

Efecto de la Reducción de Cloruro de Sodio sobre las Características de Calidad de una Salchicha Tipo Seleccionada

Effect of Reduction of Sodium Chloride on the Quality Characteristics of a Sausage Type Selected

Waldir Augusto Pacheco Pérez¹; Claudia Elena Arias Muñoz² y Diego Alonso Restrepo Molina³

Resumen. Una propuesta para reducir los niveles de sodio en productos cárnicos, y desarrollar productos más saludables, es disminuir la cantidad de cloruro de sodio (NaCl) en las formulaciones. En este estudio fue evaluado el efecto de disminuir y sustituir NaCl por KCl modificado, sobre los niveles de sodio y las características sensoriales y microbiológicas en una salchicha tipo Seleccionada. El porcentaje de reducción y sustitución de NaCl por KCl modificado con relación a un control fue de 50 y 75%, respectivamente. La reducción de NaCl en estos niveles, causó efectos significativos ($P \leq 0,05$) sobre el contenido de sodio en el producto final en relación al control, lo que implicaría beneficios nutricionales. De otro lado, diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en las propiedades de textura, tanto a nivel instrumental como sensorial, fueron detectadas en la formulación con reducción del 75% de NaCl. En cuanto a la estabilidad microbiológica, y demás atributos sensoriales, no se detectaron diferencias entre los tratamientos y el control. Este estudio sugiere que es posible reducir la concentración de NaCl en un 50% en salchichas tipo Seleccionada mediante el uso de KCl modificado, sin cambios desfavorables en las características sensoriales y microbiológicas. Esta reducción permitiría una disminución en los niveles de sodio del 24% en el producto final.

Palabras clave: Aditivos alimenticios, derivados cárnicos, propiedades funcionales, alimentos saludables.

Abstract. A proposal to reduce the sodium levels in meat products to develop healthier products is to reduce the amount of sodium chloride (NaCl) in the formulations. In this study, the effect of reducing NaCl and its substituting by modified KCl on sodium levels, sensory and microbiological characteristics in a selected type sausage was evaluated. The percentage of reduction and substitution of NaCl by modified KCl compared to control was 50 and 75%, respectively. The reduction of NaCl caused significant effects ($P \leq 0.05$) on the sodium content in the end product relative to the control, which would imply nutritional benefits. On the other hand, significant differences ($P \leq 0.05$) in the instrumental and sensory texture properties were detected in the formulation with reduced 75% of NaCl. On the other microbiological stability and sensory attributes, it was not found significant differences between treatments and the control. This study suggests that is possible to reduce the NaCl concentration by 50% in a selected type sausage using modified KCl without adverse changes in the sensory and microbiological characteristic. Besides, this reduction would allow a decrease in sodium levels of 24% in the end product.

Key words: Food additives meat derivatives, functional properties, healthy foods.

Las tendencias actuales de los compradores hacia el consumo de alimentos con propiedades que contribuyan a la salud, ha venido generando dentro del sector de procesamiento de derivados cárnicos una creciente demanda hacia el desarrollo de productos que ofrezcan un valor agregado saludable (Zhang *et al.*, 2010). Dentro de las estrategias planteadas, se destaca el diseño de derivados cárnicos reducidos en sodio como alternativa para minimizar la alta incidencia, que representa el consumo de estos productos, sobre el progreso de ciertas enfermedades como la hipertensión, asociada a los altos niveles de sodio que estos productos aportan a la dieta (Ruusunen *et al.*, 2003a; Muguera *et al.*, 2004; Sahoo *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2005; Desmond,

2006). Estudios recientes muestran evidencia de que los niveles altos en la ingesta de sodio pueden ser cruciales para el desarrollo de la hipertensión y el aumento de la presión arterial dentro de los consumidores (Hermansen, 2000; He y MacGregor, 2003; Obarzanek *et al.*, 2003; McCarty, 2004; Paik *et al.*, 2005; Dickinson y Havas, 2007).

