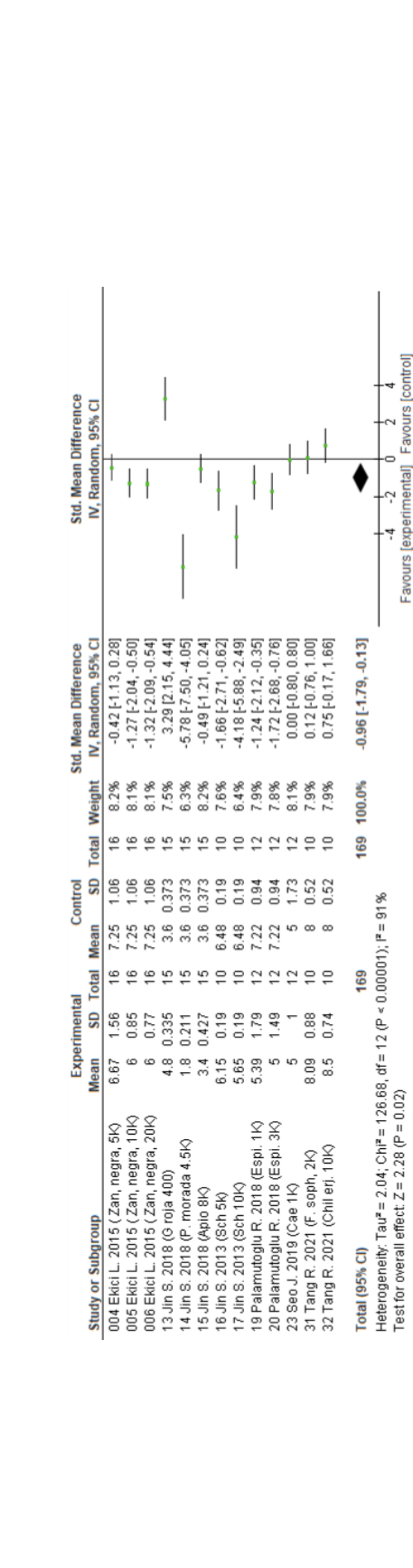


Figura 2. Efectos en el sabor de los embutidos por acción de nitritos vegetales y convencionales.

dante y reducir la oxidación lipídica de los embutidos en comparación al uso convencional de nitritos. Este efecto es atribuido a las estructuras poli fenólicas que contiene *Flos sophorae* y el chile erjingtiao, los cuales pueden inhibir la formación de radicales libres ejerciendo cierta actividad antioxidante [6]. Sin embargo, el resultado global de la capacidad antioxidante (TBARS) de los nitritos vegetales y convencionales en los embutidos, no fue significativo (P=0.79).

Capacidad antimicrobiana por Recuento Total en Placa (TPC)

De los 8 tratamientos analizados para esta variable (Figura 4), solo 2 tratamientos vegetales no muestra-

ron un efecto sobre la actividad antimicrobiana con respecto a sus controles.

Šojić B. [7] reportan valores de 1.7 log UFC/g de *E. coli*, a los 28 días de la elaboración del embutido usando aceite esencial de cilantro a concentraciones de 1,000, 1,250 y 1,500 ppm, a diferencia del uso de nitrito convencional, donde se obtuvieron valores de 2.25 log UFC/g; el aceite esencial de cilantro posee un alto potencial antimicrobiano, característica conferida por alcoholes monoterpenos (linalol y metanol), los cuales tienen actividad bacteriostática muy marcada contra *E. coli*. Estos componentes despolarizan la membrana de la bacteria al modificar la actividad iónica, inhibir sitios de acoplamiento de enzimas me-

