

REDUCCIÓN DE SAL EN UN EMBUTIDO COCIDO

*Octavio Venegas-Fornias**, *Dany Pérez-Dubé*, *Margarita Núñez* y *Silvia Falco*
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. Carr. al Guatao km 3½, CP 19200,
La Habana, Cuba. E-mail: venegas@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Este trabajo se propone lograr una reducción de sal en un embutido cocido de hígado manteniendo una aceptación sensorial satisfactoria. Se elaboraron ocho lotes del embutido con diferentes cantidades de sal entre 0 y 1,8 %. Se analizaron pH y contenidos de humedad, cloruro y nitrito; el contenido de sodio se estimó de acuerdo con las cantidades que aportaron los ingredientes. También se determinaron los conteos de microorganismos mesófilos aerobios, coliformes, estafilococos y la prueba de detección de salmonella. Se realizó una evaluación sensorial de varios atributos de calidad. Por cada respuesta se hallaron los modelos de regresión, su significación ($p \leq 0,05$), y su grado de adecuación como modelos predictivos en el caso de los significativos. Basado en la optimización numérica de las variantes de la fórmula del producto con el modelo obtenido para el sabor, se halló que se puede obtener un embutido de calidad satisfactoria con una reducción de la adición de sal en un entorno entre 1,8 y 0,35 %.

Palabras clave: sal, embutido de hígado, sodio, evaluación sensorial.

ABSTRACT

Salt reduction in a cooked sausage

This work intends to achieve a reduction of salt in a liver sausage maintaining a satisfactory sensorial acceptance. Eight lots of the sausage were elaborated with different quantities of salt between 0 and 1.8% and were determined the pH and the contents of humidity, chloride and residual nitrite; the sodium content of was calculated of agreement with the quantities of the ingredients that contributed it. Also were determined the counts of following microorganisms: aerobic mesophilics, coliforms, staphylococci, and the salmonella detection test. It was carried out a sensorial evaluation of several attributes of quality. For each variable the regression models were found, their significance ($p \leq 0.05$), and their adaptation grade like predictive models in the case of the significant ones. The numeric optimization of the variants of the formula of the product was made according with the model obtained for the flavor and it was found that one can obtain a liver sausage with a satisfactory quality characteristics, with a reduction of the addition of salt in an range from 1.8 to 0.35%.

Keywords: salt, liver sausage, sodium, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

La sal común es una sustancia esencial para varios procesos fisiológicos del organismo, si bien su consumo en demasía resulta perjudicial para la salud. Varios estudios muestran que la causa principal de la hipertensión arterial, uno de los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares, es un factor genético combinado con un conjunto de facto-

**Octavio Venegas Fornias: Investigador Auxiliar de la Dirección de Carne del IIAA. Lic. en Alimentos (Univ. de La Habana, 1973) y M.Sc. en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Univ. de La Habana, 1998). Investiga temas relacionados con la ciencia y tecnología de la carne y los productos cárnicos.*

res ambientales, entre los cuales es muy importante y perjudicial una excesiva ingestión de sodio en la dieta (1-3).

La mayor parte del sodio que se ingiere proviene de la sal añadida a los alimentos, tanto en la mesa como en su procesamiento. Se ha señalado que aproximadamente el 75 % del sodio ingerido se adiciona con la sal durante la manufactura industrial de los alimentos y que las carnes procesadas están entre los mayores contribuyentes (4). Los productos cárnicos en los países occidentales contribuyen con 20 a 30 % de la ingestión de sal dependiendo de los hábitos alimentarios de los consumidores (5).