En los derivados cárnicos, el sodio es relativamente alto debido al contenido de cloruro de sodio (NaCl), agregado durante el procesamiento, el cual puede ser desde el 2%, en productos cocidos, hasta el 6% en productos crudos curados (Jiménez *et al.*, 2001); convirtiendo a estos productos en la principal fuente de este mineral en la dieta (Aliño *et al.*, 2009), debido

¹ Ingeniero Agroindustrial. Asistente de Innovación y Desarrollo, Tecnas S.A. Carrera 50G No. 12 Sur 29. Itagüí, Colombia. <wpacheco@tecnas.com.co>

² Ingeniería Química. Asistente de Innovación y Desarrollo. Tecnas S.A. Carrera 50G No. 12 Sur 29. Itagüí, Colombia. <carias@tecnas.com.co>

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín – Facultad de Ciencias Agrarias – Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <darestre@unal.edu.co>

Recibido: Noviembre 23 de 2011; aceptado: Mayo 15 de 2012.

a que la cantidad de sodio de otros aditivos usados es más baja comparada con la cantidad que este aporta (Ruusunen y Puolanne, 2005). No obstante, la reducción de sodio en derivados cárnicos requiere de la sustitución parcial de NaCl por otros componentes que tengan un efecto similar sobre las propiedades sensoriales, tecnológicas y microbiológicas en el producto; ya que éste es un ingrediente esencial que provee un número simultáneo de diferentes propiedades funcionales (Weiss *et al.*, 2010), tales como: capacidad de retención de agua, unión de proteínas, color, sabor, textura, prevención del crecimiento microbiano, entre otros (Gelabert *et al.*, 2003; Vandendriessche, 2008; Armenteros *et al.*, 2009); además, su disminución puede generar ciertos problemas tecnológicos asociados con la calidad y preservación del producto final.

Un gran número de compuestos han sido evaluados con el propósito de sustituir parcialmente el NaCl en derivados cárnicos. Dentro estos se resaltan el uso de sales de potasio, calcio y magnesio, sales de ácidos orgánicos, fosfatos, lactatos, ascorbato, colágenos, extractos de levadura y diversos hidrocoloides (Aliño *et al.*, 2010a; Aliño *et al.*, 2010b; Bastianello *et al.*, 2011; Fulladosa *et al.*, 2009; García y Totosa, 2008; Gimeno *et al.*, 2001; Guardia *et al.*, 2008; Ruusunen *et al.*, 2003b). Varios autores han concluido que el uso de mezclas de sales minerales, particularmente las sales de cloruro, constituyen la mejor opción para reducir el contenido de sodio en productos cárnicos (Aliño *et al.*, 2010c; Ruusunen y Puolanne, 2005; Horita *et al.*, 2011). Algunos estudios muestran los efectos favorables del uso de cloruro de potasio (KCl) como sustituto de NaCl, ya que esta sal ofrece propiedades funcionales similares, a pesar de que su adición en derivados cárnicos ha estado limitada

principalmente por su sabor amargo. Armenteros *et al.* (2009) establecen que la sustitución parcial de NaCl por KCl parece ser la mejor alternativa para reducir el contenido de sodio en productos cárnicos, ya que ambas sales tienen propiedades similares y el consumo de potasio no ha sido relacionado con el desarrollo de hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Gou *et al.* (1996), no encontraron alteraciones significativas en la textura de salchichas fermentadas al usar KCl para reemplazar NaCl. De otro lado, Gelabert *et al.*, (2003) detectaron variaciones en el sabor y la textura al sustituir NaCl por KCl en un 40% en salchichas fermentadas. Asimismo, Guardia *et al.* (2008), señalan que una reducción del 50% de NaCl en salchichas fermentadas puede ser substituida con KCl o con una mezcla de KCl/K-lactato, sin cambios en la aceptabilidad general del producto.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto producido por la reducción del contenido de NaCl, y su sustitución por KCl modificado, sobre el nivel de sodio, los atributos sensoriales y las características microbiológicas de una salchicha tipo Seleccionada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar en el cual cuatro formulaciones de salchichas fueron elaboradas; una formulación en la que no se redujo el NaCl (F1, control), tres formulaciones (F2, F3 y F4) en las cuales se redujo y sustituyó el NaCl por KCl modificado, respectivamente, de acuerdo con los porcentajes mostrados en la Tabla 1. Las cantidades de NaCl y KCl usadas en F2, F3 y F4, se establecieron con base en el contenido de NaCl de la formulación control, el cual fue de 12,7 g kg⁻¹.

