



Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 1, Número 1, 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. 1, pp. 53-66, 2007

Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio*

Alfonso Totosaus

Centro de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hidalgo, México. E-mail: alfonso.totosaus@excite.com.

Introducción

La búsqueda de alimentos más sanos que respondan a las necesidades de la población en cuanto a requerimientos nutricionales y precio hacen necesario el desarrollo de productos fáciles de preparar y consumir. Algunos productos cárnicos conocidos como carnes frías (salchichas de cualquier tipo, jamones, etcétera) son ampliamente aceptados debido a que pueden comerse fríos y tienen una vida de anaquel considerable. Sin embargo, estos productos tienen una relativamente alta concentración de grasa y sal en su formulación, limitando su consumo a sectores en la población con problemas de hipertensión o sobrepeso. El objetivo de este trabajo es hacer una breve revisión respecto a la reducción de grasa y del contenido de cloruro de sodio en productos cárnicos emulsionados y cocinados.

Antecedentes

No existe nada que pueda decirse sea el alimento perfecto o completo, lo cual quiere decir que no existe un solo alimento que proporcione una cantidad suficiente de todos los nutrientes esenciales para mantener una buena salud. Es necesario consumir diversos alimentos para nutrirnos. Asimismo, debido a que los diferentes alimentos tienen un contenido nutritivo con una amplia variación en cuanto a grasas, carbohidratos, proteínas, agua, elementos minerales y vitaminas, se necesita seleccionar

* Derivado de la Conferencia "Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio", presentada en el Coloquio Internacional en Ciencia y Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos 2002, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

los alimentos que ingerimos de tal manera que nos suministren una dieta balanceada y saludable (Fox y Cameron, 1992).

En los últimos años la demanda por alimentos saludables en todos los niveles de la población se ha incrementado. Los principales problemas asociados a los productos cárnicos son el nivel de sodio y grasa, y en productos curados el nivel de nitritos utilizados. Por esto, utilizando otros ingredientes como hidrocoloides o gomas en la formulación de estos productos, una reducción considerable en los niveles de sodio y grasa puede ser lograda gracias a las propiedades funcionales de estos ingredientes.

Funciones del sodio y grasa en la dieta

El contenido de sodio de la mayor parte de los alimentos en su estado natural es generalmente bajo, por ésta razón se añade sal a muchos alimentos elaborados. De hecho, las sales de sodio deben estar presentes en la dieta a fin de remplazar la que se pierde en la transpiración. El problema ocurre cuando se añade una cantidad excesiva de sal a diversos alimentos, como a derivados procesados de la carne (Fox y Cameron 1992). Así, aunque el contenido de sodio de la carne fresca sea bajo, el tocino, los embutidos y la mayor parte de los productos derivados de la carne contienen cantidades considerables de dicho elemento. A pesar de estar presente en estos alimentos, la mayoría de las personas les gusta ingerir más sal al preparar o consumirlos. Existe una relación entre la elevada ingestión de sal y la aparición de la alta presión arterial o hipertensión con la edad. La alta presión sanguínea es uno de los factores de riesgo asociados con la insuficiencia coronaria y apoplejía. Es necesaria una restricción más rígida en pacientes con insuficiencia renal o insuficiencia cardiaca congestiva (Moser, 1998).

La grasa se utiliza en embutidos de un 15 al 20% del peso final. Es muy importante en las emulsiones cárnicas, ya que la grasa se mezclará con la carne para formar una pasta, característica básica de las salchichas y de otros embutidos emulsificados (Guerrero y Arteaga, 1990). La grasa tiene cuatro funciones en la alimentación: a) sirve como fuente de energía; b) la grasa hace más apetitosos a los alimentos; c) proporciona al cuerpo ácidos grasos esenciales; y, d) transporta al cuerpo vitaminas liposolubles. Del mismo modo, en el organismo las grasas tienen tres funciones principales,

que son formar depósitos de grasa del cuerpo constituyendo una fuente de almacenamiento de energía; formar la parte principal de la estructura de las membranas celulares, y proveer la materia prima de la cual se obtienen varias hormonas (Fox y Cameron, 1992). Las grasas representan una parte esencial de la dieta, pero en años recientes ha habido una creciente controversia con respecto a la cantidad aconsejable para una dieta sana. Han aparecido ciertas “enfermedades de la abundancia”: alto colesterol, insuficiencia coronaria y arteriosclerosis entre las más importantes (Moser, 1998).

