



Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 1, Número 2, Junio 2007

Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne

Derechos Reservados[©] MMVII

ISSN: 2007-0373

<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>



http://www.geocities.com/nacameh_carnes/index.html

ISSN DIFUSIÓN PERIODICA VIA RED DE CÓMPUTO: 2007-0373

NACAMEH, Vol. 1, No. 2, pp. 75-86, 2007

Implicaciones de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados*

Alfonso Totosaus

Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Av. Tecnológico esq. Av. Central s/n, Ecatepec 55210, Ecatepec, Estado de México. E-mail: alfonso.totosaus@excite.com.

Introducción

En los últimos años el consumo de la sal o cloruro de sodio ha sido asociado a problemas de salud, principalmente a la hipertensión arterial, relacionada a su vez con enfermedades cardiovasculares. El cloruro de sodio tiene importantes funciones en el organismo (Tabla 1), pero su consumo excesivo puede provocar ciertos malestares. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud del 2006, la prevalencia en México de esta enfermedad en la población de 20 años o más resultó de un 30.8%. Más de 50% de los hombres a partir de 60 años presenta hipertensión arterial, mientras que, en las mujeres, la afección se presenta en casi el 60% para el mismo periodo de edad. Se destaca que la mayor parte de los diagnósticos en las mujeres eran ya conocidos por ellas, mientras que la mayor parte de los hombres fueron diagnosticados en el levantamiento de esta encuesta (INSP, 2006).

Sodio en los alimentos

El sodio es consumido principalmente vía los alimentos procesados, principalmente de productos cárnicos y derivados de cereales. Aunque la recomendación es consumir de entre 3.5-5 g por día, el consumo estimado puede alcanzar hasta 9 g/día (Ruusunen y Poulanne, 2005). En México el consumo estimado es de 4 kg al año, lo que significa alrededor de casi 10

* Derivado de la Conferencia "Implicaciones de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados", presentada en el Coloquio en Ciencia y Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos 2006, Universidad Simón Bolívar.

g/día. De estos, de 1 a 3 kilos son aportados directamente por la sal agregada al preparar y consumir los alimentos, y el kilogramo restante es consumido indirectamente en los alimentos industrializados.

Tabla 1. Funciones de la sal en el organismo

Es indispensable para regular el ritmo cardíaco
Permite regular el contenido de agua del organismo
Favorece la transmisión de impulsos nerviosos
Favorece la contracción muscular
Participa en el equilibrio ácido-base del cuerpo
Participa en la llamado “bomba sodio-potasio”

El consumo directo abarca la sal molida o de cocina (95-98% de pureza) y la sal refinada o de mesa (99.90% pureza). La sal molida tiene demanda preferentemente en el sur de país mientras que la sal de mesa se prefiere en los estados del centro y norte (Secretaría de Economía, 2006). Curiosamente, esta preferencia geográfica también corresponde a la prevalencia de hipertensión de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud 2006, donde los estados del sur presentan un mayor porcentaje en comparación con los estados del centro y norte (INSP, 2006).

Sodio en productos cárnicos

Considerando el procesamiento de productos cárnicos emulsionados, el cloruro de sodio tiene un papel muy importante (Tabla 2). La evolución de este alimento hasta nuestros días se ha convertido de una ciencia empírica a una tecnología que involucra diferencias por variedad o tipo de carne, composición química, microbiológica y de proceso, los cuales se han venido dando desde los últimos 30 años.

Debido a esto, los productos cárnicos han ganado cierta reputación debido al relativamente elevado porcentaje de cloruro de sodio en su formulación. La palabra salchicha se deriva del latín, *salsus*, sal, ya que desde la antigüedad se practicaba el embutir en tripas de animales carne salada y sazónada, picada o molida, a fin de conservarla por más tiempo y se sabe que los romanos tomaron de los griegos la elaboración de embutidos de carne, a fin de abastecer a sus grandes ejércitos. En nuestro país, las salchichas son productos de alto consumo, debido a su conveniencia, fácil

preparación, la variedad de productos en el mercado, su bajo precio y, según, su valor nutricional, ya que puede ser considerada como una buena fuente de proteína animal.