No hay fórmula perfecta para reducir la sal en los productos cárnicos. Se han realizado muchos estudios en diferentes productos usando sustitutos de la sal, potenciadores del sabor y diferentes combinaciones de variantes tecnológicas (6-10) y los resultados dependen del producto y las variantes usadas. Entre las diversas estrategias empleadas, una simple disminución de la sal sin añadir ingredientes compensatorios parece una manera realista para reducirla. En este sentido, los embutidos cocidos (también llamados precocidos-cocidos), por sus características tecnológicas posibilitan una reducción de sal, pues muchos tipos de ellos no dependen de la formación de una emulsión cárnica, en la cual la sal tiene un papel muy importante. Generalmente se elaboran con las materias primas cárnicas cocidas, o parte de ellas, y después de embutida la masa se les aplica un segundo tratamiento térmico. En ellos se utilizan una gran variedad y cantidad de subproductos, entre ellos se destacan numerosos embutidos de hígado, tanto por su valor nutritivo como por su popularidad.

Generalmente se producen dos tipos de embutidos de hígado: el fino-emulsionado y el grueso de mezcla, que usualmente se hace con carne, grasas e hígado del cerdo; y también combinaciones de estos dos tipos como una masa fina básica mezclada con partículas gruesas (11). Estos embutidos no son fuertemente salados y sus contenidos de sal están entre 1,2 y 1,8 %, cuya principal función es contribuir al sabor. Desde un punto de vista tecnológico muchos de ellos pueden elaborarse sin sal o con muy poca cantidad, siendo el sabor lo que determina la cantidad añadida (5).

El embutido grueso de mezcla se elabora mediante unas sencillas operaciones como el pre-cocinado de la carne y grasas, su molienda y la del hígado, el mezclado, la embutición y la cocción final y se caracteriza por tener un sabor fuerte y penetrante, todo lo cual hacen de este embutido una atractiva opción para probar una disminución de su contenido de sal y así cumplir el objetivo de reducir el contenido de sal en un producto del tipo embutido cocido manteniendo una aceptación sensorial satisfactoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró un embutido de hígado grueso de mezcla variando el contenido de sal añadida entre 0,0 % y 1,8 %, siguiendo un diseño factorial de clasificación simple con un nivel de significación del 95 % (Tabla 1). En la Tabla 2 se presentan la fórmula base del embutido y las calculadas para las ocho corridas experimentales de 5 kg.

Tabla 1. Diseño experimental

Corrida	Sal añadida (%)
1	0,90
2	1,80
3	1,35
4	0,45
5	0,00
6	0,00
7	1,80
8	0,90

Las carnes y las grasas de cerdo (Tabla 2) se trocearon y cocinaron hasta que alcanzaron una temperatura entre 65 y 70 °C. Se dejaron atemperar y se molieron a través de un disco de orificios de 6 mm. El hígado de cerdo también se molió y se homogenizó en una licuadora. Se mezclaron bien todas las materias primas cárnicas junto con las sales, la harina, los condimentos y el agua. Después se pasó la mezcla por el molino con el disco de orificios de 6 mm. La masa se embutió en tripas plásticas impermeables de 63 mm de diámetro usando una embutidora manual y se cocinaron los embutidos en agua entre 80 y 85 °C hasta que alcanzaron una temperatura interna de 74 °C. Después de atemperados los embutidos con agua corriente a tem-

Tabla 2. Fórmula del producto y cantidades de ingredientes de las corridas experimentales

Ingrediente	Corrida experimental								Porcentaje en mezcla de la fórmula base
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Carne de cerdo cocida (kg)				1,5					30,00
Barrigada cocida (kg)				1,0					20,00
Papada cocida (kg)				0,35					7,00
Hígado de cerdo crudo (kg)				1,5					30,00
*Agua o caldo (g)	283	238	260,5	305,5	328	328	238	283	4,76
*Sal (g)	45	90	67,5	22,5	0,0	0,0	90	45	1,80
Sal de curar (g)				4					0,08
Harina de trigo (g)				250					5,00
Glutamato de sodio (g)				10					0,20
Condimento de embutido de hígado (g)				58					1,16

*En cada caso que procedió, la reducción de la masa de sal se compensó añadiendo esa misma cantidad de agua.

peratura ambiente, se refrigeraron y entre las 24 a 48 h siguientes se tomaron muestras por cada tratamiento experimental para la realización de diversos análisis.