Tabla 1. Reducción y sustitución de NaCl por KCl en diferentes formulaciones de salchichas tipo Seleccionada.

Formulaciones	Cloruro de sodio (%)	Cloruro de potasio (%)
F1 (Control)	100	-
F2	50	50
F3	25	75
F4	50	-

Elaboración de las salchichas. Lotes de salchichas de 4,0 kg por formulaciones fueron elaboradas usando carne de cerdo (250 g kg⁻¹) y de res (250 g kg⁻¹) magra, y tocino graso de cerdo (130 g kg⁻¹).

Inicialmente, las carnes y el tocino fueron molidos con un disco de 3 mm en un molino (Torrey®, Referencia M12FS). Posteriormente, las materias primas cárnicas fueron colocadas en un cutter (Mainca®, modelo CM-

14) y se mezclaron con los otros ingredientes de la fórmula en el siguiente orden: NaCl y KCl (en la cantidad establecida según el nivel de reducción y sustitución establecido en cada formulación), tripolifosfato de sodio ($3,7 \text{ g kg}^{-1}$), nitral sal curante (mezcla comercial de nitrito de sodio y NaCl, 33 g kg^{-1}), eritorbato de sodio ($0,5 \text{ g kg}^{-1}$), preparado sabor salchicha (mezcla comercial de especias y extractos de especias, 10 g kg^{-1}), Inbac MDA[®] (mezcla comercial de diacetato de sodio y ácidos orgánicos, 3 g kg^{-1}), proteína aislada de soya ($37,3 \text{ g kg}^{-1}$), almidón de yuca (20 g kg^{-1}), colorante natural para embutidos (mezcla comercial de carmín y annato, $3,4 \text{ g kg}^{-1}$) y agua ($276,1 \text{ g kg}^{-1}$). La emulsión, o pasta cárnica, obtenida fue embutida en una tripa artificial (celulosa de 20 mm de diámetro) y dividida en unidades de aproximadamente 12 cm de largo. Posteriormente, las salchichas fueron cocinadas en un horno automático R100 (CI Talsa[®]) usando el siguiente ciclo de procesamiento: secado ($65 \text{ °C}/20 \text{ min}$), cocción escalonada ($65 \text{ °C}/5 \text{ min}$, $70 \text{ °C}/7 \text{ min}$, $75 \text{ °C}/5 \text{ min}$ y 78 °C hasta alcanzar temperatura interna en el producto de 72 °C). Finalmente, las salchichas se empacaron en bolsas de poliamida/polietileno de baja densidad (Alico[®] S.A.), con una permeabilidad al oxígeno de $60 \text{ cc/m}^2/24 \text{ h/atm}$ (a 23 °C y $0\% \text{ HR}$), y se almacenaron bajo condiciones de refrigeración durante 48 h, tiempo a partir del cual se dispusieron para los diferentes análisis.

Análisis químico. Para cada salchicha se evaluó el contenido de sodio, el cual fue determinado mediante espectrometría de absorción atómica (Unican 969 AA Spectrometer Termofisher Scientific[®]) de acuerdo con la norma AOAC 985.35 (AOAC, 1995). Las determinaciones fueron realizadas por duplicado.

Medición instrumental de la textura. Un análisis de perfil de textura (TPA) fue realizado en un analizador de textura TA-XT Plus (Stable Micro Systems[®]). Cinco muestras de salchichas por tratamiento (20 mm diámetro y 25 mm alto) a temperatura ambiente fueron comprimidas axialmente al 80% de su altura original, utilizando un Plato P/75. Las curvas fuerza de deformación-tiempo se obtuvieron utilizando una celda de carga de 30 kg y una velocidad de pre-ensayo, ensayo y post ensayo de $4,0 \text{ mm/s}$. Durante el análisis fueron determinados los parámetros dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia; los cuales se obtuvieron mediante el uso de un Software Exponent Stable Micro System, versión 3.0.5.0. Los valores registrados para cada parámetro corresponden a la media de 5 mediciones.

