

Nacameh

Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne
cbs.izt.uam.mx/nacameh
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 9, No. 2, pp. 54-65, 2015

Harina de cáscara de tuna como fuente de fibra y su efecto sobre las características físico-químicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa

Cactus pear peel flour as a fiber source and its effect on physicochemical and sensory characteristics of low fat-sodium reduced-sausages

Raúl Ocampo-Olalde^{1, ✉}, Enrique J. Delgado-Suárez¹, José Ángel Gutiérrez-Pabello²

¹Laboratorio de Ciencia de la Carne, Secretaria de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Del. Coyoacán, Ciudad Universitaria, DF 04510, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Microbiología e Inmunología, México. ✉ Autor de correspondencia: raul.ocampo@gmail.com.

Resumen

La cáscara de tuna tiene un alto contenido de fibra y compuestos antioxidantes por lo que se puede utilizar como ingrediente funcional en productos cárnicos. El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto de la inclusión de harina de cáscara de tuna como fuente de fibra en las características fisicoquímicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa. Se utilizaron 3 formulaciones: 2 adicionadas con harina de cáscara de tuna al 2.5 y 5% respectivamente, una formulación sin harina constituyó el testigo. Las salchichas se empacaron al vacío y se almacenaron a 4°C. A los días 1, 5, 10 y 15 se realizaron análisis físico-químicos: humedad, humedad total, humedad exprimible, color CIE-Lab, textura y una evaluación sensorial de consumidores se realizó al día 1. Los resultados mostraron que a mayor porcentaje de inclusión de harina de cáscara de tuna existe una diferencia significativa en el color siendo percibida también en la evaluación sensorial. Los demás parámetros fisicoquímicos no mostraron diferencias significativas. Por lo que se concluye, que para no afectar las características sensoriales del producto no se debe incluir más de 2.5% de harina de cáscara de tuna.

Palabras clave: co-productos agroindustriales, fibra dietética, ingredientes funcionales, salchichas.

Abstract

Due to the higher fiber content of fiber and antioxidant compounds cactus pear peel can be employed as a functional ingredient in meat products. The aim of this work was to study the effect of cactus pear peel flour as fiber source in the physicochemical and sensory characteristics of low fat sodium reduced cooked sausages. Three different formulations were employed, two with 2.5 and 5% of cactus pear peel flour, respectively, and control with no cactus pear peel flour. Sausages were vacuum packed and stored at 4°C and analyzed (moisture, total moisture, expressible moisture, CIE-Lab color, and texture) at 1, 5, 10 and 15 days of storage. Sensory evaluation was performed at day 1. Results shown that when more cactus pear peel flour was employed, color differences were more marked between treatments, also reflected during sensory evaluation. The other parameters evaluated were not significantly different. As conclusion, cactus pear peel flour can be employed at 2.5% with no effect on sensory characteristics of cooked sausages.

Key words: agroindustrial co-products, dietetic fiber, functional ingredients, sausages.

INTRODUCCIÓN

Recientes investigaciones han mostrado la importancia de los co-productos agroindustriales obtenidos de los diversos procesamientos de frutas y verduras, como ingredientes funcionales para la elaboración de alimentos formulados (Fernández-López y col., 2004; Aleson-Carbonell y col., 2005; Chávez-Zepeda y col., 2009). Lo anterior obedece a que los co-productos agroindustriales presentan un alto contenido de fibra dietética y de compuestos bioactivos (aminoácidos, vitaminas, minerales, aceites esenciales y antioxidantes) que favorecen la salud humana (Balasundra, Sundram y Sammam, 2006; Elleuch y col., 2011). Su consumo está asociado con incremento del bolo fecal, disminución del tiempo de tránsito en el tracto gastrointestinal, estimulación de la fermentación en el colon, disminución del índice glicémico y de colesterol en sangre, así como con la reducción en el riesgo de padecer diversas enfermedades crónico-degenerativas (Rodríguez y col., 2006).

Las cáscaras de cítricos han sido los co-productos más estudiados para elaborar alimentos funcionales, sin embargo Chávez-Zepeda y col. (2009) determinaron el porcentaje de fibra en diversos co-productos como bagazo de manzana, cáscara de naranja, resaltando la alta cantidad de fibra en la cáscara de tuna. Posteriormente, Díaz-Vela y col. (2012) utilizaron la harina de cáscara de tuna como fuente de carbono en bacterias lácticas termo-tolerantes mostrando tiempos de generación similares a los producidos con glucosa.

