

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES INICIALES DE NITRITO Y TIPO DE FIBRA EN ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS CURADOS

Enrique Márquez Salas

Arturo Salazar

Facultad de Ciencias Veterinarias,

Universidad del Zulia.

Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Palabras claves: Fibra, nitrito residual, productos curados

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio para medir el efecto que diferentes niveles iniciales de nitrito y diferentes tipos de fibras tienen sobre el color, rendimiento, textura y nitrito residual en productos curados. Se utilizaron tres niveles (0,008%, 0.0120% y 0.0160%) iniciales de nitrito y dos tipos de carnes, cerdo (predominante en fibra roja) y pollo (predominante en fibra blanca). Seis (6) Kg de carne de cerdo o pollo fueron mezclados con todos los ingredientes menos nitrito. La mezcla se dividió en tres porciones iguales y a cada porción se le agregó el nivel correspondiente de nitrito, se mezcló nuevamente, se embutió, se dejó en refrigeración durante 24 horas y se cocinó a vapor hasta que la temperatura interna alcanzara 68°C. Los resultados indicaron que los diferentes niveles iniciales de nitrito no afectan el color, pero sí afectan los niveles de nitrito residual. Mientras mayor sea la cantidad inicial de nitrito, mayor será el nitrito residual. El tipo de carne (fibra) utilizada afectó el color, textura y nitrito residual. Productos donde predominó la fibra roja resultaron de color más oscuro, de textura más firme y con menor contenido en nitrito residual.

ABSTRACT

A study about the effect of different levels of initial nitrite and different fiber type on the color, yield, texture and residual nitrite on a cured product was conducted. Three different initial levels (0.0080%, 0.0120% and 0.0160%) of nitrite and two type of meat (pork and poultry) were used. Six (6) Kg batch either pork or poultry meat were mix with all ingredients but nitrite. Then, the mix was split in three portion and each level of nitrite was added, mix again, stuffed, keep in refrigeration for 24 h and vapor cooked up to 68°C internal temperature. Results indicated that different initial levels of nitrite did not affect color, but affect the levels of residual nitrite. The higher the levels of initial nitrite the higher will be the residual nitrite. The type of fiber did affect color, texture and residual nitrite. Products with predominant red fiber (pork meat) were darker in color, firmer in texture and lower levels of residual nitrite.

INTRODUCCION

Los nitritos de sodio o de potasio son los responsables por el excelente récord de salud pública que tienen las carnes curadas. Cantidades iniciales de 120 partes por millón (ppm) de nitrito de sodio son suficientes para prevenir la producción de toxinas por bacterias conocidas como *Clostridium botulinum* [2]. Sin embargo, el peligro que encierra el ingerir nitritos directamente, es conocido desde hace muchos años, por lo que la utilización de este químico en las carnes curadas ha sido limitada desde 1906 [6]. Los nitritos en presencia de aminos secundarios forman nitrosaminas, algunas de las cuales han mostrado efecto carcinogénico en animales de laboratorio [4, 5, 12, 13, 19]. Se cree que el riesgo de contraer cáncer debido al consumo de carnes curadas es mucho menor que el riesgo de encontrar toxinas si no se utilizan los nitritos, por lo que el uso de este reactivo se ha mantenido.

En presencia de sales de ascorbato, los nitritos son transformados en un gas soluble conocido como óxido nitroso, el cual reacciona con el hierro de la mioglobina presente en las carnes para formar la nitrosomioglobina que luego se transforma en nitrosohemocromo (responsable del color rosado) durante el cocimiento [6]. La cantidad inicial máxima de nitritos aprobada por COVENIN para estos productos curados está en el orden de las 180 ppm.

Varios trabajos de investigación se han realizado tratando de conseguir sustitutos de las sales de nitritos que produzcan un efecto antibotulinum. Tomkin y col. (1978) señalaron que las sales de nitrito inhiben el crecimiento del botulinum de varias maneras, entre las cuales están: a) reaccionando con el hierro disponible en la carne, reduciendo así la disponibilidad de éste, el cual es fundamental para el crecimiento del botulinum; b) inactivando las enzimas del botulinum que requieren hierro como cofactor. Vahabzadeh y col. (1983) encontraron que la inhibición del hierro por otros compuestos diferentes al nitrito, no inhibían el crecimiento del botulinum, por lo que se concluye que, la presencia del nitrito sigue siendo necesaria para inhibir el clostridium. Investigaciones recientes revelan que la mayor cantidad de nitrosaminas encontradas en el organismo, se sintetizan en el mismo, como causa del consumo de sus precursores, entre ellos los nitritos [7, 18]. Esto trae como consecuencia la necesidad de reducir los niveles de nitrito residual en los productos, de tal manera que los niveles consumi-

dos por la población sean los más bajos posibles.