Tabla 2. Funciones del cloruro de sodio en productos cárnicos emulsionados

Bacteriostático	Reduce la actividad de agua
Sabor	Gusto salado por el Cl^- y Estimulación de receptores por el Na^+
Aumenta la retención de agua	Repulsión de miofibrillas (Cl^-)
Mejora funcionalidad de proteínas	Solubilización proteínas miofibrilares

Reducción de sodio en productos cárnicos

La solubilización de las proteínas musculares es un importante proceso fisicoquímico de alimentos cárnicos procesados, donde esta solubilización normalmente ocurre como resultado del molido y mezclado de la carne con agua en presencia de sal (Xiong, 1994). Por lo tanto, la reducción del cloruro de sodio tiene varias implicaciones tecnológicas. Por ejemplo, la reducción de la fuerza iónica disminuye también la extracción y solubilización de las proteínas miofibrilares, afectando toda funcionalidad en el sistema. Hay dos opciones para compensar esta reducción del cloruro de sodio. En primer lugar, en lo relativo a sabor, la Tabla 3 resume algunos de los principales ingredientes utilizados en la sustitución de sal. En segundo lugar, al reducir la cantidad de sal se puede compensar incorporando otras sales, como cloruro de potasio, calcio o magnesio.

Tabla 3. Ingredientes utilizados en la sustitución de cloruro de sodio (Brandsma, 2006).

Ingrediente	Forma	Nivel de uso %
Extracto de levadura	Polvo, pasta, líquido	0.1-0.5
Proteína vegetal hidrolizada	Polvo, pasta, líquido	0.5-1.5
Glutamato monosodico	Cristales	0.5-2.0
Inosinato disodico	Cristales	0.05-0.2
Guanilato disodico	Cristales	0.05-0.2
Salsa de soya	Polvo, líquido	0.5-5

Al reducir la concentración de cloruro de sodio se disminuye la extracción y activación de las proteínas miofibrilares. Sin embargo, en presencia de cloruro de sodio, la funcionalidad de las proteínas miofibrilares puede ser mejorada utilizando bajas concentraciones de sales divalentes (Nayak y col. 1996). Se ha reportado que las sales de calcio, magnesio o potasio mejoran la extractabilidad y solubilización de las proteínas en batidos cárnicos, mejoran la estabilidad de la emulsión y favorecen una gelificación ordenada de las proteínas (Piggot y col., 2000; Nayak y col., 1998a; Barbut & Findlay, 1991; Seman y col., 1980).

Debido a que uno de los factores principales que afectan la habilidad de los sistemas emulsionados para unir y retener agua durante el tratamiento térmico es la fuerza iónica (Jones, 1984), la solubilidad de las proteínas es marcadamente afectada por las condiciones ambientales, tales como pH, temperatura y sales (tipo y concentración), donde de manera general estas últimas actúan de acuerdo a la serie de Hofmeister, donde los cationes $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ tienden a mejorar la solubilidad cuando son añadidas al sistema (Morrissey y col., 1987). La substitución total del cloruro de sodio por otras sales causa una gran estabilidad al batido cárnico, ya que a menor proteína extraída será menor la cantidad de proteína disponible para formar la película proteica interfacial que emulsione la grasa y dé estabilidad al batido. El efecto de los iones divalentes puede ser explicado en relación a la cantidad de proteína extraída, ya que el uso de estas sales en sistemas cárnicos en vez de cloruro de sodio reduce la cantidad de proteína extraída. A la misma concentración (0.43 M), el cloruro de calcio y magnesio extraen menos proteína total que cloruro de sodio o potasio; pero la proteína que más extrae el cloruro de magnesio es miosina, la cual no es extraída por el cloruro de calcio (Gordon & Barbut, 1992). Sin embargo, a bajas concentraciones de sales dicationicas se puede tener una solubilidad de proteína más alta en batidos bajos en grasa que en batidos normales ya que hay más proteína de la carne magra disponible para la extracción (Nayak y col., 1998 b). Respecto al uso de cloruro de potasio en sistemas cárnicos, aunque parecer ser que esta sal actúa de manera similar al cloruro de sodio en la desnaturalización de la miosina y actina, proveyendo una gran estabilidad durante el calentamiento (Barbut & Finlay, 1991), pero aunque se le considera el substituto principal de la sal en la industria alimenticia puede dar un sabor amargo (Whiting, 1988).