Análisis microbiológico. Tres salchichas por tratamiento se utilizaron para evaluar la inocuidad microbiológica en los 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento. Para la toma de la muestra y la preparación de las diluciones, se siguió el procedimiento descrito en la norma NTC 4491-2:2004 (Icontec, 2004). Para el análisis de aerobios mesófilos se siguió el procedimiento descrito en la norma NTC 4519:2009 (Icontec, 2009a), mientras que para el recuento de coliformes, se utilizó el procedimiento establecido en la norma NTC 4516:2009 (Icontec, 2009b). Las determinaciones de *Staphylococcus aureus*, esporas de *Clostridium* sulfito reductoras y *Salmonella* sp, se llevaron a cabo siguiendo el procedimiento descrito en el Manual de Técnicas de Análisis para Control de Calidad Microbiológica de Alimentos para Consumo (INVIMA, 1998). Todos estos análisis fueron realizados por duplicado.

Evaluación sensorial. Un análisis descriptivo cuantitativo (ADC) fue realizado para la evaluación sensorial de las salchichas. Seis atributos fueron evaluados: olor/aroma, intensidad sabor cárnico, intensidad sabor salado, sabor objetable, cohesividad y masticabilidad. La evaluación sensorial fue realizada por ocho jueces pertenecientes al panel sensorial de la Fundación Intal (Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria, Itagüí, Colombia), a quienes se les suministró un formato con una escala de intensidad entre 0 y 7 puntos; donde 0 corresponde a ausente, 1 y 2 (leve), 3 (media-baja), 4 (media), 5 (media-alta), 6 y 7 (Intenso). Durante la sesión, los jueces recibieron una muestra (6 cm alto x 2,0 cm diámetro) de las cuatro salchichas. Todas las evaluaciones fueron realizadas por duplicado.

Análisis estadístico. Los datos de cada medición en los diferentes tratamientos fueron tratados mediante un análisis de varianza de una vía ($P \leq 0,05$). En aquellos casos donde los efectos fueron significativos, las medias fueron comparadas usando el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey ($P \leq 0,05$). Todos los análisis fueron realizados usando el programa estadístico Statgraphics[®] Centurion XV (Versión 15.2.06).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de sodio. En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis de sodio realizado a las salchichas elaboradas con las diferentes formulaciones. Se observó que el contenido de sodio disminuyó

significativamente ($P \leq 0,05$) con la reducción del contenido NaCl; en la muestra elaborada con F3 se obtuvo el mayor descenso, coincidiendo con

la mayor reducción en el contenido de NaCl; lo que implicaría beneficios desde el punto de vista nutricional.

Tabla 2. Contenido de sodio en salchichas tipo Seleccionada elaboradas con diferentes formulaciones.

Formulaciones	mg Na/100 g	Reducción (%)
F1 (Control)	967,55 (2,01) a	-
F2	734,29 (0,60) b	24,11
F3	552,08 (2,73) c	42,94
F4	727,56 (0,91) b	24,80

En la columna, valores promedio (desviación estándar) con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En general, los contenidos de sodio fueron compatibles con los niveles de reducción de NaCl logrados, considerando que las otras fuentes de sodio procedentes de los aditivos e ingredientes se mantuvieron constantes en todos los tratamientos. Estos resultados coinciden con los mencionados por Horita *et al.* (2011), quienes obtuvieron una relación de compatibilidad similar al reemplazar NaCl, en un 50 y 75%, por KCl en formulaciones de mortadelas. De otro lado, Ibañez *et al.* (1997) lograron reducciones de sodio similares a las reportadas en este estudio, al reemplazar parcialmente NaCl por KCl en salchichas fermentadas.

Análisis instrumental de textura. Del análisis de perfil de textura, se encontró que las salchichas elaboradas con F2 y F4 no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en los parámetros de textura en comparación con el control (Tabla 3); mientras que en las muestras elaboradas de acuerdo a F3 se evidenciaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con respecto al control (F1), F2 y F4 específicamente en cuanto a dureza, gomosidad y masticabilidad; parámetros en los que se observó una disminución significativa debido posiblemente a la reducción en un 75% del NaCl, ya que este ingrediente constituye un factor crítico para la textura.