Los productos cárnicos han recibido mucha atención desde hace varios años debido a la asociación que existe entre el consumo de productos cárnicos procesados y diversas patologías nutricionales, tales como obesidad, altos niveles de colesterol en sangre, hipertensión, cáncer de colon y enfermedades cardiovasculares. Esto último, en gran

medida, se atribuye al excesivo aporte de grasa y sodio de los cárnicos procesados (He y MacGregor, 2002; Jiménez-Colmenero 2010; McAfee y col., 2010;).

Numerosos trabajos se han enfocado a desarrollar formulaciones de productos cárnicos bajos en grasa y sodio. No obstante, resulta difícil reducir drásticamente ambos componentes sin que se afecten las propiedades funcionales de la emulsión cárnica, así como las propiedades sensoriales del producto (Ruusunen y Poulanne, 2005; Dötsch y col., 2009; Tobin y col., 2013). Por lo tanto, la inclusión de ingredientes ricos en fibra dietética y antioxidantes, como la harina de cáscara de tuna, podría representar una ventaja desde el punto de vista nutricional sin tener un impacto negativo en las características tecnológicas y sensoriales de los productos cárnicos.

El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto de la incorporación de fibra dietética obtenida de la harina de cáscara de tuna sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la harina de cáscara de tuna

Las cáscaras de tuna (*Opuntia ficus-indica*) se recolectaron en mercados locales de la Ciudad de México y se transportaron en bolsas de plástico al laboratorio. Para la obtención de la harina de cáscara de tuna se utilizó la técnica descrita por Chávez-Zepeda y col. (2009). Para ello, se lavaron las cáscaras con agua y se cortaron en cubos de 2 cm² para secarse durante 24 h a 60°C en un horno con convección de aire (Barco Instrumentos Científicos, Ciudad de México). Posteriormente, las cáscaras secas se molieron en un molino eléctrico para granos (1 HP, Molinos del Rey, México) y el producto resultante se tamizó con diferentes tamaños de malla (No. 20, 50, 80, y 100, que corresponden a 0.841, 0.297, 0.177 y 0.149 mm, respectivamente) de manera consecutiva, eliminando las espinas y partículas grandes, hasta obtener un fino polvo, llamado 'harina', la cual se almacenó en recipientes herméticos a temperatura ambiente.

Elaboración de los batidos cárnicos

Para la elaboración de los batidos cárnicos se utilizó la formulación propuesta por Totosaus, Alfaro-Rodríguez y Pérez-Chabela, (2004) adicionando la harina de cáscara de tuna al 2.5 y 5% respectivamente (Tabla 1).

La molienda y emulsión se realizaron en un procesador de alimentos Moulinex modelo DPA2 (Moulinex, Ecully, France). La mezcla resultante se embutió en fundas de celulosa para salchicha, de 20 mm de diámetro. Posteriormente, las salchichas se sometieron a cocción hasta que alcanzaron una temperatura interna de 72±2°C, después de lo cual se enfriaron en agua con hielo. Por último, se empacaron al vacío y se almacenaron a 4°C durante 1, 5, 10 y 15 días, hasta realizar los análisis fisicoquímicos, la evaluación sensorial

solo se realizó al día 1 de elaborada la salchicha. Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Tabla 1 Formulación de las salchichas bajas en sodio y grasa adicionadas con harina de cáscara de tuna como fuente de fibra

INGREDIENTE	Control	Tratamiento 2.5%	Tratamiento 5%
Carne magra de cerdo	50	50	50
Grasa dorsal de cerdo	10	10	10
Cloruro de sodio	2	2	2
Cloruro de potasio	0.5	0.5	0.5
Sal cura	0.3	0.3	0.3
Fosfatos	0.5	0.5	0.5
Hielo	31.2	31.2	31.2
k-carragenina	0.5	0.5	0.5
Harina de cáscara de tuna	0	2.5	5
Almidón de papa	5	2.5	0
Total	100%	100%	100%

Análisis físico-químicos

pH

La medición de pH se realizó mediante la técnica propuesta por Landvogt (1991). Para ello, se homogenizaron 10g de muestra con 90ml de solución salina (NaCl 5%). Las lecturas se obtuvieron con ayuda de un potenciómetro Beckman Instruments 540 (Palo Alto, EE.UU.).