Proceso de elaboración de un embutido emulsionado y cocinado

Hay cuatro pasos en la elaboración de una salchicha, estos son: i) extracción de las proteínas; ii) hidratación y activación de las proteínas; iii) formación de la emulsión; y iv) formación de gel un mediante el cocimiento del batido cárnico (Terrell, 1980).

En el primer paso, se escoge el tipo de carne para elaborar la salchicha, es decir tipo de músculo (principalmente esquelético o parte de no esquelético) y tipo de fibra (rojas o blancas). La reducción de tamaño que tiene lugar primero en el molino y después en la cutter para liberar a las proteínas musculares (miofibrilares, sarcoplásmicas y del tejido conectivo). En el segundo paso durante la hidratación y activación de estas proteínas la sal (cloruro de sodio) es adicionada a la formulación, seguido de nitrito de sodio, fosfatos y de una parte de hielo. La agitación mecánica termina de romper tejido y solubilizar las proteínas activándolas mediante las cargas cloro (carga⁻) y sodio (carga⁺). El tercer paso es la formación de la emulsión. Aquí se añade la grasa y otra parte de hielo para controlar la temperatura que debe estar entre los 8-12°C. La agitación mecánica de la cutter dispersa finos glóbulos de grasa que son atrapados en la matriz de proteína cárnica. La temperatura es el factor más importante para obtener una emulsión estable antes y durante el cocimiento y es función del tiempo de mezclado. Debido al tamaño de partícula que se maneja en este sistema, el término “batido cárnico” es mas adecuado que el de “emulsión cárnica”. El cuarto paso es el cocimiento del batido. Se incorpora el resto de los ingredientes secos (edulcorantes, proteínas no cárnicas, etcétera) y el resto de hielo mediante agitación mecánica. La restricción física del batido (embutido) dará forma al producto, permitiendo una adecuada transmisión de

calor en el producto. La temperatura aplicada al batido hace que se pase de un sol a un semisólido o gel, es decir, una salchicha.

El proceso de activación (adición de sal y agitación mecánica) hace a la proteína muscular soluble a las condiciones del batido, si hablamos que en promedio las formulaciones contienen de 2.5 a 3.0% de sal (esto equivaldría aproximadamente a 0.5-0.6 M de cloruro de sodio). La función de los fosfatos es elevar el valor de pH del sistema de un valor aproximadamente de 5.5 (dependiendo en gran medida del tipo de músculo, especie y condiciones post mortem de la carne) a cerca de 6.5, fuera del punto isoeléctrico, donde las cargas proteína-proteína son máximas y la solubilidad mínima. La capacidad de retención de agua aumenta junto con la solubilidad de las proteínas. Si estas condiciones en el sistema no se cumplen la emulsión de la grasa en el batido no podrá realizarse y será poco estable. Finalmente, durante el cocimiento, la temperatura interna del producto debe alcanzar los 72 °C. La transición de miosina es a los 60°C, por lo que la solubilidad aumenta. El efecto de estos tres factores (sal, pH y temperatura) se observan en siguiente figura.