Tabla 3. Análisis perfil de textura (TPA) de salchichas tipo Seleccionada elaboradas con diferentes formulaciones.

Parámetros	Formulaciones			
	F1 (Control)	F2	F3	F4
Dureza (g)	15010,41 (1150,55) b	17853,00 (308194) b	8548,38 (790,57) a	15559,30 (939,75) b
Elasticidad	0,8758 (0,029) a	0,8298 (0,079) a	0,8866 (0,016) a	0,8340 (0,052) a
Cohesividad	0,3258 (0,056) ab	0,3612 (0,099) b	0,2148 (0,021) a	0,3588 (0,067) b
Gomosidad	4907,74 (1022,55) b	6530,10 (2406,01) b	1841,12 (295,67) a	5558,00 (894,52) b
Masticabilidad	4275,68 (751,42) b	5281,55 (1485,12) b	1628,97 (233,65) a	4612,36 (634,38) b
Resilencia	0,145 (0,054) a	0,177 (0,073) a	0,0908 (0,004) a	0,1812 (0,057) a

En cada fila, valores promedio (desviación estándar) con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Horita *et al.* (2011) encontraron variaciones similares en las propiedades de textura de un producto cárnico emulsionado, especialmente en dureza, al reducir el contenido de NaCl en un 50 y 75%. Estos autores señalan que las variaciones de dureza en productos cárnicos picados podría relacionarse con la reducción de la capacidad de retención de

agua al disminuir el contenido de NaCl; ya que la concentración de NaCl agregada normalmente a los productos cárnicos produce la fuerza iónica requerida para la solubilización y extracción de las proteínas miofibrilares responsables, entre otros, de la capacidad de retención de agua. Así, cuando el NaCl se reduce, la cantidad de proteína extraída

también puede disminuir (Gordon y Barbut, 1992), lo que reduce la capacidad de retención de agua y la fuerza del gel (Whiting, 1984). Estos cambios se reflejan en las características de textura final de los productos picados, especialmente en formulaciones reducidas en sodio como las de este estudio. Otras investigaciones realizadas muestran las posibles variaciones en las propiedades de textura cuando el NaCl es reducido; Sofos (1983), encontró variaciones significativas en la textura de salchichas frankfurter al disminuir el NaCl más del 20%. Asimismo, reducciones de sal (2,5 a 1,25%) produjeron una textura suave en bologna (Seman *et al.*, 1980) y frankfurter (Hand *et*

al., 1987; Matulis *et al.*, 1995). De otro lado, Jiménez *et al.* (1998) no encontraron un efecto claro sobre los parámetros de textura al evaluar diferentes niveles de sal en productos cárnicos.

Análisis microbiológico. Las características microbiológicas de las salchichas elaboradas con las diferentes formulaciones se muestran en la Tabla 4. Los resultados obtenidos arrojan que las reducciones en el contenido de NaCl no tuvieron un efecto significativo sobre la estabilidad microbiológica de las salchichas durante los 21 días de almacenamiento, debido a que sólo hubo crecimiento de aerobios mesófilos.

Tabla 4. Parámetros microbiológicos de las salchichas tipo Seleccionada elaboradas con las diferentes formulaciones.

Parámetro	Día	Formulaciones			
		F1 (Control)	F2	F3	F4
Recuento total de aerobios mesófilos, (Log UFC/g)	0	1,00 a	1,48 a	1,30 a	1,30 a
	7	1,95 a	1,30 a	1,00 a	1,45 a
	14	2,18 a	2,30 a	3,15 a	1,78 a
	21	3,48 a	4,20 a	4,70 a	3,85 a
Coliformes totales, (NMP/g)	0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	7	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	14	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	21	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Coliformes fecales, (NMP/g)	0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	7	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	14	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	21	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Recuento <i>Staphylococcus aureus</i> , (UFC/g)	0	<100	<100	<100	<100
	7	<100	<100	<100	<100
	14	<100	<100	<100	<100
	21	<100	<100	<100	<100
Recuento esporas <i>Clostridium sulfito reductoras</i> , (UFC/g)	0	<10	<10	<10	<10
	7	<10	<10	<10	<10
	14	<10	<10	<10	<10
	21	<10	<10	<10	<10
<i>Salmonella</i> sp/25 g	0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	7	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	14	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	21	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

