

SUSTITUCIÓN DE GRASA ANIMAL POR UNA MANTECA DE SEMILLA DE CALABAZA EN BATIDOS CÁRNICOS

ANIMAL FAT REPLACEMENT WITH VEGETAL PUMPKIN SEED FAT IN MEAT BATTERS

Irma Natalia Rivera Ruiz*; Alfonso Totosaus

Laboratorio de Alimentos. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico s/n esq. Av. Central Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec
C. P. 55210, Estado de México, MÉXICO.

Correo-e: alfonso.totosaus@gmail.com (*Autor para correspondencia).

RESUMEN

Se sustituyó 50 % de la grasa animal (lardo de cerdo) con una manteca de semilla de calabaza con inulina, almidón o sin estos ingredientes para determinar el efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, color instrumental y texturales de batidos cárnicos como sistema modelo. Se determinó la humedad, rendimiento, humedad exprimible y estabilidad a la cocción de los diferentes tratamientos, así como el porcentaje de grasa y la estabilidad de la grasa después de la cocción. Se determinó el **color instrumental en coordenadas Lab**, y se llevó a cabo un **análisis de perfil de textura**. El reemplazo parcial de la grasa animal por manteca de semilla de calabaza mejoró el rendimiento de batidos cárnicos cocidos, aunque no mejoró la retención física o química del agua dentro del sistema. La formulación de la manteca de semilla de calabaza con almidón, a pesar del menor porcentaje de grasa, liberó una mayor cantidad de grasa al recalentar el producto. Las mantecas de semilla de calabaza modificaron el color, haciendo a los batidos más oscuros y amarillos. La textura de las muestras con manteca de semilla de calabaza con inulina o almidón fueron menos duras y cohesivas que el Control con lardo de cerdo. Se recomienda reemplazar con manteca de semilla de calabaza con inulina la mitad del lardo en las formulaciones de batidos cárnicos para mejorar el rendimiento y humedad, lo que hace a las muestras menos duras y cohesivas, además de ser un ingrediente funcional que mejora las propiedades nutricionales de este tipo de alimentos.

Palabras clave adicionales: Batidos cárnicos, reemplazo de grasa, inulina, almidón.

ABSTRACT

50 % of animal fat (pork lard) was replaced with pumpkin seed butter mixed with inulin, starch or without any of these ingredients, in order to establish the effect on physicochemical properties, instrumental color and meat batter textures. Moisture, yield, expressible moisture, cooking stability of the different treatments, as well as fat total and fat released were established. Instrumental color was established in Lab coordinates. Textural differences were observed performing a textural profile analysis. Cooked meat batters yield was improve by a partial replacement of animal fat with pumpkin seed butter, but water could not be physically or chemically retained in the meat systems. Pumpkin seed butter with starch released more fat after re-heating the product despite its low fat content. Pumpkin seed butter changed meat batters color, becoming darker and yellow. The texture of the pumpkin seed butter with inulin or starch were less hard and cohesive compared with pork lard samples. In order to improve yield and moisture, it is suggested to replace animal fat with pumpkin seed butter mixed with inulin, producing less hard and cohesive samples. Pumpkin seed butter is a functional ingredient that improves nutritional properties of this kind of foodstuffs.

Additional key words: Meat batters, fat replacement, inulin, starch.

INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos contienen cantidades relativamente grandes de grasas saturadas debido al lardo de cerdo utilizado en su formulación. La reducción de grasa en este tipo de productos cárnicos emulsionados tiene un efecto negativo sobre las propiedades fisicoquímicas y de textura, por lo que ha sido probado su reemplazo con otras fuentes vegetales de mantecas o aceites, con mejores resultados (Rueda-Lugo *et al.*, 2006). Esto es importante ya que las grasas y los lípidos suministran energía y proveen de sustancias que regulan importantes procesos fisiológicos en el organismo, como: 1) vehículo de transporte para vitaminas liposolubles como A, D, E y K; 2) metabolismo de ácidos grasos esenciales para producir precursores de sustancias hormonales; y 3) síntesis de la vitamina D2, ácido biliar, hormonas de la corteza adrenal y sexuales, a partir de colesterol como precursor. Además, la grasa contribuye a la palatabilidad y sabor de los alimentos y por lo tanto contribuye al placer de comer (Kritchevsky, 2002).