Color instrumental CIE-Lab

Las mediciones instrumentales del color se realizaron con el colorímetro Hunter-Lab ColorFlex EZ 45/0 (Virginia, EE.UU.). El equipo se configuró con iluminante D65, observador a 10°, componente especular excluido y un tamaño de apertura del puerto de 25 mm. Para las mediciones del color, las muestras fueron cortadas y compactadas en recipientes de 30mm. Se obtuvo el promedio de 4 mediciones para la obtención de las variables del color: luminosidad (L*), intensidad de rojo (a*), intensidad de amarillo (b*).

Análisis de perfil de textura (TPA)

El análisis se realizó con ayuda de un texturómetro Texture Pro CT (Brookfield Engineering Labs, Inc.). Para ello, las muestras se cortaron en cilindros de 20mm de altura. Las mediciones se realizaron con doble ciclo de compresión (50%) con ayuda de una sonda

cilíndrica de 25.4mm, a una velocidad constante de 1mm/s y 5s de recuperación. Los parámetros de textura que se obtuvieron fueron: dureza, cohesividad, resorteo y gomosidad (Bourne, 1978).

Rendimiento a la cocción

El rendimiento a la cocción se determinó de acuerdo a la metodología establecida por Shand (2000). Para lo cual se tomó el peso previo y posterior a la cocción, retirando el agua residual contenida en las fundas de celulosa. El resultado se reportó en porcentaje.

Humedad expresable

La humedad expresable (HE) se realizó de acuerdo al método propuesto por Jauregui y col. (1981). Se colocaron 5 ± 0.2 g de las muestras y se envolvieron en dos papeles filtro Whatman: #1 y #45, se colocaron dentro de tubos para centrifuga de 25ml y se centrifugaron a 2000rpm x 15min. Mediante diferencia de pesos se obtuvo la cantidad de agua eliminada después del procedimiento y se reportó en forma de porcentaje.

Humedad total

La determinación de la humedad total (HT) se realizó mediante la metodología de la prueba oficial No. 950.46 (AOAC, 1996). Para ello, se colocaron 3g de muestra en un crisol y se calentó en un horno a 110°C durante 12h. Después de este tiempo las muestras se colocaron dentro de un desecador a temperatura ambiental. La HT se obtuvo mediante la diferencia de pesos y se reportó en forma de porcentaje.

Evaluación sensorial

Se realizó una evaluación sensorial con un panel de consumidores con 55 estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Cada panelista evaluó 2 piezas de 10 mm de altura de cada uno de los tratamientos, identificadas con un triplete de números aleatorios. Así mismo, se les instruyó para que se enjuagaran la boca para eliminar residuos de la muestra anterior antes de probar la siguiente. Para la evaluación se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (1=me desagrada muchísimo y 9=me agrada muchísimo) para determinar el nivel de agrado, color y apariencia general. Para los demás atributos (color rosa, apariencia compacta, sabor a salado, sabor a carne de cerdo, sabor a fibra, sabor amargo, textura suave, jugosidad y textura plástica) se utilizó una escala hedónica de 5 puntos (1=mucho menos de lo que esperaba y 5=mucho más de lo que esperaba).

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurion XV (Statpoint, Inc., Warrenton, EUA). Los resultados se analizaron mediante análisis multifactorial de varianza con un nivel de confianza de $p < 0.05$. Cuando se detectaron

diferencias significativas en este análisis, las medias se discriminaron con la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímicos

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en las mediciones de pH y color. En lo que respecta al pH, existe diferencia significativa entre tratamientos siendo menor el valor de pH cuando se incrementa el porcentaje de harina, esta tendencia se sigue observando al paso de los días.