Reducción simultánea de sodio y grasa: ¿Se puede? ¿Qué implica?

La reducción simultánea de sodio y grasa en sistemas cárnicos se convierte entonces en un reto tecnológico. La reducción de grasa afecta principalmente a las propiedades de textura y rendimiento, haciendo a las salchichas bajas en grasa más duras que las normales. El uso de ingredientes que mimeticen la función de la grasa ha sido ampliamente estudiado, y abarca desde proteínas no cárnicas de diferentes tipos, como harinas, féculas y dextrinas, y polisacáridos. Sin embargo, el cambio en las especies iónicas del medio ambiente puede ser ventajoso, ya que muchos de estos sustitutos de grasa que se utilizan actualmente en la industria cárnica son polisacáridos aniónicos, con una fuerte dependencia sobre el tipo y concentración de ion para poder formar un gel.

A este respecto, se muestran los siguientes resultados utilizando diferentes combinaciones de sales en sistemas cárnicos bajos en grasa, utilizando κ -carragenina y goma gelana.

La Figura 1 muestra las curvas típicas para tres tipos de pruebas texturales:

- a) Análisis de Perfil de Textura. Desarrollado para imitar la masticación, e implica hacer una doble compresión de la muestra para obtener información sobre la dureza y memoria de la muestra
- b) Celda de Kramer. Prueba de compresión-extrusión, donde la muestra es comprimida por una serie de navajas hasta que la muestra pasa por el piso de la celda, dando información de la integridad de la muestra.
- c) Navaja de Warner-Bratzler. Muy utilizada para determinar la dureza o ternura de la carne, pero al ser una prueba de tensión-corte, esto por que la navaja no tiene filo, da información de la ductilidad o fuerza necesaria para romper la muestra.

En la siguiente Figura se muestra estas pruebas aplicadas a salchichas bajas en grasa y cloruro de sodio, formuladas con otras sales y polisacáridos aniónicos. Para la celda de Kramer vemos que al incorporar gelana (Figura 2-A) la fuerza necesaria para extruir la muestra formulada con 10% de grasa y cloruro de magnesio es mayor en comparación con los otros tratamientos. Al utilizar κ -carragenina (Figura 2-B) en formulaciones diferentes tenemos que la incorporación de cloruro de potasio aumento la fuerza requerida para llevar a cabo esta prueba. Esto demuestra la fuerte

dependencia de estos hidrocoloides por el tipo de ion, gelana por iones dicationicos como el magnesio y κ -carragenina por el potasio. A pesar de ser formulaciones con diferentes sales e hidrocoloides, la fuerza es un poco menor para las muestras con gelana. Al determinar la fuerza necesaria para cortar la muestra con la navaja Warner-Bratzler, tenemos que las salchichas formuladas con gelana y 10% de grasa y cloruro de magnesio necesitaron mas fuerza para ser cortadas (Figura 2-C). Mientras que en las muestras con κ -carragenina (Figura 2-D), la incorporación de potasio otra vez resultó en una mejor textura, corroborando los resultados anteriores. Finalmente, en el Análisis de Perfil de Textura se repite la misma tendencia para las muestras con gelana (Figura 2-E) y κ -carragenina (Figura 2-F). Estos resultados pueden apreciarse claramente en las Figuras 3 para las salchichas formuladas con gelana y en la Figura 4 para las salchichas formuladas con κ -carragenina. Estos resultados y las formulaciones pueden ser consultadas en León Gutiérrez (2006) y Meza Hernández (2003).