El tipo de grasa que se consume en la dieta es un factor muy importante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y otros tipos de enfermedades degenerativas. Además, las grasas son señaladas como la mayor fuente de exceso de energía ligada fuertemente al aumento epidémico de sobrepeso u obesidad (Chang y Chow, 2008). Debido a esto, es importante proponer alternativas que mejoren las propiedades nutricionales de los productos cárnicos en cuanto al contenido y tipo de grasas, sin perjudicar factores como el rendimiento, color o textura.

De este modo, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de reemplazar el lardo de cerdo con una manteca vegetal de semillas de calabaza, utilizando inulina o almidón como plastificantes en la elaboración de las mantecas, a fin de determinar el efecto de incorporar estas mantecas sobre las propiedades fisicoquímicas, de color y textura de batidos cárnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de la manteca de semilla de calabaza

Las semillas o pepitas de calabaza sin cáscara fueron adquiridas en un mercado local. Las semillas fueron lavadas y maceradas en agua fría toda la noche para remover la mayor parte de la película subcuticular verde que las cubre. Las semillas fueron frotadas para retirar esta película, para posteriormente ser molidas en un molino para carne manual hasta obtener una pasta homogénea. Esta pasta de semilla de calabaza fue mezclada con agua en una proporción 2:1, adicionando 5 % de inulina de achicoria (Nano Nutrition, Naucalpan, México) o almidón de maíz "Maizena" (Unilever, Tultitlán, México), como plastificante, hasta obtener una fina pasta con la textura similar al dulce "jamoncillo". Se elaboró también una manteca sin inulina ni fécula como Testigo para determinar el efecto de estos hidrocoloides sobre las propiedades de los batidos cárnicos. Las mantecas de semilla de calabaza fueron guardadas en bolsas de polietileno y congeladas hasta su posterior uso en la formulación de los batidos cárnicos.

Formulación de los batidos cárnicos

Para la elaboración de los batidos cárnicos se utilizó carne magra de res y de cerdo proveniente del mercado local. El lardo o grasa de cerdo se cortó en trozos pequeños y se congeló hasta su utilización. El Cuadro 1 muestra las formulaciones utilizadas, donde se reemplazó la mitad del lardo por cada una de las mantecas de semilla de calabaza elaboradas. Se molió la carne junto con la mitad del hielo total en un procesador de alimentos Moulinex DPA 138 (Moulinex, Francia). Se agregó la sal, los nitritos y los fosfatos de sodio al batido, homogeneizando, para posteriormente adicionar la grasa y manteca de semilla de calabaza. Se agregó el resto del hielo mezclándose completamente hasta obtener una fina pasta. Los batidos cárnicos se embutieron en fundas de celofán y se cocieron en un baño de agua a 72 °C por 20 min. Las muestras se enfriaron en un baño de agua fría y se almacenaron hasta su análisis el día siguiente.

CUADRO 1. Formulaciones para la elaboración de los batidos cárnicos.

Ingredientes	Tratamientos	
	Control (%)	Con manteca (%)
Res	15.00	15.00
Cerdo	35.00	35.00
Nitritos	0.20	0.20
Fosfatos	0.40	0.40
Sal	2.48	2.48
Manteca de semilla de calabaza	0.00	10.00
Lardo	20.00	10.00
Hielo	26.92	26.92

Análisis físico-químicos

Se determinó la humedad de los batidos cárnicos basándose en el Método Oficial 945.46 de la AOAC (1998a). Se pesaron 15 g de muestra y se colocaron en charolas de aluminio, colocándolos en una estufa a 120 °C durante 16 h. Después de ese tiempo se sacaron las charolas y se enfriaron las muestras en un desecador por 20 min, y posteriormente se pesaron. La humedad se reportó como el porcentaje del peso perdido respecto al peso inicial de la muestra. El rendimiento se midió con base en la técnica reportada por Shand (2000). Se pesó el batido crudo y se coció en un baño de agua a 70 °C por 20 min, se extrajeron las muestras y se almacenaron en bolsas de plástico por 24 h a 5 °C. Posteriormente el producto fue pesado. El rendimiento de cocción fue calculado como la relación en peso de la muestra después de la cocción y el peso original.