La importancia que se le ha dado a las carnes blancas (aves, pescado, etc.), debido a su relativamente bajo contenido en grasa y colesterol, así como su relativamente alto contenido en ácidos grasos insaturados, ha contribuido al incremento en el consumo de estas carnes. Actualmente se nota una diversificación en el consumo de las carnes de aves, y ya encontramos en el mercado diferentes tipos de embutidos elaborados con carnes de aves.

Debido a la característica de la carne blanca, es de esperar que la cantidad de mioglobina presente en las carnes de aves sea menor que la presente en las carnes rojas; esto pudiera traer como consecuencia diferencias en el color y nitrito residual cuando los productos curados sean elaborados con carne de pollo. Como quiera que uno de estos productos es el jamón deshuesado, se consideró importante el hacer un estudio simultáneo utilizando carne de cerdo y de pollo, con el objeto de comparar algunas características de estos productos.

MATERIALES Y METODOS

Elaboración de los productos

Carne de cerdo (pernil) y una mezcla de pechuga con muslo de pollo, fueron utilizados en la elaboración de los productos. La *Tabla 1* muestra los ingredientes y las cantidades utilizadas en la formulación de los productos.

Seis (6) Kg de carne de cerdo y seis (6) Kg de carne de pollo, fueron mezclados por separado con sus respectivos ingredientes, con excepción del nitrito. Luego se dividieron las mezclas en seis porciones y se agregó por duplicado la cantidad de nitrito correspondiente (0.008%, 0.0120% y 0.0160%) a cada tratamiento.

Las mezclas fueron embutidas en tripas, pesadas y colocadas en moldes de acero inoxidable. Se mantuvieron en refrigeración durante 24 horas y finalmente fueron cocidas a vapor de la siguiente manera: 60°C durante 45 min. / 85°C hasta temperatura interna de 68°C.

Después de cocidas se colocaron en refrigeración durante 24 horas y se pesaron nuevamente. El rendimiento se determinó utilizando el peso antes y después de cocido.

Análisis químico

Los porcentajes de humedad y nitrito residual, fueron determinados usando el método de secado en horno y fotocolorimétrico, respectivamente, métodos estándar de la AOAC ^[1] (1984).

TABLA I

PORCENTAJE DE CADA UNO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA FORMULACION DE LOS PRODUCTOS

Ingredientes	%
Carne	77.10
Agua	19.66
Sal	2.28
Azúcar	0.90
Fosfato	0.35
Ascorbato ^a	0.05
Nitrito ^b	0.0080, 0.0100, 0.0120

a, b Los porcentajes de ascorbato y nitrito fueron basados en la cantidad de carne utilizada.

TABLA II

ESCALA HEDONICA UTILIZADA PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD DEL SABOR Y EL COLOR DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Descripción	Puntaje
EXCELENTE	1
MUY BUENO	2
BUENO	3
REGULAR	4
MALO	5
MUY MALO	6
INACEPTABLE	7

Análisis instrumental de la textura

Un Waerner Braztler Shear texturómetro fue utilizado para medir la textura de los productos. Los resultados se expresaron como la fuerza (g) requerida para cortar un trozo de 1 cm de altura y 1 cm de espesor.

Análisis instrumental del color

El color interno de los productos fue evaluado utilizando un Spectronic 20 con los accesorios especiales (*Color Analyzer Reflectance Attachment*), que permiten medir el color de sustancias sólidas. El color se expresó en términos de X y de Y, que representan las coordenadas del diagrama cromático correspondiente al Iluminante C ^[9].

Análisis sensorial del sabor y el color

Una escala Hedónica (*Tabla II*) fue utilizada para determinar el nivel de aceptabilidad del sabor y el color de los diferentes tratamientos. Para ambos casos (sabor y color) a los panelistas se les sugirió que indicaran cuánto les agradaba o desagradaba el sabor o el color de los productos.

Análisis estadístico

El diseño consistió de un arreglo factorial 3x2. Los factores fueron los siguientes: 3 niveles de nitrito inicial (0.0080%, 0.0120% y 0.0160%) y 2 tipos de carne (cerdo y pollo).

Se realizaron seis réplicas y los datos obtenidos fueron analizados utilizando el análisis estadístico de SAS PROC GLM ^[15]. Las medias de los diferentes tratamientos se compararon utilizando el procedimiento de *Duncan Multiple Range* ^[3].