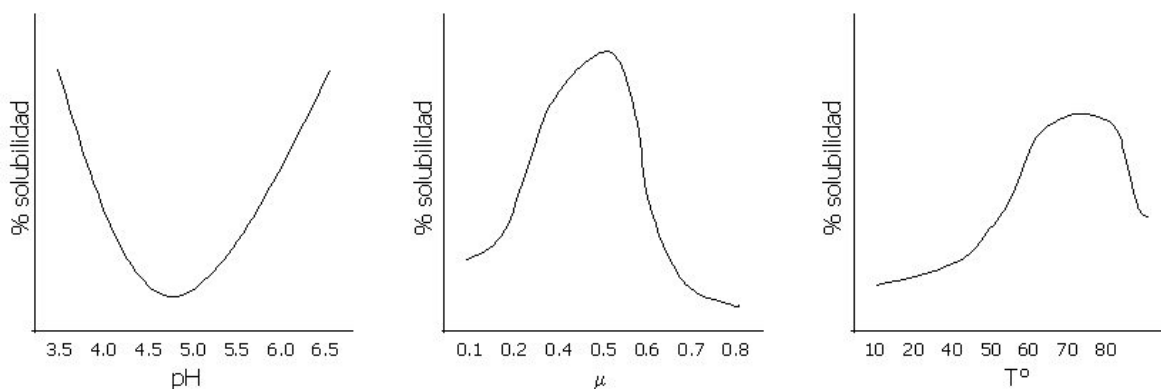


Figura 1. Perfil de solubilidad para proteínas musculares en función de condiciones ambientales (pH, fuerza iónica y temperatura)

Este gel de proteína muscular es el resultado de una compleja mezcla de todos los componentes del músculo, grasa, sal, nitritos y otros ingredientes de la formulación. De este modo el gel formado atrapa el agua y la grasa dentro del producto.

El fundamento de este proceso tiene que ver con tres tipos de interacciones entre los componentes del sistema, es decir: proteína, grasa y agua.

Interacciones proteína-agua: solubilidad

Las salchichas son sistemas coloidales complejos, en los cuales las propiedades de este sistema se derivan de las proteínas musculares utilizadas. Los músculos difieren en la cantidad de proteína afectando las propiedades del batido cárnico. Uno de los aspectos más importantes en la elaboración de estos batidos finamente picados es la relación entre agua y proteína. El proceso de hidratación para activar a las proteínas las cuales embeben humedad altera la estructura de la proteína muscular para formar una red que atrapa la grasa. La agitación mecánica o mezclado de la cutter en presencia de sal mejora la activación de las proteínas e inicia la formación de la red que aumenta su viscosidad, cargándose electrostáticamente y creando regiones hidrofóbicas e hidrofílicas (Terrel, 1980).

Interacciones proteína-grasa: emulsión

La grasa es añadida a la carne molida en la cutter en combinación con otros ingredientes y agua. La agitación mecánica atrapa a la grasa en la red formada hasta ese momento (después de hidratar y activar con iones a las proteínas). En caso de que la cantidad de proteína sea escasa en el tipo de carne empleada, se debe adicionar un emulsificante u otro tipo de proteína con buena capacidad de emulsión. Factores tales como el tiempo, temperatura, pH, calor generado, tamaño de partícula y tipo específico de grasa o lardo afectan la estabilidad de la emulsión. La capacidad de emulsión (habilidad de unir grasa) es diferente de acuerdo al tipo de músculo, teniendo influencia directa sobre la estabilidad de emulsión, que vendría a ser el desempeño de la red proteína/agua/grasa bajo presión. Esto aunado a las diferentes capacidades de los componentes de las proteínas musculares miofibrilares, especialmente miosina, de emulsificar grasa en comparación con las sarcoplásmicas, determina la estabilidad de la emulsión (Terrel, 1980).

Interacciones proteína-proteína: gelificación

La adición del resto de los ingredientes, incluyendo edulcorantes y proteínas no-cárnicas, afecta la unión y estabilidad del producto final. Además, estos ingredientes afectaran el sabor, textura y otras características. Este batido es entonces procesado en la cutter o mezcladora, a veces al vacío, a la temperatura y textura deseadas. El batido final es colocado en la embutidora para darle forma al producto mediante la tripa o funda ya sea natural o artificial, pasa al cocimiento que convierte el batido enclaustrado físicamente de un estado de “sol” a un estado de “gel”. El resultado de la pasta viscosa es un gel semi-sólido de forma cilíndrica compuesto de una red de agua/proteína/sal de tejido conectivo e ingredientes no cárnicos.