La estabilidad de cocción se determinó siguiendo la metodología de Haq *et al.* (1972). Se pesaron 30 g de batido cárnico crudo en un tubo de centrifuga (28 mm x 112 mm) y se coció en un baño de agua a 70 °C por 30 min. La estabilidad de cocción fue reportada como el porcentaje calculado de la relación en peso perdido de la muestra cocida y el peso original.

Se determinó la humedad exprimible por el método re-

portado por Jauregui *et al.* (1981). Se pesó 1.5 g de muestra en tres piezas de papel filtro #4 y una #42, previamente pesadas y dobladas en forma de cono, y se colocaron en tubos de centrifuga para tratar a 200 x g por 15 min. La muestra centrifugada fue removida del papel filtro y éste fue pesado nuevamente. La humedad exprimida fue reportada como el porcentaje del peso perdido de la muestra original, correspondiente a la cantidad de agua del sistema extraído al aplicar una fuerza.

La determinación de extracto etéreo se realizó de acuerdo al Método Oficial 991.36 de la AOAC (1998b). Se pesaron 3 g de muestra en cartuchos de celulosa con arena, tapándolos con algodón. Se tararon los matraces de extracción y se adicionaron 150 mL de éter de petróleo. Se destiló la muestra por 1 h aproximadamente, se evaporó el solvente y se tomó el peso final, reportando el extracto etéreo o porcentaje de grasa.

La grasa liberada se determinó con base en la técnica reportada por Ramos *et al.* (2004). El líquido liberado durante la cocción del batido cárnico crudo fue recolectado en vasos de precipitados previamente pesados, dejando evaporar el líquido hasta quedar la grasa depositada en el fondo de éste. Se enfrió y se pesaron nuevamente los vasos de precipitados. La grasa liberada fue calculada como el porcentaje en peso de la grasa liberada durante la cocción con base en el contenido total de grasa en el batido.

Color instrumental

Se determinó el color de las muestras adaptando el método reportado por Yam y Papadakis (2004). Las muestras de los diferentes tratamientos fueron cortadas transversalmente y escaneadas para determinar diferencias en el color interno en un scanner de cama plana Microtek Scanmaker 3600, capturando las imágenes en Adobe Photoshop versión 8.0 (Adobe System). Se convirtieron las imágenes del modo RGB a Lab en el mismo software, tomando los valores de L^* , a^* y b^* de la ventana del histograma. Los valores fueron estandarizados de acuerdo a las Ecuaciones (1), (2) y (3):

$$L^* = \frac{\text{luminosidad}}{250} \times 100 \quad (1)$$

$$a^* = \frac{240 a}{255} - 120 \quad (2)$$

$$b^* = \frac{240 b}{255} - 120 \quad (3)$$

Textura Instrumental

Se determinó el análisis de perfil de textura por el método reportado por Bourne (1978) y Szczesniak (1963). Las muestras fueron comprimidas en dos ciclos consecutivos en un texturómetro LFRA 4500 (Brookfield Engineering, Middleboro). Se utilizó un vástago de 40 mm de diámetro a una velocidad constante de

1 mm·s⁻¹ y un tiempo de espera de 5 s, comprimiendo 50 % de la altura original de la muestra. De las curvas fuerza-tiempo se obtuvieron los siguientes parámetros: dureza, fuerza necesaria al alcanzar una deformación dada (fuerza máxima detectada durante la primera compresión), cohesividad y fuerza de unión de los enlaces internos que proporcionan el cuerpo a la muestra. Asimismo se midió adhesividad, como el trabajo necesario para superar las fuerzas atractivas entre la superficie de un alimento y la superficie del equipo; y el resorteo, grado en el cual un producto regresa a su forma original una vez que haya sido comprimido.