Las muestras para los análisis químicos, de no menos de 500 g, se prepararon pasándolas tres veces por un molino con un disco de orificios de 3 mm y mezclando bien después de cada pasada. Se conservaron refrigeradas en frascos herméticos, completamente llenos, hasta su análisis, siempre dentro de las 24 h siguientes a su preparación (12).

A los embutidos se le hicieron los siguientes análisis: humedad (13), nitrito residual (14), cloruro (15) y medición del pH (16). Asumiendo que la mayor parte del sodio en el producto proviene del, se calculó aproximadamente su contenido sobre la base del contenido de cloruro de sodio en el producto terminado y las cantidades de sodio que aportaron el glutamato y el nitrito de sodio (presente en la sal de curar) añadidos, utilizando sus correspondientes masas molares y la masa de sodio que contienen.

El análisis sensorial se realizó con una comisión de 12 catadores experimentados en la evaluación de los productos cárnicos, quienes calificaron los atributos de: aspecto (A), textura (T), sabor (S) y color (C) en rodajas del embutido de aproximadamente 1 cm de grosor

a temperatura ambiente. Se utilizó una escala lineal de siete puntos estructurada por categorías con los extremos definidos como 1= pésimo y 7= excelente, de manera que se pueden obtener valores intermedios entre las categorías.

Se muestrearon embutidos sin cortar para realizar los análisis microbiológicos de microorganismos mesófilos aerobios a 30 °C (17), coliformes (18), estafilococo coagulasa positivo (19) y de detección de salmonella (20).

Los resultados por cada respuesta se procesaron por medio del programa Design Expert 8.0.5b (Stat Ease Inc., 2010) para analizar la significación, la prueba de la bondad del ajuste, que compara la varianza entre el error de ajuste del modelo y el error experimental, y el coeficiente de determinación múltiple de los modelos de regresión, así como para seleccionar los coeficientes de aquellos significativos y hacer la optimización numérica por el método de la función de conveniencia o deseabilidad. Esta función establece la relación entre la respuesta predicha de una variable dependiente y la conveniencia de la respuesta, de manera que permite determinar los valores de los factores controlados para los que las respuestas predichas, en forma conjunta, alcancen mínimos o máximos satisfactorios (21,22).

Tabla 3. Análisis estadístico para los modelos significativos

Modelo	g.l.	P > F*			R ²
		Lineal	Cuadrático	Falta de ajuste	
NaCl	1	< 0,0001		0,7690 ns	3 0,97
Na	1	< 0,0001		0,7506 ns	3 0,97
S	2		< 0,0001	0,2796 ns	2 0,99
C	1	0,0485		0,8528 ns	3 0,42

*Valores de "Prob > F" menores que 0,05 indican que los términos del modelo o la falta de ajuste son significativos.

ns: no significativo g. l.: grados de libertad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 10 modelos de regresión correspondientes a las variables respuesta que se consideraron, cuya significación se evaluó por análisis de varianza. Sólo fueron significativos ($p \leq 0,05$) el sabor (cuadrático), así como el color y los contenidos de cloruro de sodio y sodio (lineales) (Tabla 3). Los contenidos de cloruro de sodio y de sodio variaron significativamente ($p \leq 0,05$) acordes con la cantidad de sal añadida por cada tratamiento, ya que es la principal fuente de cloruro de sodio, y por consiguiente de sodio, en la masa del producto.

El grado de adecuación de los modelos significativos se analizó con la prueba de la bondad del ajuste que no resultó significativa ($p \leq 0,05$) y el R² de los modelos significativos, excepto el color, fueron satisfactorios (Tabla 3). En general, se considera que una ecuación de regresión explica bien la propiedad o característica que representa, cuando los valores de su R² responden por el 80 % o más de la variabilidad del modelo (23). Además, en el análisis de residuos no se hallaron observaciones atípicas y los residuos estandarizados siguieron la distribución normal con media 0 y desviación típica igual a la unidad.