La disminución del pH de los tratamientos puede ser atribuida a la naturaleza ácida de la cáscara de tuna y parte de la pulpa presente en la harina de cáscara de tuna, el cual ha sido reportado entre 5.4 y 5.8 (Mosshammer y col., 2006a). Esto concuerda con lo observado en diversas investigaciones, donde al adicionar diversos co-productos (ej. cítricos) como fuente de fibra se observa una tendencia de disminución del pH de los productos cárnicos. Los principales compuestos responsables de este comportamiento son los ácidos orgánicos y otros componentes de carácter ácido presentes en los co-productos empleados (Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós y Martín-Belloso, 1999; Fernández-López y col., 2007; Yalinkilic y col., 2012). Otro factor que también puede tener influencia en el pH, es la posible actividad prebiótica reportada para la harina de cáscara de tuna. Díaz-Vela y col. (2013) observaron que la adición de este co-producto incrementó la biomasa de bacterias lácticas *in vitro*, lo que aumentó la producción de ácido láctico y por tanto se pudo ver reflejado en las mediciones de pH, las cuales disminuyeron.

En lo respecta al color, se observaron diferencias ($p < 0.05$) donde se obtuvieron los menores valores de luminosidad y del componente cromático rojo (a^*), mientras que el valor para el componente amarillo (b^*) tiende a ser mayor, cuando se incrementa el porcentaje de harina de cáscara de tuna. En lo que respecta al periodo de almacenamiento, se muestra una ligera disminución en las variables L^* y a^* mientras que b^* tiende a aumentar, sin tener diferencias significativas.

La luminosidad de los productos cárnicos está influenciada por diversos factores como: la concentración y tipo de pigmentos, cambios estructurales de la mioglobina durante los procesos de cocción, la disponibilidad de agua en el sistema, así como la cantidad de grasa. Se ha reportado que la adición de co-productos agroindustriales ricos en fibra tiende a aumentar la retención de agua y por tanto se espera que generen mayores valores en la luminosidad (Pérez-Álvarez y col., 1999; Sánchez-Escalante y col., 2000; Fernández-López y col., 2004; Sánchez-Zapata y col., 2011), estos investigadores atribuyen este comportamiento al cambio de color que sufren los pigmentos, a causa de reacciones de Maillard. En este trabajo obtuvimos valores menores de luminosidad lo cual se atribuye a los pigmentos que tiene la harina de cáscara de tuna (betalaina y clorofila), los cuales son susceptibles a la temperatura, pH y luz (Mosshammer, Stintzing y Carle,

2006b). Con respecto al almidón de papa, el agua incorporada por la adición de agua para compensar grasa reduce el contenido de mioglobina, disminuyendo la concentración de este pigmento dando un color menos rojo (Pietrasik, 1999). Las diferencias en color pueden ser también debido a la capacidad del almidón de papa a retener agua, resultando en una matriz de gel más clara, afectando la reflexión de la luz (Murphy, 2000). En la formulación con 2.5% de harina de tuna, la interacción de esta con el almidón parece favorecer el color del producto final.

Tabla 2 Efecto de la adición de harina de cáscara de tuna en el pH y color de salchichas bajas en sodio y grasa

TRATAMIENTO	pH				L*				a*				b*			
	TIEMPO (días)				TIEMPO (días)				TIEMPO (días)				TIEMPO (días)			
	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15
CONTROL	6.6aA	6.7aA	6.1aA	6.1aA	73.3aA	72.3aA	71.2aB	71.6aAB	3.1aA	3.8aAB	3.8aAB	3.8aB	11.3aA	11.6aB	11.1aB	10.9aAB
2.5% FD	6.2bA	6.2bA	6.2bA	5.9bA	65.9bA	62.8bA	64.4bB	64.5bAB	2.3bA	2.4bAB	2.3bAB	2.4bB	16.9bA	16.3bB	16.5bB	17.0bAB
5% FD	6.1cA	5.9cA	6.1cA	5.8cA	62.8cA	63.2cA	62.6cB	61.6cAB	2.0cA	1.9cAB	2.0cAB	2.2cB	20.0cA	18.8cB	19.3cB	19.5cAB

a-c Medias con la misma letra en columnas, no muestran diferencia significativa ($p < 0.05$)

A-B Medias con la misma letra en filas, no muestran diferencia significativa ($p < 0.05$)