En cada fila, valores con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

El análisis de varianza realizado a los resultados de aerobios mesófilos, no detectó diferencias significativas entre F2, F3, F4 y F1 (control) durante el tiempo de almacenamiento. No obstante, un leve aumento en el total de aerobios mesófilos se observó hasta el día 21, principalmente en F2 y F3 con respecto al control. Sin embargo, los valores determinados de UFC/g para este parámetro se mantuvieron por debajo de los límites establecidos en la norma NTC 1325 (Icontec, 2008) lo que muestra una alta calidad higiénica de las materia primas y las condiciones de procesamiento. En cuanto a los demás parámetros analizados, como se mencionó inicialmente, no se evidenciaron crecimientos. Aliño *et al.* (2010a), establecen que el NaCl puede ser reemplazado parcialmente con mezclas de sales, en especial KCl, sin riesgo a afectar la seguridad microbiana. De igual manera, Bidlas y Lambert (2008) señalan acerca del efecto antimicrobiano del KCl combinado con NaCl sobre algunos microorganismos

dentro de los que sobresale el *Staphylococcus aureus*, demostrando así que el NaCl puede ser reemplazado parcial o completo por KCl, sin riesgo de afectar la seguridad microbiológica. De otro lado, Gelabert *et al.* (2003), obtuvieron resultados similares a los observados en este estudio, principalmente en cuanto a esporas *Clostridium* sulfito reductoras, al utilizar KCl como reemplazante de NaCl en salchichas fermentadas.

Evaluación sensorial. En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de las salchichas. Diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con respecto a F1 (control) en cohesividad y masticabilidad fueron detectadas en las muestras elaboradas con F3; donde se observó una disminución significativa de estos atributos, corroborando lo encontrado en el análisis instrumental de textura. En cuanto a las muestras elaboradas con F2 y F4, no se encontraron diferencias sensoriales significativas con relación a F1.

Tabla 5. Calificación promedio para las salchichas tipo Seleccionada evaluadas sensorialmente.

Atributos	Formulaciones			
	F1(Control)	F2	F3	F4
Olor/aroma	4,8 a	4,5 a	4,1 a	4,2 a
Sabor cárnico	4,7 a	4,5 a	3,7 a	4,2 a
Sabor salado	3,7 a	3,1 a	3,4 a	2,8 a
Sabor objetable	0,0 a	0,0 a	0,2 a	0,0 a
Cohesividad	3,7 b	3,5 ab	2,4 a	3,4 ab
Masticabilidad	4,6 b	4,2 ab	3,1 a	3,5 ab

En cada fila, valores promedios con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

De otro lado, se destaca que no se percibieron sabores residuales, lo que permite establecer que no hubo efectos sobre el sabor de las salchichas reducidas en NaCl por el uso de KCl. Asimismo, cabe destacar que se detectó una disminución en el sabor salado, principalmente en las salchichas elaborados con F4 debido posiblemente a que en este tratamiento, además de la reducción del NaCl, no hubo adición de KCl lo que minimizó la probabilidad de un aporte de sabor por parte de este ingrediente, ya que según Murray y Shackelford (1991) el KCl puede generar una ligera sensación a salado. Resultados similares han sido encontrados en varios estudios realizados, en los que se ha demostrado que la sustitución hasta niveles del 50% del NaCl por KCl no produce efectos significativos desfavorables sobre las propiedades

sensoriales en este tipo de productos (Barbut *et al.*, 1988; Hand *et al.*, 1982; Hand *et al.*, 1987; Seman *et al.*, 1980).