Los contenidos de humedad y nitrito y el pH presentaron valores satisfactorios (Tabla 4). Las variaciones del agua añadida en sustitución de la sal no parece que

afectaran de manera importante los contenidos de humedad de los embutidos. El límite máximo normalizado para el nitrito residual es de 125 mg/kg (24).

Los valores de los atributos sensoriales fueron satisfactorios, estuvieron por arriba de 5 (bueno), exceptuando los correspondientes al sabor del producto sin sal añadida (Tabla 4).

Los valores del color por tratamiento, aunque fueron significativos ($p \leq 0,05$) estuvieron por encima de 5, que no hacen rechazable este atributo. Su R² es bajo (42 %) (Tabla 3), lo que hace que no sea adecuado como modelo predictivo. Además, no parece que hay una relación entre la disminución de la sal y el color del producto y no se consideró este modelo para una optimización.

El producto fue bien aceptado hasta con una adición de sal de 0,45 %, (contenido final de sal de $\approx 0,6$ %), lo cual representó una reducción de sal añadida de aproximadamente 75 % respecto al producto con 1,8 % (contenido final de sal de $\approx 1,9$ %). Según los contenidos de sal en el producto terminado, el sodio se pudo reducir desde 748 mg/100 g hasta 236 mg/100 g que equivale a una reducción de 67 %. La reducción no es de tal magnitud que se logre un producto calificable como bajo en sodio, que requiere que el contenido de este elemento sea igual o menor a 120 mg/100 g del producto (25), pero sí es una disminución importante considerando el

Tabla 4. Valores de los resultados químicos y sensoriales por tratamiento

Corrida - sal añadida (%)	Humedad (%)	NaCl (%)	Na (%)	pH	Nitrito residual (mg/kg)	A	T	S	C
1 - 0,90	56,8	1,21	0,50	6,3	0,05	5,57	5,61	5,63	5,53
2 - 1,80	55,8	1,97	0,80	6,2	0,01	5,68	5,58	5,77	5,62
3 - 1,35	54,8	1,51	0,62	6,2	1,00	5,72	5,67	5,75	5,49
4 - 0,45	57,3	0,56	0,25	6,3	4,20	5,66	5,50	5,23	5,31
5 - 0,00	57,9	0,35	0,17	6,3	0,08	5,52	5,28	4,44	5,24
6 - 0,00	56,5	0,28	0,14	6,4	3,40	5,34	5,39	4,45	5,34
7 - 1,80	54,0	1,83	0,75	6,1	0,09	5,48	5,46	5,68	5,37
8 - 0,90	55,0	0,95	0,40	6,2	7,00	5,44	5,43	5,59	5,41

Tabla 5. Valores de los resultados de los resultados microbiológicos por tratamiento

Corrida - sal añadida (%)	Conteo de mesófilos aerobios (log de ufc/g)	Conteo de coliformes (log de ufc/g)	Conteo de estafilococos coagulasa positivo (log de ufc/g)	Salmonella en 25 g de producto
1 - 0,90	2,6	< 1	< 2	Negativo
2 - 1,80	2,6	< 1	< 2	Negativo
3 - 1,35	2,5	< 1	< 2	Negativo
4 - 0,45	2,2	< 1	< 2	Negativo
5 - 0,00	2,6	< 1	< 2	Negativo
6 - 0,00	2,6	< 1	< 2	Negativo
7 - 1,80	2,6	< 1	< 2	Negativo
8 - 0,90	2,7	< 1	< 2	Negativo

papel imprescindible que tiene la sal en un producto cárnico no sólo respecto al sabor sino también para sus cualidades microbiológicas.