Reducción de cloruro de sodio y grasa

La reducción de cloruro de sodio y grasa tiene problemas debido a la función de estos ingredientes en el producto, tanto funcional como sensorialmente. Rust y Olson (1988) reportaron que cuando la grasa de un producto cárnico fue reducida por debajo del 15%, la calidad del producto cambia significativamente, especialmente la textura. La reducción de grasa con la adición de un 10% o menos de agua resultaron en productos que fueron duros, mas gomosos y menos jugosos (Hand y col., 1987). El análisis del perfil de textura indicó que tratamientos bajos en grasa fueron más elásticos y cohesivos además de jugosos que las muestras control altos en grasa, sin diferencias en el sabor saldo (Gregg y col., 1993). Claus y col. (1989) reportaron que si el contenido de grasa en boloñas era reducido y se añadía agua, los productos se volvían suaves y menos cohesivos. La reducción de 1.0% de sal disminuyó la capacidad de retención de agua de los productos. Del mismo modo, el aumento en la concentración de sal incrementó la cohesividad en salchichas ahumadas. Mucha de la variación en el sabor salado de estos productos ha sido atribuida a cambios en la concentración de sal, disminuyendo la extracción de proteína y la unión de agua, además de cambiar atributos sensoriales, tales como sabor saldo, intensidad de sabor y jugosidad (Matilus y col., 1995 a; b). Whiting (1984) reportó que emulsiones crudas hechas a niveles reducidos de sal (debajo del 2.0%) tuvieron un importante incremento en la liberación de agua del batido. La fuerza del gel gradualmente decreció con la reducción de sal de 3.35 a

1.0% y la grasa se retenía en emulsiones que contenían arriba del 1.0% de sal. Seman y col. (1980) evaluaron las propiedades fisicoquímicas de boloñas hechas con 2.5% de sal contra productos similares con 1.25% de sal. Los productos de baja fuerza iónica mostraron un incremento en la liberación de grasa, sinéresis en geles, y pérdida de humedad al cocimiento en pruebas de estabilidad de emulsión. La evaluación instrumental de las características de textura indicaron que la reducción de sal resulto en menores valores de dureza, fuerza de compresión, gomosidad y elasticidad. Hand y col. (1987) han reportado que salchichas bajas en grasa conteniendo 1.5% de cloruro de sodio tuvieron una textura mas suave que aquellas conteniendo 2.0 o 2.5% de cloruro de sodio.

La necesidad de ingredientes funcionales para sustituir grasa y simular sus propiedades físicas y organolépticas es importante. La producción de salchichas bajas en grasa requiere la modificación de formulaciones y proceso para que el sabor y textura sean aceptables (Barbut y Mittal, 1996). Otro cambio que enfrentan los procesadores de carnes es como formular productos bajos en sodio manteniendo el sabor original de los productos con niveles de sal normal (Gillete, 1985).

Incorporación de otros ingredientes: carrageninas

Entre los posibles factores que podrían obstaculizar la aplicación de las gomas en el procesamiento comercial de carnes es la incompatibilidad entre las proteínas solubles en sales y algunos polisacáridos a condiciones de alta fuerza iónica (Tolstoguzov, 1991; Xiong y Blanchard, 1993). El comportamiento funcional de las diferentes gomas en embutidos procesados necesita investigación ya que las propiedades reológicas de algunas gomas cambian substancialmente con la concentración y tipo de sal. Debido a que las proteínas musculares y la mayoría de las gomas tienen grupos ionizables, el pH de los batidos cárnicos puede también ser importante en las interacciones entre los dos componentes.

Carrageninas y su uso en productos cárnicos

La carragenina es soluble solo en solventes muy polares. En agua fría no es soluble en proporciones de más del 3%, mientras que a 60-80°C puede solubilizarse hasta un 7.8%. Las formas kappa e iota de la carrageninas tienen la capacidad de formar geles termorreversibles con el enfriamiento,