Diseño experimental y análisis de resultados

Para determinar el efecto de la sustitución de grasa animal por manteca vegetal de semilla de calabaza, se utilizó un diseño experimental de un solo factor con tres niveles (manteca vegetal de semilla de calabaza con inulina de achicoria, almidón de maíz o sin plastificante) de acuerdo al siguiente modelo (Ecuación 4):

$$y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i \quad (4)$$

Donde y_i es la variable de respuesta al i -ésimo nivel de tipo de manteca vegetal de semilla de calabaza; μ es efecto principal por el tipo de manteca vegetal, y ϵ_i es el error experimental asumiendo una distribución normal con media cero y varianza σ^2 . Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza en el programa estadístico SAS v. 8.0 (SAS Institute, Cary, North Carolina). La diferencia significativa entre medias se determinó mediante el análisis de medias de Duncan, en el mismo paquete estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico-químicos

El Cuadro 2 muestra los resultados para la determinación de rendimiento, humedad, extracto etéreo, humedad exprimible, estabilidad de cocción y grasa liberada de los batidos cárnicos elaborados reemplazando 50 % del lardo con las diferentes mantecas de semilla de calabaza.

Las muestras con manteca de semilla de calabaza conteniendo inulina y almidón tuvieron valores de rendimiento y humedad significativamente ($P \leq 0.05$) mayores que la muestra control o testigo (manteca sin inulina ni almidón). La sustitución de la mitad del lardo por manteca de semilla de calabaza conteniendo inulina o almidón resultó en valores significativamente ($P \leq 0.05$) mayores de estabilidad a la cocción, posiblemente por la mayor humedad aportada por las mantecas, la cual se vio reflejada en valores significativamente ($P \leq 0.05$) mayores de agua liberada, es decir, el agua pudo ser física o químicamente retenida en estos batidos. Las muestras con manteca testigo presentaron un comportamiento semejante, es decir, mejoraron el rendimiento pero no la estabilidad del agua dentro del batido. El almidón y la inulina posiblemente sufrieron una hidratación durante el proceso de elaboración de las mantecas, así como en el proceso de

CUADRO 2. Análisis de medias de las características fisicoquímicas de los diferentes batidos cárnicos formulados con manteca de semilla de calabaza.

Tratamiento	Humedad (%)	Rendimiento (%)	Estabilidad de Cocción (%)	Humedad Exprimi-ble (%)	Grasa (%)	Grasa Liberada (%)
Control	63.97 ^b	97.37 ^c	97.32 ^c	33.02 ^c	18.30 ^a	4.49 ^a
Almidón	70.69 ^a	100.82 ^a	98.85 ^b	38.05 ^b	8.41 ^c	2.59 ^b
Inulina	70.30 ^a	100.83 ^a	99.21 ^a	37.64 ^b	8,74 ^c	1.37 ^b
Testigo	70.91 ^a	99.38 ^b	99.20 ^a	42.20 ^a	10.82 ^b	2.38 ^b

^{a,b} medias con la misma letra en la mismo columna no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) para tratamiento.

elaboración y cocción de los batidos cárnicos. Estos compuestos formaron una red tridimensional en la que quedó atrapada el agua debido a una fuerte hidratación del polímero, repercutiendo en una mayor humedad (Badui, 2006). Se ha reportado que el almidón incrementa la estabilidad de emulsiones cárnicas y reduce las pérdidas por cocción (Hughes *et al.*, 1998; Pietrasik, 1999), así como un incremento en la retención de agua en salchichas relativo a la hidratación de la inulina (Makala, 2003). Esto a pesar de que parte de la humedad fue liberada al aplicar una fuerza física, la presencia de estos hidrocoloides mejoró la estabilidad del agua al re-cocinar las muestras. Noor Aziah y Komathi (2009) reportaron que harina de semillas de calabaza presentaron un contenido más alto de cenizas y fibra cruda que la harina de trigo, además de una mejor capacidad de retención de agua y aceite.