RESULTADOS Y DISCUSION

La *Tabla III*, muestra los resultados obtenidos en el rendimiento y humedad de los productos. Se puede observar que no hay diferencias ($p > 0.05$) en el rendimiento o en el contenido de humedad de los productos, debido a los diferentes niveles de nitritos o a los diferentes tipos de carne. Las sales de nitritos son utilizadas en la industria para dar color, sabor y protección microbiana a los productos curados, pero no se conoce que tengan algún efecto sobre la capacidad de retención de agua de las proteínas miofibrilares, por lo que se explica que el rendimiento y el contenido de humedad no se vean afectados por los diferentes niveles de nitrito utilizados.

En pruebas realizadas en nuestro laboratorio, se ha demostrado que las proteínas miofibrilares de las carnes blancas (pollo) son más fáciles de extraer que las de las carnes rojas (cerdo o res). Sin embargo, debido al añadido de cantidades

suficientes de fosfato, se pueden alcanzar niveles iguales de extracción en los diferentes tipos de carne. Como el rendimiento y el contenido de humedad está directamente relacionado con la cantidad de proteína extraída durante la mezcla, esto pudiera explicar el porqué no se encontraron diferencias en el rendimiento debido a los diferentes tipos de carnes. Como ambos productos fueron formulados con el mismo porcentaje de agua, esto pudiera explicar el porqué no hubo diferencias en el contenido final de humedad.

humedad, indican que las proteínas miofibrilares en ambos productos se encuentran en las mismas condiciones; además, ambos productos fueron igualmente formulados y sometidos a las mismas condiciones de procesamiento, por lo que se deduce que las diferencias en textura en este caso se deban al contenido en tejido conectivo, el cual es mayor en la carne de cerdo que en las carnes de aves.

Los resultados del nitrito residual y el color de los diferentes productos se muestran en la *Tabla*

TABLA III

VALORES PROMEDIO DEL RENDIMIENTO, HUMEDAD Y TEXTURA DE LOS PRODUCTOS DEBIDO A LOS DIFERENTES NIVELES DE NITRITOS Y AL TIPO DE CARNE

Características	Tratamientos				
	Niveles de Nitrito, ppm			Tipo de carne	
	80	120	160	Blanca (Pollo)	Roja (Cerdo)
Rendimiento, %	97.62	97.34	96.94	97.04	97.56
Humedad, %	72.71	72.54	72.10	72.25	72.65
Textura, Kg	0.59	0.56	0.52	0.40 ^x	0.61 ^y

^{x, y} Medias en una misma fila y dentro de un mismo tratamiento que posean diferentes super índices difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo al procedimiento de Duncan.

La *Tabla III*, muestra también los resultados obtenidos en la textura de los diferentes productos. El análisis estadístico revela que no hay diferencias en la textura de los productos debido a los diferentes niveles de nitritos; sin embargo, existen diferencias en la textura debido a los diferentes tipos de carne. Los productos elaborados con carnes de pollo fueron más blandos (0.40) que aquellos elaborados con carnes de cerdo (0.41).

La textura de los productos cárnicos está determinada por las proteínas miofibrilares, por la cantidad y estado del tejido conectivo y por la formulación y el procesamiento al cual es sometido el producto durante su elaboración^[11, 16]. Los resultados en rendimiento y contenido de

IV. El análisis estadístico de los resultados indica que los productos elaborados con carne blanca contienen mayor ($p < 0.05$) cantidad (44.36 ppm) de nitrito residual comparado con los productos elaborados con carne roja (37.56 ppm).

El contenido de mioglobina en las carnes rojas es mayor que en las carnes blancas, y como el nitrito tiende a ser quelado por el hierro de la mioglobina, esto pudiera explicar el porqué las carnes rojas presentan menor cantidad de nitrito residual.

Diferencias significativas de nitrito residual fueron encontradas debido a los diferentes niveles iniciales de nitrito, indicando que en la medida en que aumentan los niveles iniciales de nitrito,

TABLA IV

VALORES PROMEDIO DEL NITRITO RESIDUAL
Y EL COLOR DE LOS PRODUCTOS DEBIDO A LOS DIFERENTES
NIVELES DE NITRITOS Y AL TIPO DE CARNE

Características	Tratamientos				
	Niveles de Nitrito, ppm			Tipo de carne	
	80	120	160	Blanca (Pollo)	Roja (Cerdo)
Nitrito, ppm	20.12 ^x	41.12 ^y	61.63 ^z	44.36 ^x	37.56 ^y
Color ^a					
X	0.33	0.33	0.34	0.32 ^x	0.35 ^y
Y	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35

^a Los valores de X e Y representan las coordenadas del diagrama cromático correspondiente al iluminante C.