siempre que estos estén en soluciones acuosas que contengan sales. La kappa-carragenina puede formar geles cohesivos a una concentración de hasta 0.5% en sistemas acuosos y de 0.1-2.0% en sistemas bicoloidales. La fuerza de gel depende de la concentración de carragenina y del tipo y concentración de cationes monovalentes. Originalmente se creía que el entrecruzamiento necesario para la formación de una red de carragenina se debía únicamente a la formación de la doble hélice. Un modelo ampliamente aceptado incluye la agregación de las doble hélices en zonas de unión, aunque esta en conflicto con el modelo propuesto basado en la formación de nidos de hélices (Therkelsen, 1993) (Figura 2). En soluciones acuosas la función de los cationes sobre la carragenina es estabilizar la conformación de la molécula actuando sobre los grupos sulfato más que modificando las cargas. En ese sentido, el ión potasio tiene una excelente propiedad estabilizante sobre la doble hélice, mientras que los iones sodio y litio inhiben la formación de este tipo de estructura. Respecto a la formación del gel, la fuerza del gel de carragenina se incrementa dependiendo de su concentración y del tipo de catión presente. La fuerza de gel se incrementa de acuerdo a la siguiente serie: $K^+ > Ca^{+2} \gg Na^+$ (Therklensen, 1993). Se ha reportado que las carrageninas como agentes unidores de agua en hamburguesas y salchichas bajas en grasa tiene un éxito limitado cuando son utilizadas como compuestos modificadores de textura en salchichas o productos preparados a concentraciones de sal del 2-3% (Egbert y col., 1991).

La principal ventaja de los polisacáridos en salchichas bajas en grasa y con agua añadida parece ser la mejora de la retención de agua, y por lo tanto el cocimiento, peor no la textura (Xiong y col., 1999). Salchichas formuladas conteniendo 26.9% de grasa (control), 12% de grasa (muestra baja en grasa) con iota o kappa-carragenina tuvieron una aceptación general a pesar de las diferencias en las propiedades de textura (Foegeding y Ramsey, 1986). Del mismo modo, la incorporación de kappa-carragenina a sistemas cárnicos mejoró la fuerza de la matriz proteica afectando las temperaturas de transición (Foegeding y Ramsey, 1986). El incremento en la capacidad de retención de agua y textura mas dura parece ser debido al entrampamiento mecánico del agua, dependiendo de la concentración de carragenina debido a que a bajas concentraciones (0.5% p/p) no hay cambios térmicos en las proteínas musculares. La funcionalidad de las carrageninas en sistemas cárnicos ha sido relacionada a sus propiedad de termorreversibilidad, ya

que se disuelve a 70 °C durante el procesamiento térmico y gelifica cuando se enfría debajo de 40 °C. Las proteínas cárnicas permanecen solubles hasta que se calientan a 60-70 °C, cuando ocurre la gelificación por calor (DeFreitas y col., 1997 a y b).

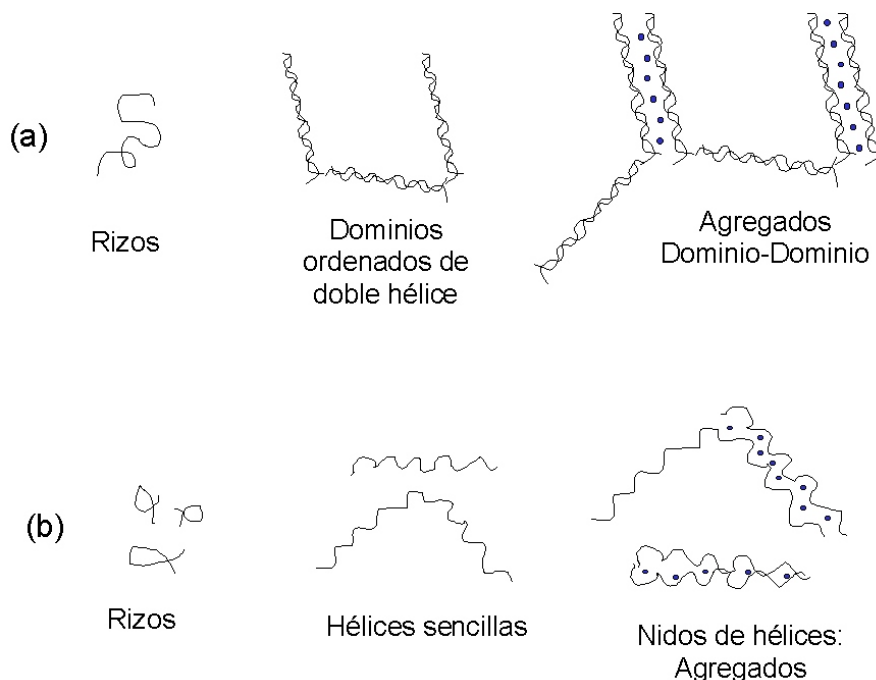


Figura 2. Modelos de gelificación para kappa-carragenina.