La sustitución de parte del lardo por las diferentes mantecas de semilla de calabaza modificó el porcentaje de grasa de las muestras. Como era de esperarse, el Control tuvo los valores significativamente ($P \leq 0.05$) mayores, seguido del tratamiento Testigo (manteca sin inulina ni almidón). La incorporación de mantecas con inulina o almidón no causó efecto significativo, reduciendo hasta un 45 % el contenido total de grasas. Sin embargo, las grasas vegetales fueron menos estables dentro de los batidos cárnicos, ya que con base en el contenido total de grasa, las muestras con almidón liberaron significativamente ($P \leq 0.05$) un mayor porcentaje de grasa, seguido del tratamiento Control. Los valores menores de grasa liberada fueron para las muestras de manteca vegetal con inulina. Posiblemente el almidón desplazó la grasa al hidratarse durante el proceso de elaboración de los batidos cárnicos, en comparación con la inulina, ya que entre estos tratamientos la grasa liberada se duplicó.

Color instrumental

El Cuadro 3 muestra los resultados del análisis instrumental del color de los diferentes batidos cárnicos. En general, las muestras con manteca de semilla de calabaza fueron significativamente ($P \leq 0.05$) menos luminosas y más amarillas. El tratamiento con manteca de semilla de calabaza con almidón fue significativamente ($P \leq 0.05$) menos rojo. El color de los productos cárnicos emulsionados depende de dos factores: de la relación agua/grasa y de la pigmentación de la carne utilizada en la formulación (Pietrasik, 1999). De este modo, el reemplazo de la grasa con aceite vegetal compensa en parte el color de los batidos cárnicos, ya

que el reemplazo de la grasa animal por grasa vegetal incrementa la luminosidad y disminuye la coloración roja de los productos cárnicos (Bishop *et al.*, 1993; Choi *et al.*, 2009). Las diferencias en la coloración han sido atribuidas a la distribución de la fase olea en la matriz proteica durante el procesamiento, ya que las grasas vegetales son dispersadas de manera más uniforme que la grasa animal (Márquez *et al.*, 1989; Ambrosiadis *et al.*, 1996; Youssef y Barbut, 2009). El incremento en la coloración amarilla puede deberse al contenido de carotenoides presentes en la semilla de calabaza (Noor Aziah y Komathi, 2009). La inclusión de inulina en productos cárnicos bajos en grasa tiende a incrementar la coloración roja (Nowak *et al.*, 2007).

CUADRO 3. Análisis de medias de los parámetros de color de los diferentes batidos cárnicos formulados con manteca de semilla de calabaza.

Tratamiento	Luminosidad (L*)	Componente Roja (a*)	Componente Amarilla (b*)
Control	72.74 ^a	5.45 ^a	9.10 ^b
Almidón	64.43 ^b	4.42 ^b	11.03 ^a
Inulina	61.71 ^b	5.57 ^a	10.52 ^a
Testigo	63.41 ^b	5.41 ^{ab}	11.55 ^a

^{a,b} medias con la misma letra en la mismo columna no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) para tratamiento

Textura instrumental

En general, con su incorporación en los batidos cárnicos, las mantecas de semilla de calabaza fueron significativamente ($P \leq 0.05$) menos duras y con menores valores de resorteo. Los tratamientos con inulina o almidón en la formulación de la manteca de semilla de calabaza fueron significativamente ($P < 0.05$) menos cohesivos. La adhesividad fue significativamente ($P < 0.05$) mayor en las muestras testigo (Cuadro 4).

Además del relativamente mayor contenido de humedad, la menor proporción de grasa animal mejoró las características de textura de las salchichas con manteca de semilla de calabaza. En comparación con los aceites o grasas vegetales, el tejido adiposo de la grasa dorsal del cerdo es más dura y por lo tanto, más difícil de dispersar de manera uniforme en la matriz proteica de los bati-

CUADRO 4. Análisis de medias de los parámetros de textura de los diferentes batidos cárnicos formulados con manteca de semilla de calabaza.