^{x, y, z} Medias en una misma fila y dentro de un mismo tratamiento que posean diferentes super índice difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo al procedimiento de Duncan.

aumenta el nitrito residual. Observamos que los niveles de nitrito residual en productos elaborados con 160 ppm de nitrito inicial, contienen el doble del nitrito residual encontrado en productos preparados con 80 ppm, independientemente del tipo de carne utilizada.

La cantidad de nitrito residual requerida para inhibir el crecimiento del clostridium no se ha determinado aún; sin embargo, se supone es baja, puesto que se ha sugerido que el máximo efecto antimicrobiano, se produce, al inicio del proceso cuando se agregan las cantidades iniciales de nitritos junto con otras sales y se somete el producto a calentamiento.

El color fue medido instrumentalmente y se expresó en términos de X y de Y, los cuales representan las coordenadas del diagrama cromático correspondiente al iluminante C^[3]. Los resultados indican que no hubo diferencias ($p > 0.05$) en el color debido a los diferentes niveles de nitrito, independientemente del tipo de carne utilizada. Los valores de X fueron 0.331, 0.332 y 0.338, mientras que los valores de Y fueron 0.35, 0.35 y 0.34, para 80, 120 y 160 ppm de nitrito inicial, respectivamente. Estos resultados indican

que 80 ppm de nitrito son suficientes para obtener el mismo color que se obtendría si se utilizan 160 ppm. La importancia de estos resultados está en el hecho de que podemos disminuir los niveles de nitrito añadidos inicialmente, sin alterar el color final del producto. Esto es importante, puesto que los resultados anteriores, demuestran que al disminuir los niveles iniciales de nitrito, disminuiría el nitrito residual. Es importante señalar que esta conveniencia sería desde el punto de vista del color del producto y la disminución de los riesgos de formar nitrosaminas. Sin embargo, persiste aún el desconocimiento de si estos niveles bajos de nitrito residual, son suficientes para inhibir el crecimiento del *C. botulinum* en caso de descuidos con el producto.

Diferencias significativas en el color fueron encontradas debido al tipo de carne utilizada. Los productos elaborados con carne de cerdo produjeron valores de X (0.35) mayores que los elaborados con carne de pollo (0.32). Esta diferencia en el valor de las X indica que los productos elaborados con carnes rojas, presentan un color más intenso que aquellos elaborados con carnes

blancas, y esto seguramente está relacionado con la cantidad de mioglobina presente en las carnes.

Es conocido que las carnes blancas (pollo) poseen en general menos mioglobina que las carnes rojas (cerdo). Al aumentar la concentración de mioglobina, debe aumentar la intensidad del color, puesto que el color se debe a la reacción de los nitritos con la mioglobina presente. Mientras más mioglobina haya presente, mayor será la intensidad del color [10].

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial del color y del sabor, se muestran en la *Tabla V*. Para evaluar ambos parámetros se utilizó la escala Hedónica (*Tabla II*) con valores desde 1 (excelente) hasta 7 (inaceptable). Los resultados demuestran que no hubo diferencias ($p > 0.05$) en el sabor y el color, debido a los diferentes niveles iniciales de nitritos y que tanto el sabor como el

color fueron evaluados como buenos por los panelistas.

Diferencias significativas se encontraron tanto en el sabor como en el color, debido a los diferentes tipos de carne. Los productos preparados con carne de pollo fueron evaluados como muy buenos (2.13), mientras que los de cerdo fueron evaluados como buenos (3.02). En relación con el color, los resultados indican que el color de los productos elaborados con carne de cerdo (2.03, muy bueno) fueron mayormente aceptados que aquellos elaborados con carne de pollo (3.1, bueno). Esta diferencia se explica debido a que el color de productos elaborados con carne de cerdo es al cual los consumidores están acostumbrados. La diferencia encontrada en la evaluación subjetiva del color, se correlaciona con la diferencia en el valor de X cuando la evaluación fue objetiva.

TABLA V

VALORES PROMEDIO DE LA EVALUACION SENSORIAL
DEBIDO A LOS DIFERENTES NIVELES DE NITRITO
Y DIFERENTES TIPOS DE CARNE

Características ^a	Tratamientos				
	Niveles de Nitrito, ppm			Tipo de carne	
	80	120	160	Blanca (Pollo)	Roja (Cerdo)
Color	2.47	2.33	2.29	3.10 ^x	2.03 ^y
Sabor	2.31	2.72	2.22	2.13 ^x	3.02 ^y

^a Los valores promedio del color y sabor se obtuvieron basados en una escala Hedónica de 7-puntos (1: excelente; 7: inaceptable).