Por otro lado, Pasin *et al.*, (1989) encontraron que el reemplazo de hasta un 75% de NaCl por KCl modificado en salchichas de cerdo, fue significativamente bien aceptado, resultado contrario con respecto a lo ocurrido en este estudio cuando se sustituyó el 75% del NaCl por KCl, ya que las muestras elaboradas con este nivel de sustitución (F3) fueron las que obtuvieron las calificaciones más bajas en la gran mayoría de atributos evaluados. En cuanto a los atributos de textura, dentro de las observaciones realizadas por los jueces, la textura de las salchichas elaboradas con F3, fue descrita por la gran mayoría como blanda y

pastosa, corroborando los resultados mostrados por el análisis instrumental de textura.

CONCLUSIÓN

La reducción del contenido de NaCl en un 50% y su sustitución por KCl modificado, no afectó las características sensoriales y la estabilidad microbiológica de las salchichas tipo Seleccionada elaboradas, después de 21 días de almacenamiento. Asimismo, se consiguió una reducción del 24% en los niveles de sodio en el producto final con la reducción en un 50% de NaCl.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Tecnas S.A. por todo el apoyo técnico y financiero brindado para la ejecución de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliño, M., R. Grau, F. Toldrá, E. Blesa, M. Pagán and J. Barat. 2010a. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat Science* 85(3): 580-588.
- Aliño, M., R. Grau, F. Toldrá and J. Barat. 2010b. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Meat Science* 86(2): 331-336.
- Aliño, M., R. Grau, A. Fuentes and J. Barat. 2010c. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering* 99(2): 198-205.
- Aliño, M., R. Grau, F. Toldrá, E. Blesa, M. Pagán and J. Barat. 2009. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. *Meat Science* 83(3): 423-430.
- Armenteros, M., M. Aristoy, J. Barat and F. Toldrá. 2009. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry* 117(4): 627-633.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*. 16th Ed. Arlington, USA. 1.025 p.
- Barbut, S., A. Maurer and R. Lindsay. 1988. Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. *Journal of Food Science* 53(1): 62-66.
- Bastianello, P., B. Alves, R. Wagner, N. Nascimento and M. Rodrigues. 2011. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science* 87(3): 290-298.
- Bidlas, E. and R. Lambert. 2008. Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. *International Journal of Food Microbiology* 124(1): 98-102.
- Desmond, E. 2006. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science* 74(1): 188-196.
- Dickinson, B. and S. Havas. 2007. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: A report of the Council on Science and Public Health. *Archives of Internal Medicine* 167(14): 1460-1468.
- Fernández, J., J. Fernández-López, E. Sayas and J. Pérez. 2005. Meat products as functional foods: a review. *Journal of Food Technologists* 70(2): 37-43.
- Fulladosa, E., X. Serra, P. Gou and J. Arnau. 2009. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. *Meat Science* 82(2): 213-218.
- García, E. and A. Totosaus. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ -carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science* 78(4): 406-413.
- Gelabert, J., P. Gou, L. Guerrero and J. Arnau. 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science* 65(2): 833-839.
- Gimeno, O., I. Astiasarán and J. Bello. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science* 57(1): 23-29.
- Gordon, A. and S. Barbut. 1992. Effect of chloride salts on the protein extraction and interfacial protein