Tratamiento	Dureza (N)	Adhesividad (N)	Cohesividad (N/m ²)	Resorteo (mm)
Control	32.75 ^a	-0.23 ^a	0.70 ^a	0.910 ^b
Almidón	18.73 ^b	-0.23 ^b	0.62 ^a	1.000 ^a
Inulina	15.73 ^c	-0.38 ^c	0.53 ^a	0.940 ^a
Testigo	19.95 ^d	0.049 ^a	0.67 ^b	1.000 ^a

^{a, b} medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) para tratamiento

dos cárnicos. Youssef y Barbut (2009) reportaron un mejor patrón de distribución y un menor tamaño de los glóbulos de grasa en batidos cárnicos de res elaborados con aceite de canola, donde los batidos con grasa animal presentaron glóbulos de grasa de mayor tamaño. Además, las paredes celulares del tejido graso tienen tejido conectivo, lo que las hace más gruesas y duras (Ranken, 2000). Este desarrollo de una dispersión estructural espacial más compacta de la grasa vegetal en comparación con la grasa animal (Rezler, 2007) probablemente explica la disminución de la cohesividad, sobre todo en las muestras con inulina y almidón.

A este respecto, la incorporación de almidón resulta en una textura más dura y cohesiva en productos cárnicos (Beggs *et al.*, 1997; Pietrasik, 1999). Además, sales como el cloruro de sodio a los niveles que contienen los productos cárnicos (2-3 %) modifican las propiedades térmicas del almidón en estos sistemas, ya que las sales incrementan la temperatura de gelatinización reprimiendo el hinchamiento de los granulos de almidón (Li y Yeh, 2003; Bello-Pérez & Paredes-López, 1995). La hidratación incompleta de los granulos de almidón dentro de la manteca de semilla de calabaza modificó la textura de los batidos cárnicos al reemplazar la grasa animal por la manteca vegetal conteniendo almidón. En cuanto a la inulina, su incorporación en forma de gel resultó en menores valores de dureza, mejorando la jugosidad en las muestras de mortadela bajas en grasa (García *et al.*, 2006). Al incorporarse en la manteca de semilla de calabaza, ya hidratada, también disminuyó la dureza y cohesividad de los batidos cárnicos. La presencia de inulina y aceite de canola redujo la consistencia, el resorteo y la dureza de productos cárnicos cocidos, sobre todo debido a las propiedades de hidratación de este ingrediente (Makala, 2003). Del mismo modo, la maceración de las semillas en agua promueve la desintegración celular, lo que las hace más suaves (Caraméz *et al.*, 2008), es decir, las muestras Testigo sin inulina ni almidón fueron igual de cohesivas que el Control, por lo que la adición de estos ingredientes mejora ciertas características texturales, pero incrementa la adhesividad.

CONCLUSIONES

El reemplazo parcial de la grasa animal por manteca de semilla de calabaza mejoró las propiedades fisicoquímicas en cuanto a rendimiento de batidos cárnicos cocidos. Sin embargo,

la estabilidad de la grasa se vio afectada al utilizar almidón en la formulación de la manteca de semilla de calabaza, ya que a pesar de contener un menor porcentaje de grasa, se liberó una mayor cantidad en comparación con los otros tratamientos. La incorporación de estas mantecas con inulina o almidón o sin éstos también modificó el color, haciendo a los batidos más oscuros y amarillos. Finalmente, la textura instrumental resultó en muestras de batidos cárnicos menos duras y cohesivas, sobre todo al utilizar manteca de semilla de calabaza con inulina o almidón. Se concluye que la mejor opción entre estas formulaciones es utilizar manteca de semilla de calabaza con inulina, debido a la mejora en las características de rendimiento y humedad, menor efecto sobre el color, mejora de las propiedades texturales, además de ser un ingrediente funcional que mejora las propiedades nutricionales de este tipo de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

Natalia Rivera Ruiz agradece al CONACYT la beca para cursar la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