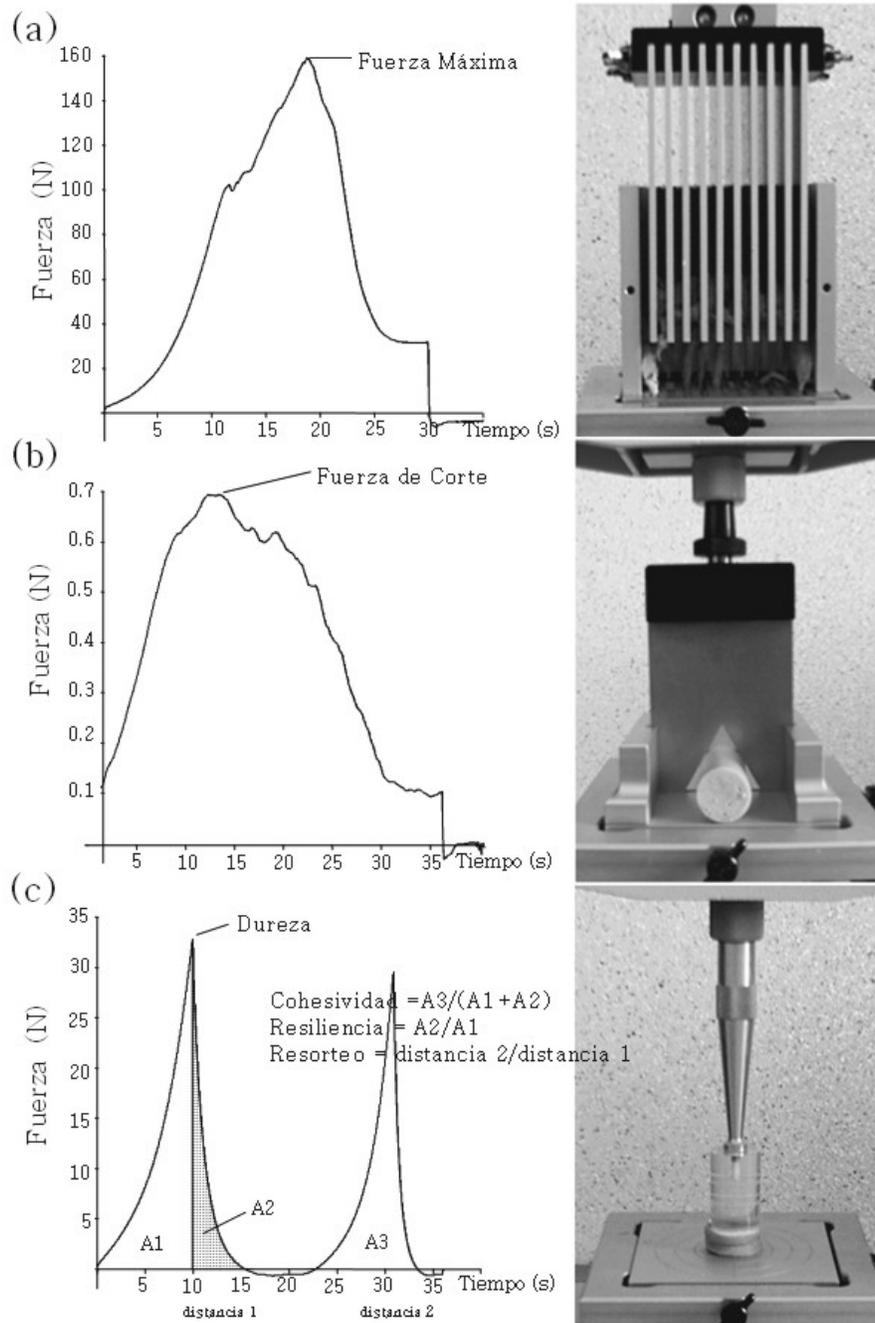


Figura 1. Curvas típicas de fuerza-deformación para (a) Celda de Kramer, (b) Navaja de Warner-Bratzler, y (c) Análisis de Perfil de Textura.