- film formation in meat batters. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58(2): 227–238.
- Gou, P., L. Guerrero, J. Gelabert and J. Arnau. 1996. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science* 42(1): 37-48.
- Guardia, M., L. Guerrero, J. Gelabert, P. Gou and J. Arnau. 2008. Sensory characterization and consumer acceptability of small caliber fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science* 80 (4): 1225-1230.
- Hand, L., R. Terrell and G. Smith. 1982. Effects of chloride salts on physical, chemical and sensory properties of frankfurters. *Food Science* 47 (6): 1800-1802.
- Hand, L., C. Hollingsworth, C. Calkins and R. Mandigo. 1987. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. *Journal of Food Science* 52(5): 1149-1151.
- He, F. and A. MacGregor. 2003. How far should salt intake be reduced?. *Hypertension* 42: 1093-1099.
- Hermansen, K. 2000. Diet blood pressure and hypertension. *British Journal of Nutrition* 83(1): 113–119.
- Horita C., M. Morgano, R. Celeghini and M. Pollonio. 2011. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science* 89(4): 426-433.
- Ibáñez, C., L. Quintanilla, I. Astiasarán and J. Bello. 1997. Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum-Staphylococcus carnosus*. Part II. Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. *Meat Science* 46(3): 277-284.
- Icontec, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2009a. Norma Técnica Colombiana. NTC 4519 (Primera Actualización). ICONTEC, Bogotá. 17 p.
- Icontec, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2009b. Norma Técnica Colombiana. NTC 4516 (Primera Actualización). ICONTEC, Bogotá. 19 p.
- Icontec, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2008. Norma Técnica Colombiana. NTC 1325. Quinta actualización. ICONTEC, Bogotá. 15 p.
- Icontec, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2004. Norma Técnica Colombiana. NTC 4491-2. ICONTEC, Bogotá. 19 p.
- INVIMA. 1998. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológica de alimentos para consumo humano. Ministerio de Salud, Santafé de Bogotá. 96 p.
- Jiménez, F., J. Carballo and S. Cofrades. 2001. Healthier meat and meat product: their role as functional foods. *Meat Science* 59(1): 5-13.
- Jiménez, F., P. Fernández, J. Carballo and F. Fernández. 1998. Hight-pressure-cooked low-fat pork and chicken batters as affected by salt levels and cooking temperature. *Journal of Food Science* 63(4): 656-659.
- Matulis, R., F. McKeith, J. Sutherland and M. Brewer. 1995. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. *Journal of Food Science* 60(1): 42-47.
- McCarty, M. 2004. Should we restrict chloride rather than sodium?. *Medical Hypothesis* 63(1): 138-148.
- Muguerza, E., O. Gimeno, D. Ansorena and I. Astiasarán. 2004. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science and Technology* 15(9): 452-457.
- Murray, D. and J. Shackelford. 1991. Sodium chloride substitute containing autolyzed yeast and ammonium chloride. US Patent No. 5.064.663: 7 p.
- Obarzanek, E., M. Proscham, W. Vollmer, T. Moore, F. Sacks, L. Appel, L. Svetkey, M. Most-Windhauser and J. Cutler. 2003. Individual blood pressure responses to changes in salt intake: Results from the DASH-sodium trial. *Hypertension* 42(4): 459-467.
- Paik, D., T. Wendel and H. Freeman. 2005. Cured meat consumption and hypertension: An analysis from NHANES III (1988-94). *Nutrition Research* 25 (12): 1049-1060.

- Pasin, G., M. Mahony, G. York, B. Weitzel, L. Gabriel and G. Zeidler. 1989. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (co-crystallised disodium-50-inosinate and disodium-50-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages. *Journal of Food Science* 54(3): 553–555.
- Ruusunen, M. and E. Puolanne. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* 70(3): 531-541.
- Ruusunen, M., J. Vainionpää, E. Poulanne, M. Lyly, L. Lähteenmäki, M. Niemistö and R. Ahvenainen. 2003a. Physical and sensory properties of low-salt phosphate free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Science* 63(1): 9-16.
- Ruusunen, M., J. Vainionpää, E. Poulanne, M. Lyly, L. Lähteenmäki, M. Niemistö and R. Ahvenainen. 2003b. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausage. *Meat Science* 64(4): 371-381.
- Sahoo, J., K. Sajala and M. Kumar. 2004. Low-salt meat products as health food. *Natural Product Radiance* 3(4): 309-317.
- Seman, D., D. Olson and R. Mandigo. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *Journal of Food Science* 45(5): 1116-1121.
- Sofos, J. 1983. Effects of reduced salt (NaCl) levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *Journal of Food Science* 48(6): 1692–1696.
- Vandendriessche, F. 2008. Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science* 78 (1-2): 104-113.
- Weiss, J., M. Gibis, V. Schuh and H. Salminen. 2010. Review: Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86(1): 196-213.
- Whiting, R. 1984. Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl. *Journal of Food Science* 49(5): 1350-1354.
- Zhang, W., S. Xiao, H. Samaraweera, E. Joo Lee and D. Ahn. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Science* 86(1): 15-31.