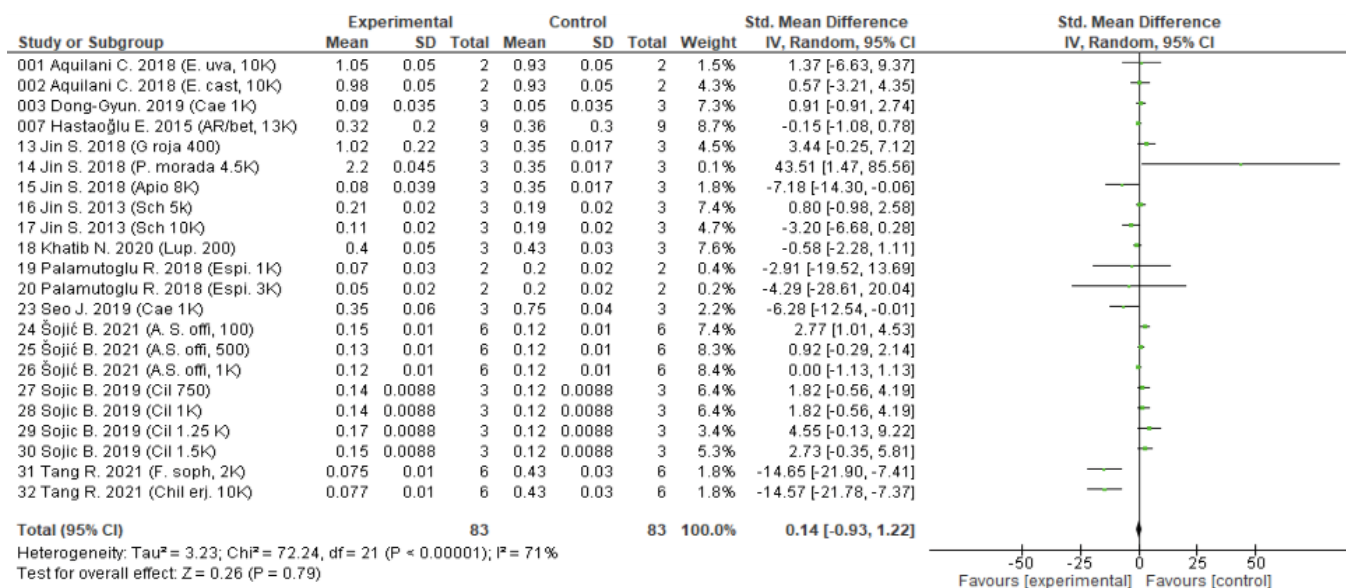


Figura 3. Efectos en la capacidad antioxidante (TBARS) de los embutidos por acción de nitritos vegetales y convencionales.

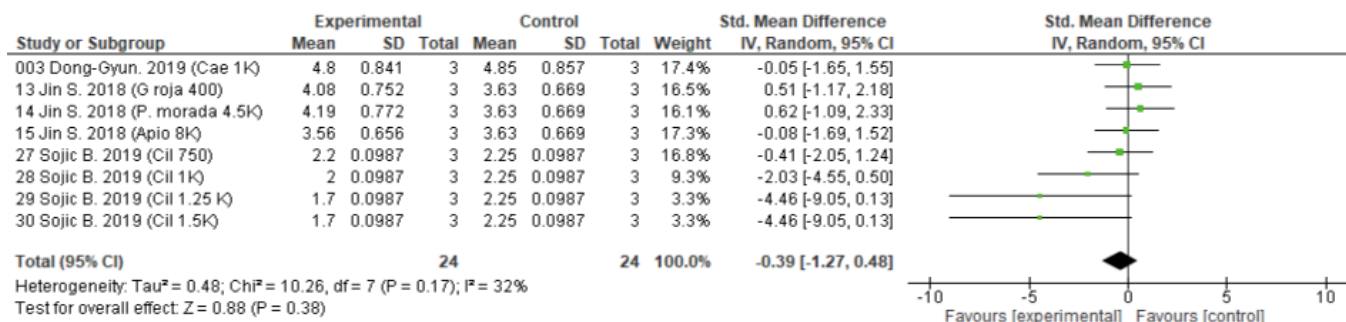


Figura 4. Efectos en la capacidad antimicrobiana por Recuento Total en Placa (TPC) de los embutidos por acción de nitritos vegetales y convencionales.