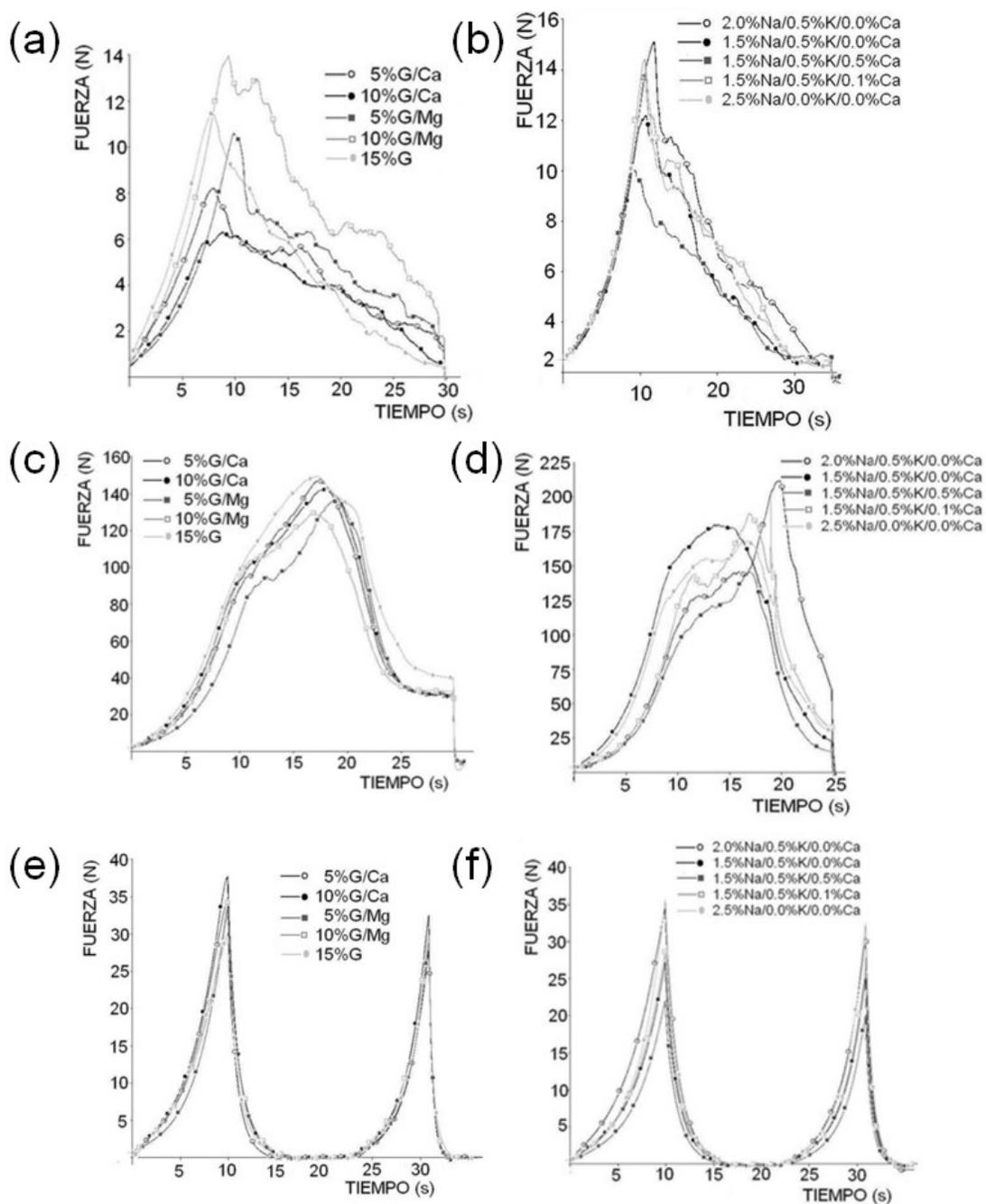


Figura 2. Curvas fuerza-deformación para salchichas bajas en grasa y sales con: celda de Kramer para (A) gelatina o (B) κ -carragenina; navaja Warner-Bratzler para (C) gelatina o (D) κ -carragenina; y análisis del perfil de textura para (E) gelatina o (F) κ -carragenina (G= %Grasa; Ca= %CaCl₂, Mg= %MgCl₂, Na= %NaCl, K= %KCl).