^{x,y} Medias en una misma fila y dentro de un mismo tratamiento que posean diferentes super índice difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo al procedimiento de Duncan.

CONCLUSION

Niveles iniciales de 80 ppm de nitrito, producen el mismo efecto en el color que niveles de 160 ppm. Indicando que la aceptabilidad del producto no varía si disminuimos los niveles iniciales de

nitrito hasta 80 ppm, habría que determinar, si estos niveles son suficientes para inhibir el crecimiento del Botulinum, en caso de que los productos sean sometidos a abuso de temperatura.

Al disminuir los niveles iniciales de nitrito, disminuye el nitrito residual, reduciendo la posibi-

lidad de formar nitrosaminas al ingerir estos productos.

El tipo de carne utilizada, blanca (pollo) o roja (cerdo), tiene influencia en la textura, nitrito residual y color. Los productos elaborados con carne blanca fueron más blandos, menos intensos en el color y contienen mayor cantidad de nitrito residual que los productos elaborados con carne roja.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] AOAC. *Official Methods of Analysis*. "14th" ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1984.
- [2] Benedict, R.C. *Biochemical basis for nitrite-inhibition of clostridium botulinum in cured meat*. J. Food Prot. 43:877. 1980.
- [3] Duncan, D. B. *Multiple range and multiple F test*. Biometrics 11: 1. 1955.
- [4] Fazio, T., White, R. and Howard, J. *Analysis of nitrite and nitrate processed meats for N-nitrosodimethylamine*. J. Assoc. Offic. Anl. Chem. 54:1157. 1971.
- [5] Gray, J. and Colins, M. *Formation of N-nitrosopyrrolidine in fried bacon*. J. Food Protect. 41:36. 1978.
- [6] Gray, J. I. and Dugan, L. *Inhibition of N-Nitrosamine formation in model food systems*. J. Food Sci. 40: 981. 1975.
- [7] Havery, D. and Fazio, T. *Human exposure to nitrosaminas from foods*. Food Technol. 39 (5) 80. 1985.
- [8] Kim, C., Carpenter, E., and Cornforth, D. *Effect of iron form, temperature, and inoculation with clostridium botulinum spores on residual nitrite in meat and model systems*. J. Food Sci. 52: 1464. 1987.
- [9] Kramer, A. and Twigg, B. *Quality control for the food industry*. The Avi Publish. C. Inc. Third Edition. p. 19. 1982.
- [10] Lee, M., Cassens, R. and Fennema, O. R. *Effect of metal ions on residual nitrite*. J. Food Process. Preserv. 5: 191. 1981.
- [11] Márquez, E.J., Ahmed, E., West, R. L. and Johnson, D. *Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat or peanut oil levels*. J. Food Sci. 54: 867. 1989.
- [12] Pensabene, J. and Fidler, W. *N-nitrosothiazolidine in cured meat products*. J. Food Sci. 48: 1870. 1983a.
- [13] Pensabene, J. and Fidler, W. *Factors affecting the N-nitrosothiazolidine content of bacon*. J. Food Sci. 48: 1452. 1983b.
- [14] Tomkin, R., Christiansen, L., Shaparis, A. *The effect of iron on botulin inhibition in perishable canned cured meat*. J. Food Technol. 13: 521. 1978.
- [15] SAS PROC GLM. *SAS User's Guide Statistics* (5th Ed.). SAS Institute Inc., Carry, N. C. 1985.
- [16] Shimokomaki, M., Elsdon, D., Bailey, A. *Meat tenderness: Age related changes in bovine intramuscular collagen*. J. Food Sci. 37: 892. 1972.
- [17] Vahabzadeh, F., Collinge, S., Conforth, A., Mahoney, A. and Post, F. *Evaluation of iron binding compounds as inhibitors of gas and toxin production by Clostridium Botulinum in groun pork*. J. Food Sci. 48: 1445. 1983.
- [18] Wagner, D. and Tannenbaum, S. *In-vivo formation of N-nitroso compounds*. Food Technol. 39 (1) 89. 1985.
- [19] Wasserman, A. E., Pensabene, J. and Piotrowski, E. *Nitrosamine formation in home cooked bacon*. J. Food Sci. 43: 276. 1978.