Por otra parte, la posibilidad de sustituir cloruro de sodio por otras sales como cloruro de potasio o calcio junto con la adición de kappa-carragenina no ha sido estudiada. Como se estableció anteriormente, la carragenina tiene necesidad y afinidad por otro tipo de iones que pueden ayudar a mimetizar la textura de un producto de calidad formulado con grasa.

Mezclas de proteínas musculares y carragenina

Trabajando en sistemas modelo, es decir, proteína muscular aislada y suspendida en condiciones de un sistema cárnico (0.6 M, 0.5% polifosfatos básicos, pH aprox. 6.5), Guerrero y Totosaus (2002) estudiaron el efecto del tipo de ión (Na^+ o K^+), a la misma molaridad, y de la especie sobre el perfil de textura de geles mezclados con kappa-carragenina (0.5% p/v). El

análisis del perfil de textura demostró que el tipo de ión ejerció un efecto significativo sobre la dureza, cohesividad y resiliencia. Las muestras de geles de proteína de cabra tuvieron valores mayores de cohesividad, elasticidad, resiliencia y adhesividad que los geles de proteína de res. Todos altamente significativos ($P < 0.01$), solo resiliencia y adhesividad fueron significativos ($P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente) (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Parámetros del análisis de perfil de textura de geles mezclados de proteína muscular de res (PMR) y Cabra (PMC) con kappa-carragenina.

	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad	Resiliencia	Adhesividad(N)
PMR-NaCl	90	0.18	0.71	0.04	-1.47
PMC-NaCl	26	0.52	0.66	0.41	-1.05
PMR-KCl	82	0.16	0.75	0.09	-2.00
PMC-KCl	24	0.50	0.70	0.40	-1.00

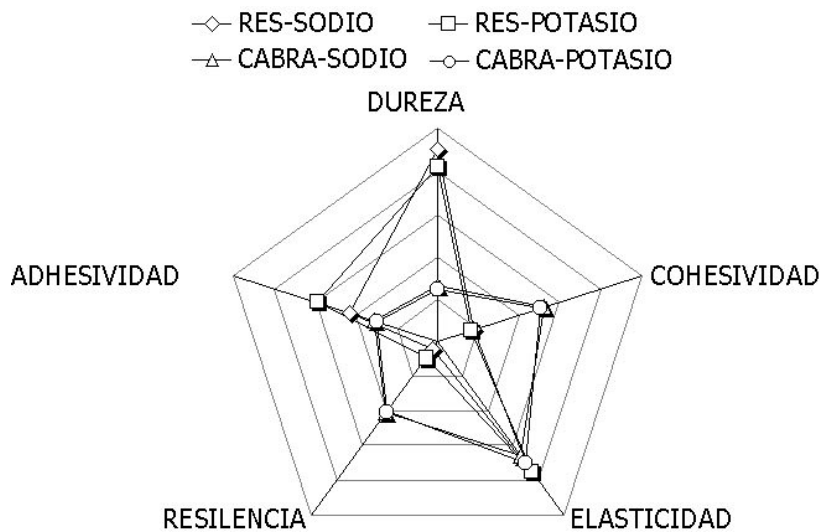


Figura 3. Grafica del perfil descriptivo de los parámetros del perfil de análisis de textura de los geles mezclados.

Estos resultados mostraron que las principales características de textura de las muestras no tuvieron diferencia al usar sodio o potasio, abriendo la posibilidad a reducir sodio en productos cárnicos.