tabólicas y limitar el gradiente de protones, lo que junto con la actividad quelante del hierro y el carácter hidrófobo de los compuestos fenólicos, finaliza con daño celular bacteriano [7]. Por otro lado, 4 de los tratamientos no estuvieron por debajo de los límites permisibles establecidos en la NOM-213-SSA2-2018 (< 3 log UFC/g). Por esta razón, el resultado global del presente estudio no reflejó un efecto significativo.

Efecto en el pH

Para la variable pH se evaluaron 29 tratamientos (Figura 5), de los cuales solo 14 mostraron valores entre los 4.8 y 6 que corresponden a carne estable. Mientras que, lo 15 tratamientos restantes no cumplían con este parámetro. Los tratamientos con zanahoria negra a 5000 ppm y 10000 ppm, tomate cherry a 3000 ppm y *Salvia officinalis* L. a 100 y 1000 ppm mostrando pH de 5.26, 4.96, 5.76, 5.48 y 5.4 respectivamente. Este efecto es atribuido al perfil bioquímico del vegetal

utilizado tal como lo mencionan Hong J. [8] aseguran que a medida que aumenta el contenido de un vegetal de pH ácido provocara un mismo efecto en el embutido. El efecto mostrado en esta variable denota un posible reemplazo de los nitritos convencionales por los vegetales, proporcionando una estabilidad o mejora en los niveles de pH del producto.

Conclusión

El análisis determinó que el uso de nitritos vegetales no mostró efectos indeseados en las características fisicoquímicas y microbiológicas de los embutidos evaluados en comparación con los efectos mostrados con el uso de nitritos convencionales, haciendo factible la sustitución de nitritos convencionales. Sin embargo, se sugiere más investigaciones con el fin de encontrar la fuente de nitrito vegetal ideal para la mejora de las características de calidad e inocuidad de los embutidos aceptables para los consumidores.