Los conteos de mesófilos no mostraron una variación significativa ($p \leq 0,05$) (Tabla 5) por las diferentes cantidades de sal añadida al producto. Los valores obtenidos por tratamiento están por debajo del límite inferior ($m = 103$) del intervalo establecido como sin riesgo para la salud para este tipo de producto cárnico (26). Una consideración similar es válida para los conteos de coliformes y estafilococos. La salmonella estuvo ausente en los embutidos.

La optimización numérica según la función de conveniencia se basó en la ecuación del sabor e imponiendo la restricción de $S > 5,0$:

REFERENCIAS

1. Gelabert, J.; Gou, P. y Arnau, J. Eurocarne 62: 1-15, 1997.
2. Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., Vander, H.S. y Murray, C.J. Lancet 360: 1347-1360, 2002.
3. Doyle, M.E. y Glass, K.A. Comprehensive Rev. Food Sci. Food Saf. 9: 44-56, 2010.
4. Brown, I. J., Tzoulaki, I., Candeias, V., Elliott, P., Bibbins-Domingo, K., Chertow. Int. J. Epid. 38: 791-813, 2009.
5. Wirth, F. Fleischwirtschaft 71: 294-297, 1991
6. Sofos, J. N. J. Food Sci. 48: 1683-1691, 1983
7. Terrell, R. N. Food Technol. 37: 66-71, 1983.
8. Guardia, M.D.; Guerrero, L.; Gelabert, J.; Gou, P. y Arnau, J. Meat Sci. 73: 484-490, 2006.
9. Desmond, E. Meat Sci. 74: 188-196, 2006.
10. Lili?, S. y Matekalo-Sverak, V. Tehnologija Mesa 52 (1): 22-30, 2011.
11. Fischer, A. Fleischerei. 43 (12): III-VIII, 1992.
13. NC 274: 2003. Carne y productos cárnicos. Preparación de la muestra de ensayo. Cuba.
14. NC 275: 2003. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad: método rápido. Cuba.
15. NC 357: 2004. Carne y productos cárnicos-Determinación del contenido de nitrito. Cuba.
16. NC-ISO 2917: 2004. Carne y productos cárnicos-Medición del pH-Método de referencia. Cuba.
17. NRIAL 211: 2007. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de cloruro de sodio. (Método de rutina). Método de Mohr. Cuba.
18. NC-ISO 4833: 2002. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de placa vertida a 30 °C. Cuba.
19. NC-ISO 4831: 2010. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable. Cuba.
20. NC-ISO 6888-1: 2003 Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la enumeración de Staphylococcus coagulasa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies). Parte 1: Técnica utilizando el medio agar Baird Parker. Cuba.
21. NC 605: 2008. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la detección de Salmonella. Método de rutina. Cuba.
22. Derringer, G.C. y Suich, R. J. Qual. Technol. 12: 214-219, 1980.
23. Núñez de Villavicencio, M. Revista de Investigación Operacional 23 (1): 83-89, 2002.
24. Rockower, R.K.; Deng, J. C.; Otwell, D.S. y Cornell, J.A. J. Food Sci. 48: 1048-1052, 1983.
25. NC 277: 2008. Aditivos alimentarios - Regulaciones sanitarias. Cuba.
26. NC 585: 2013. Contaminantes microbiológicos en alimentos - Requisitos sanitarios. Cuba.
27. NC 757: 2010. Alimentos pobres en sodio - Uso de los sucedáneos de la sal - Requisitos sanitarios generales. Cuba.

$S = 4,459 + 1,873$ (% de sal añadida) - 0.65359 (% de sal añadida)²

Se halló que entre 0,35 y 1,8 % de sal añadida se obtuvieron variantes óptimas del embutido desarrollado.

CONCLUSIONES

Se pueden obtener fórmulas satisfactorias de un embutido de hígado grueso de mezcla de buena calidad con una reducción de la sal añadida en un entorno desde 1,8 hasta 0,35 %.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos al Ing. Pedro Pérez Ramos, de la Dirección de Carne del IIIA, la colaboración prestada para la realización de este trabajo.