Substitución del cloruro de sodio y de la grasa

La sustitución de cloruro de sodio (hasta en un 1.5%) y de la grasa (de un 15 al 10%) conjuntamente con la incorporación de otras sales (cloruro de potasio y cloruro de calcio) y kappa-carragenina (0.5%) resultó en el incremento del rendimiento debido a la inmovilización de agua por este hidrocoloide. La reducción de sodio con potasio y calcio provocó diferencias en la gelificación de la carragenina, principalmente. En el análisis instrumental del perfil de textura no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes formulaciones, pero si en el análisis descriptivo comparativo, donde las diferencias en sabor y aceptación arrojaron que un exceso de iones calcio provoca sabores extraños y la adición de hasta 1.0% de cloruro de potasio no produce sabor residual en los productos (Velázquez-Martínez y col., 2002). La Tabla 2 muestra los valores de sustitución de grasa y sodio y la incorporación de cloruro de potasio y calcio en una formulación de salchicha tipo Frankfurt.

Tabla 2. Formulación de salchicha tipo Frankfurt baja en grasa

Ingrediente (% p/p)	Testigo	T Uno	T Dos	T Tres	T Cuatro
Carne (res/cerdo)	56	56	56	56	56
Lardo (grasa)	15	10	10	10	10
Cloruro de sodio	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5
Cloruro de potasio	0	2.0	1.5	1.5	1.5
Cloruro de sodio	0	0	0	0.5	0.1
kappa-Carragenina	0	0.5	0.5	0.5	0.5

A pesar de la reducción de la fuerza iónica del medio extractor de las proteínas musculares, el tipo de catión y la concentración del mismo influyó, ya que las proteínas miofibrilares mejoran su solubilidad de acuerdo al siguiente orden: $Ca^{+2} > Na^{+} > K^{+}$ (Morrissey y col., 1987). De este modo, la sustitución de grasa y sodio con otras sales y kappa-carragenina permitió

obtener muestras con parámetros texturales y atributos sensoriales similares o mejores a la muestra control (Figura 4).

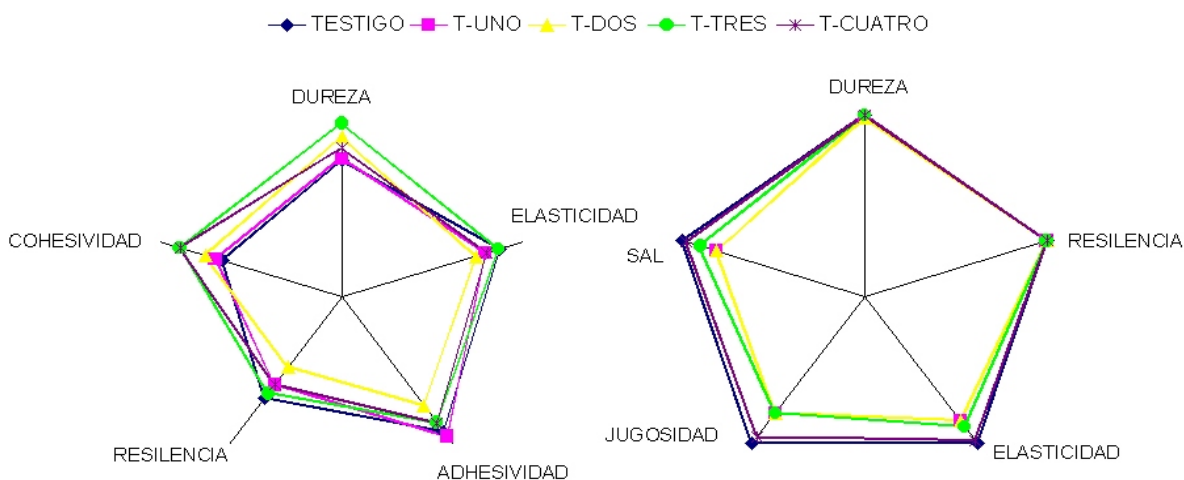


Figura 4. Gráfica del perfil descriptivo del análisis del perfil de textura instrumental (izquierda) y el análisis descriptivo comparativo sensorial de los diferentes tratamientos.