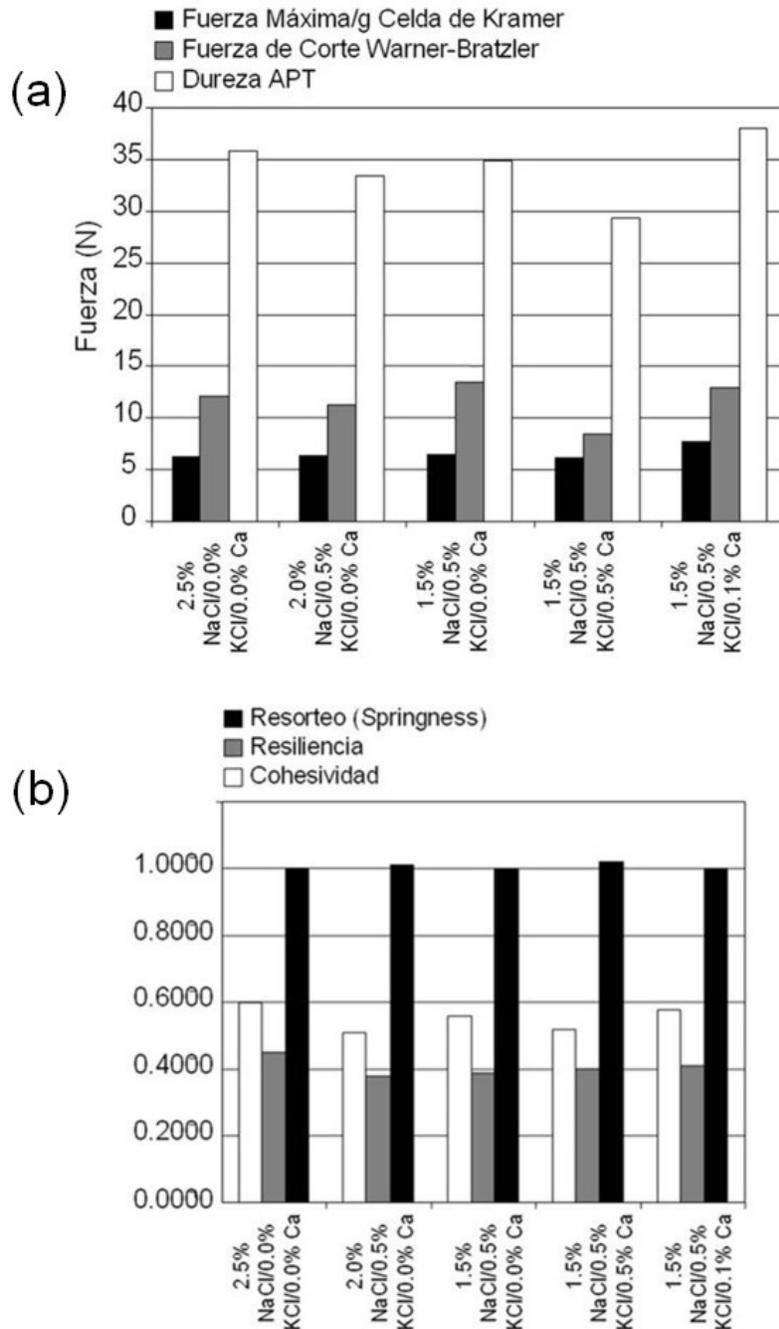


Figura 3. (A) Fuerza máxima por gramo, fuerza máxima de corte y dureza para Celda de Kramer, Navaja Warner-Bratzler y Dureza del Análisis del Perfil de Textura, y (B) parámetros adimensionales del Análisis del Perfil de Textura para salchichas bajas en grasa y sodio formuladas con gelana (G= %Grasa; Ca= %CaCl₂, Mg= %MgCl₂, Na= %NaCl, K= %KCl).