LITERATURA CITADA

- Ambrosiadis J.; Varelziz K. P.; Georgakis S. A. 1996. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. *International Journal of Food Science and Technology* 31: 189-194.
- AOAC 1998a. Official Method 950.46: Moisture in meat products. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists, CD-ROM.
- AOAC 1998b. Official Method 960.39: Fat (crude) or ether extract in meat. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists, CD-ROM.
- Badui S. 2006. *Química de los Alimentos*. 4ª edición. Editorial Pearson Educación, México, pp. 77-78.
- Beggs K. L. H.; Bowers J. A.; Brown D. 1997. Sensory and physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. *Journal of Food Science* 62: 1240-1244.
- Bello-Pérez L. A.; Paredes-López O. 1995. Starch and amylopectin: Effect of solutes on their calorimetric behavior. *Food Chemistry* 53: 243-247.
- Bishop D. J.; Olson D. G.; Knipe C. L. 1993. Pre-emulsified corn oil, pork fat, or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. *Journal of Food Science* 58: 484-487.
- Bourne M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 32(7): 62-66, 72.
- Caraméz S. M. B.; Stefani M.; Medeiros J. D.; Vieira M. A.; Brúske G. R.; De Francisco A.; Amante E. R. 2008. Softening of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*) by alkaline maceration. *Journal of Food Processing Engineering* 31: 431-442.
- Chang S. J.; Chow C. K. J. 2008. Consumption of fatty acids. En *Fatty Acids in Foods and their Health Application*, C. K. Chow (ed.). 3er edición. CRC Press, Boca Raton, pp. 545-559.
- Choi Y.-S.; Choi J.-H.; Han D. J.; Kim H. Y.; Lee M.-A.; Kim H.-W.; Jeong J. Y.; Kim C. J. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science* 82: 266-271.
- García M. L.; Cáceres E.; Selgas M. D. 2006. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat

- product. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 1207-1215.
- Haq A.; Webb N. B.; Whitfield J. K.; Morrison G. S. 1972. Development of prototype sausage emulsion preparation system. *Journal of Food Science* 37: 480-484.
- Hughes E.; Mullen A. M.; Troy D. J. 1998. Effect of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters formulated with 5 and 12 % fat. *Meat Science* 48: 169-180.
- Jauregui C. A.; Regenstejn J. M.; Baker R. C. 1981. A simple centrifugal for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal of Food Science* 46: 1271-1273.
- Kritchevsky D. 2002. Fats and oils in human health. En *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, C. C. AKOH Y D B. MIN (eds.). 2a edición. New York, Marcel Dekker, 461-472.
- Li J. Y.; Yeh A. I. 2003. Effects of starch properties on rheological characteristics of starch/meat complexes. *Journal of Food Engineering* 57: 287-294.
- Makala H. 2003. Role of inulin in shaping the quality of meat products. *Acta Agrophysica* 2(2): 347-355.
- Márquez E. J.; Ahmed E. M.; West R. L.; Johnson D. D. 1989. Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat or peanut oil levels. *Journal of Food Science* 54: 867-870, 873.
- Noor Aziah A.A.; Komathi C.A. 2009. Physicochemical and functional properties of peeled and unpeeled pumpkin flour. *Journal of Food Science* 74(7): S328-S333.
- Nowak B.; Vonmueffling T.; Grotheer J.; Klein G.; Watkinson B. M. 2007. Energy content, sensory properties, and microbiological shelf life of German bologna-type sausages produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. *Journal of Food Science* 72(9): S629-S638.
- Pietrasik Z. 1999. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics and color of comminuted scalded sausages. *Meat Science* 51:17-25.
- Ramos N. A. G.; Farias M. E.; Almada C.; Crivaro N. 2004. Estabilidad de Salchichas con Hidrocoloides y Emulsificantes. *Información Tecnológica* 15: 91-94
- Ranken M. D. 2000. *Handbook of Meat Product Technology*. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp. 13-18.
- Rezler R. 2007. The effect of the plant fat Akoroma on on the mechanical of finely comminuted sausage batters. *Acta Agrophysica* 9(1): 209-219.
- Rueda-Lugo U.; González-Tenorio R.; Totosa A. 2006. Sustitución de lardo por grasa vegetal en salchichas: incorporación de pasta de aguacate. Efecto de la inhibición del oscurecimiento enzimático sobre el color. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas 26(2): 441-445.
- Shand P. J. 2000. Textural, water Holding and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. *Journal of Food Science* 65: 101-107.
- Szczesniak A. S. 1963. Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science* 28: 385-389.
- Yam K. L.; Papadakis S. E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surface. *Journal of Food Engineering* 61: 137-142.
- Youssef M. K.; Barbut S. 2009. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science*, 82: 228-233.