Referencias

- BARBUT S., MITTAL G.S. 1996. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology* 31: 241-247.
- CLAUS J.R., HUNT M.C., KASTNER C.L., 1989. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods* 1: 1-21.
- DeFREITAS Z., SEBRANEK D.G., OLSON D.G., CARR J.M. 1997a. Carrageenan effects on salt-soluble proteins in model systems. *Journal of Food Science* 62: 539-543.
- DeFREITAS Z., SEBRANEK J.G., OLSON D.G., CARR J.M. 1997b. Carrageenans effects on thermal stability of meat proteins. *Journal of Food Science* 62: 544-547.
- EGBERT W.R., HUFFMAN D.L., CHEN D.L., DYLEWSKI D.P. 1991. Development of low-fat ground beef. *Food Technology* 45(6): 25-34.
- FOEGEDING E.A., RAMSEY S.R. 1986. Effect of gums on low-fat meat batter. *Journal of Food Science* 51: 33-36, 46.

- FOX B.A., CAMERON A.G. 1992. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud (1a edición). Grupo Noriega Limusa, México, pp. 23-25, 40-43, 57-61, 253-260, 344-345.
- GILLETE M. 1985. Flavor effects of sodium chloride. *Food Technology* 39(6): 47-52
- GREGG L.L., CLAUS J.R., HACKNEY C.R., MARRIOT N.G. 1993. Low-fat, high added water bologna from massaged, minced batter. *Journal of Food Science* 58: 259-264.
- GUERRERO I., ARTEAGA M.R. 1990. Productos cárnicos emulsionados: fabricación de salchichas y bolonas. Capítulo 5 en *Tecnología de Carnes* (1a edición). Editorial Trillas, México, pp. 51-62.
- GUERRERO I., TOTOSAUS A. 2002. Goat meat and beef protein in sodium or potassium chloride mixed with kappa-carrageenan and gellan. textural implications. *Proceedings of the 48th International Congress on Meat Science and Technology*, Rome, Italy.
- HAND L.W., HOLLINGSWORTH C.A., CALKINS C.R., MANDIGO R.W. 1987. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. *Journal of Food Science* 52: 1149-1151
- MATILUS R.J., FLOYD K.M.C., SUTHERLAND J.W., BREWER M.S. 1995a. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. *Journal of Food Science* 60: 42-47.
- MATILUS R.J., FLOYD K.M.C., SUTHERLAND J.W., BREWER M.S. 1995b. Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein and carrageenan. *Journal of Food Science* 60: 48-54.
- MOSER M.D. 1998. Can the cost of care be contained and quality of care maintained in the management of hypertension?. *American Journal of Hypertension* 154: 1665, 1669, 1671.
- RUST R., OLSON D. 1988 Making good "lite" sausage. *Meat and Poultry* 34(6): 10-15
- SEMAN D.L., OLSON D.G., MANDINGO R.W. 1980. Effects of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *Journal of Food Science* 45: 1116-1121.
- TERREL R. 1980. What's going on inside that casing?. *Meat Industry* 51: 56-57.
- THERKLENSSEN G.H. 1993. Carrageenan. Chapter 7 in *Industrial Gums and their Derivates* (3rd edition). RL. Whistler, J.N. Bemiller (ed.). Academic Press, San Diego, pp.: 145-180.
- TOLSTOGUZOV V.B. 1991. Functional properties of food proteins and role of protein-polysaccharide interaction. *Food Hydrocolloids* 4: 429-468.
- VELÁZQUEZ-MARTÍNEZ A.R. ALFARO-RODRIGUEZ R.H. TOTOSAUS A. 2002. Sensory and textural characteristics of low-fat and sodium reduced sausages

using kappa-carrageenan and other ions. Proceedings of the 48th International Congress on Meat Science and Technology, Rome, Italy.

WHITING R.C. 1984. Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl. *Journal of Food Science* 49: 1350-1354.

XIONG Y.L., BLANCHARD S.P. 1993. Viscoelastic properties of myofibrillar protein-polysaccharide composite gels. *Journal of Food Science* 58: 164-167.

XIONG Y.L., NOEL D.C., MOODY W.G. 1999. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science* 64: 550-554.