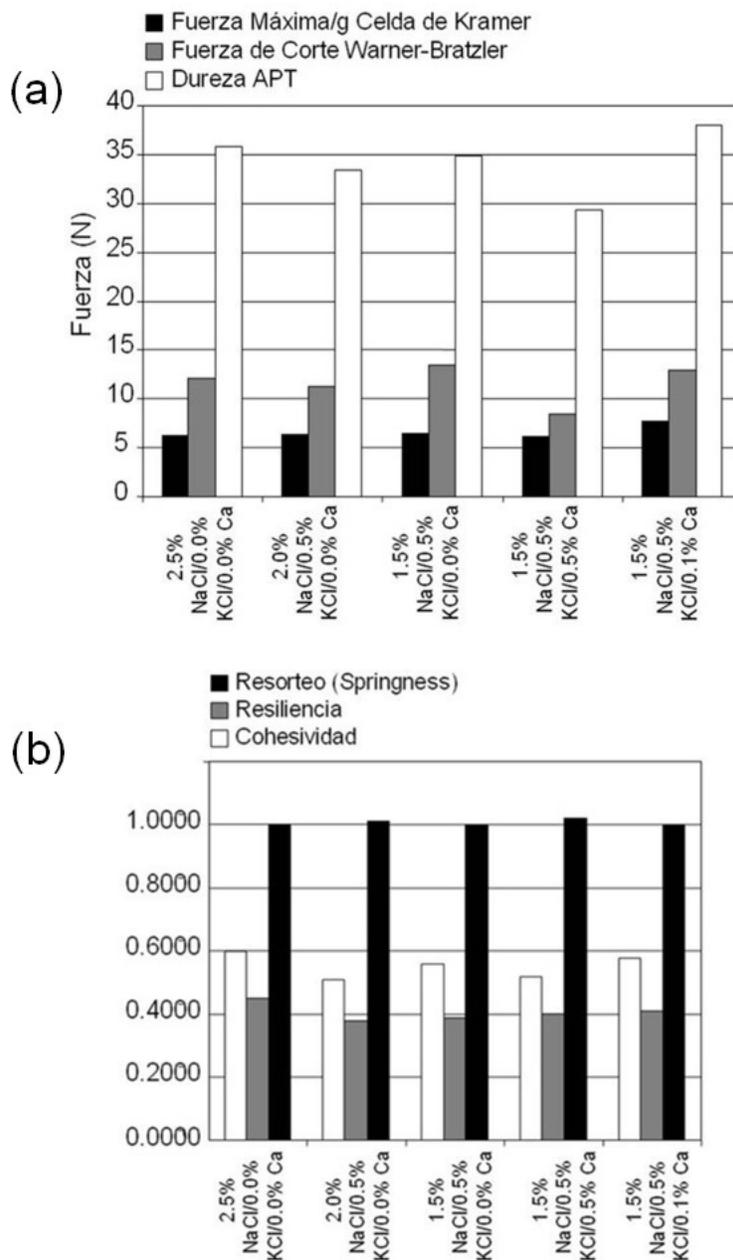


Figura 4. Fuerza máxima por gramo, fuerza máxima de corte y dureza para Celda de Kramer, Navaja Warner-Bratzler y Dureza del Análisis del Perfil de Textura, y (B) parámetros adimensionales del Análisis del Perfil de Textura para salchichas bajas en grasa y sodio formuladas con κ -carragenina (G= %Grasa; Ca= %CaCl₂, Mg= %MgCl₂, Na= %NaCl, K= %KCl).