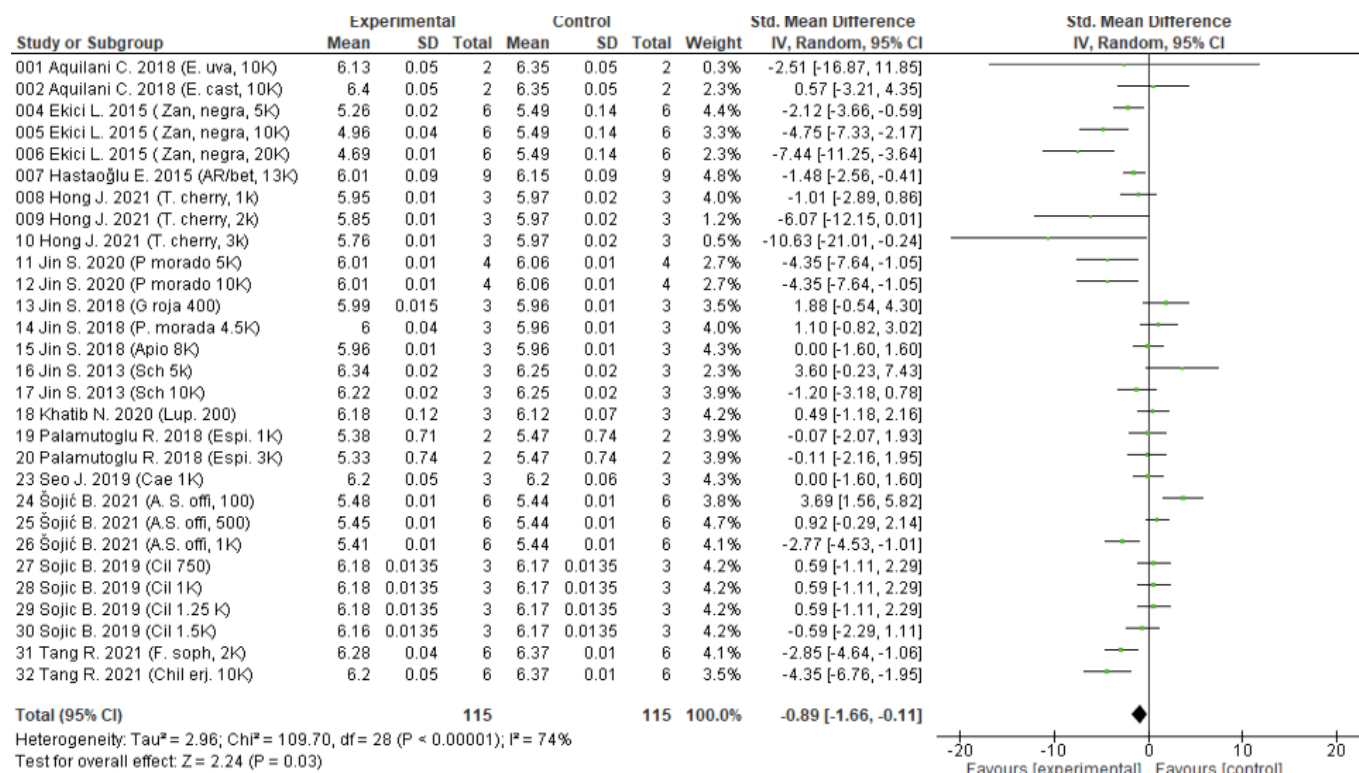


Figura 5. . Efectos en el pH de los embutidos por acción de nitritos vegetales y convencionales.

Referencias

1. Flores, M.; Toldrá, F. Chemistry, safety, and regulatory considerations in the use of nitrite and nitrate from natural origin in meat products - Invited review. *Meat Science* 2021, 171, 108272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108272>.
2. Bonifacie, A.; Promeprat, A.; Nassy, G.; Gatellier, P.; Santé-Lhoutellier, V.; Théron, L. Chemical reactivity of nitrite and ascorbate in a cured and cooked meat model implication in nitrosation, nitrosylation and oxidation. *Food Chemistry* 2021, 348, 129073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129073>.
3. Ma, L.-L.; Wang, Y.-Y.; Yang, Z.-H.; Huang, D.; Weng, H.; Zeng, X.-T. Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: what are they and which is better? *Military Medical Research* 2020,7(1), 7. DOI:10.1186/s40779-020-00238-8.
4. Zarringhalami, S.; Sahari, M. A.; Hamidi-Esfehani, Z. Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Science* 2009, 81 (1), 281-284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.08.003>.
5. Jin, S.-K.; Choi, J. S.; Yang, H.-S.; Park, T.-S.; Yim, D.-G. Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. *Meat Science* 2018, 146, 34-40, Article. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.07.032.
6. Tang, R.; Peng, J.; Chen, L.; Liu, D.; Wang, W.; Guo, X. Combination of Flos Sophorae and chili pepper as a nitrite alternative improves the antioxidant, microbial communities and quality traits in Chinese sausages. *Food Research International*. 2021, 141, 110131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110131>.
7. Šojić, B.; Pavlič, B.; Tomović, V.; Kocić-Tanackov, S.; Đurović, S.; Zeković, Z.; Belović, M.; Torbica, A.; Jokanović, M.; Uromović, N.; et al. Tomato pomace extract and organic peppermint essential oil as effective sodium nitrite replacement in cooked pork sausages. *Food Chemistry* 2020, 330, N.PAG-N.PAG, Article. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127202.
8. Hong, J.-H.; Lee, S.-H.; Kim, H.-Y. Effect of Cherry Tomato Paste for Nitrite Replacement on Emulsion-Type Pork Sausage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 2021; 50(5): 506-514 Article DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.5.506>