Conclusiones

El abuso en el consumo de sal puede traer serias consecuencias a personas con problemas de hipertensión, sobre todo por que la gran mayoría desconoce que padece esta enfermedad. Si bien es en gran medida cuestión de costumbres al cocinar y preparar alimentos, la ingesta de este mineral por parte de los alimentos industrializados puede y debe ser disminuida. A este respecto, las salchichas como productos cárnicos tienen cierta reputación como alimentos con un relativamente alto porcentaje de sal y grasa. La reducción de la sal o cloruro de sodio afecta definitivamente la funcionalidad del sistema cárnico, la incorporación de otras sales la compensa. Aprovechando este nuevo y funcional ambiente iónico, la adición de sustitutos de grasa tales como polisacáridos aniónicos que tienen una gran afinidad por estos iones permite compensar la pérdida de propiedades texturales en el producto final.

Referencias

- BARBUT, S. & FINDLAY, C.J. 1991. Influence of sodium, potassium and magnesium chloride on thermal properties of beef muscle. *Journal of Food Science*, 56, 180-182.
- BRANDSMA, I., 2006. Reducing sodium. *Food Technology* 60(3): 24-26, 28-29.
- GORDON, A. & BARBUT, S. 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, 227-238.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA, 2006. Encuesta Nacional de salud y Nutrición 2006, ENUSAT. Secretaría de Salud, México.
- JONES, K.W. 1984. Protein lipids interactions in processed meats. *Reciprocal Meat Conference Proceeding*, 37, 52-57.
- LEÓN GUTIERREZ J.R., 2006. Relación de la microscopia, calorimetría diferencial de barrido y textura de salchichas bajas en grasa y sodio utilizando kappa-carragenina y otras sales, Tesis Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- MEZA HERNÁNDEZ, S. 2003. Efecto de la concentración de sodio, potasio y sales dicarboxilicas (calcio y magnesio) sobre las propiedades de gelificación de gelatina en la reducción de grasa y sustitución de sodio en productos cárnicos, Tesis Licenciatura Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- MORRISSEY, P.A., MULVIHILL, D.M. & O'NEIL, E.M. 1987. Functional properties of muscle proteins. In Hudson, B.J.F. (Ed.), *Developments in Food Proteins -5* (pp. 195-211). London: Elsevier Applied Science.
- NAYAK, R., KENNEY, P.B. & SLIDER, S. 1996. Protein extractability of turkey breast and thigh with varying sodium chloride as affected by calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 61, 1149-1154.
- NAYAK, R., KENNEY, P.B., SLIDER, S., HEAD, M.K., KILLEFER, J. 1998a. Cook yield, texture and gel ultrastructure of model beef batters as affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 63, 945-950.
- NAYAK, R., KENNEY, P.B., SLIDER, S., HEAD, M.K., KILLEFER, J. 1998b. Myofibrillar protein solubility affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 63, 951-954.
- PIGGOT, R.S., KENNEY, P.B., SLIDER, S. & HEAD, M.K. 2000. Formulation protocol and dicationic salts affect protein functionality on model system beef batters. *Journal of Food Science*, 65, 1151-1154.
- RUUSUNEN M., & POULANNE, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531-541.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA 2006. Sal. Disponible en la URL: <http://www.economia.gob.mx/?P=1726>.
- SEMAN, D.L., OLSON, D.G. & MANDIGO, R.W. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *Journal of Food Science*, 45, 1116-1121.
- TOTOSAUS, A. & I. GUERRERO. 2006. Propiedades funcionales y textura. Capítulo 8 en *Ciencia y Tecnología de Carnes*, Y.H. Hui, M. Rosmini & I. Guerrero (Editores). Editorial LIMUSA, México, ISBN 968-18-6549-9, pp. 205-227.
- WHITING, R.C. 1988. Ingredients and processing factors that control muscle protein functionality. *Food Technology*, 42(4), 104, 110-114, 210.
- XIONG, Y.L. 1994. Myofibrillar protein from different muscle fiber types: implications of biochemical and functional properties in meat processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 293-320.