Los resultados del análisis de perfil de textura se muestran en la Tabla 3. Se observa que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en los atributos de dureza y cohesividad en los lotes analizados, pero la adición de harina de cáscara de tuna tiende a disminuir la resorteo y aumentar la gomosidad ($p < 0.05$). Los grupos de investigación que han trabajado la incorporación de fibra dietética en productos cárnicos concuerdan que el origen, así como el porcentaje de inclusión tienen influencia en las interacciones proteína-proteína y proteína-agua de la matriz alimentaria, lo que se refleja en los análisis de textura (Elleuch y col., 2011). Díaz-Vela y col. (2012) reportaron que la harina de cáscara de tuna tiene un 64% de fibra dietética total, con una proporción de 53% insoluble y 47% soluble, constituida principalmente por celulosa, la cual se sabe que aumenta la capacidad de retención de agua y tiende a hincharse al incorporarse en alimentos. Así como pectina, la cual es usada en la industria alimentaria por otorgar viscosidad y por ser un agente emulsificante. Mittal y Barbut (1993) reportaron que los productos cárnicos bajos en grasa y sal tienden a disminuir la dureza por lo que creemos que la adición de harina de cáscara de tuna minimiza los efectos de disminuir grasa y sodio en salchichas. Las diferencias encontradas en gomosidad y resorteo indican el efecto de los ingredientes de la harina de cáscara de tuna. Altas concentraciones de almidón (arriba del 5%) resultan en productos cárnicos más duros y cohesivos (Pietrasik, 1999). A las concentraciones utilizadas en conjunción con la harina de cascara de tuna disminuyó la dureza son mayor efecto en la cohesividad.

Tabla 3. Efecto de la adición de harina de cáscara de tuna en el análisis de perfil de textura de salchichas bajas en sodio y grasa

TRATAMIENTO	DUREZA (N)				COHESIVIDAD				RESORTEO (cm)				GOMOSIDAD (N cm)			
	TIEMPO (días)				TIEMPO (días)				TIEMPO (días)				TIEMPO (días)			
	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15
CONTROL	21.6aA	23.4aA	21.6aA	20.8aA	0.64aA	0.65aA	0.65aA	0.64aA	0.90aA	0.87aA	0.86aA	0.92aA	10.5aA	14.9aA	13.8aA	13.7aA
2.5% FD	25.7aA	27.1aA	25.0aA	33.3aA	0.64aA	0.64aA	0.65aA	0.64aA	0.85bA	0.86bA	0.85bA	0.86bA	13.6bA	17.4bA	16.2bA	21.1bA
5% FD	27.4aA	31.1aA	26.8aA	28.6aA	0.60aA	0.64aA	0.64aA	0.65aA	0.82abA	0.83abA	0.89abA	0.84abA	16.9bA	20.0bA	17.0bA	18.5bA

a-b Medias con la misma letra en columnas, no muestran diferencia significativa (p<0.05)

A-B Medias con la misma letra en filas, no muestran diferencia significativa (p<0.05)

En lo que respecta al rendimiento a la cocción (Tabla 4) se aprecia que el lote con 5% presenta los menores valores (p<0.05). Se ha reportado que algunos aditivos o agentes emulsificantes pueden competir con las moléculas de fibra dietética. Igualmente algunas fibras dietéticas tienden a crear geles más compactos (Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós y Martín-Belloso, 1999; Crehan y col., 2000; Fernández-Ginés y col., 2003; Cáceres y col., 2004), posiblemente este es el caso particular de la interacción de la harina de cáscara de tuna en el sistema cárnico estudiado en este trabajo. Esto se aprecia con el aumento de la gomosidad, en el lote con mayor porcentaje de inclusión de harina de cáscara de tuna, lo que sugiere la formación de geles más compacto (Elleuch y col., 2011). Por su parte el porcentaje de humedad expresable y humedad total no muestran diferencias entre los lotes al adicionar harina de cáscara de tuna. Las muestras con 50:50 de almidón de papa y harina de cascara de tuna tuvieron valores menores de retención de agua, ya que la fibra dietética contenida en la harina de cascara de tuna retuvo mejor la humedad que los gránulos de almidón de papa.

Tabla 4 Efecto de la adición de harina de cáscara de tuna en el rendimiento de cocción, humedad expresable y humedad total de salchichas bajas en sodio y grasa

TRATAMIENTO	Rendimiento a la cocción	Humedad expresable (%)				Humedad total (%)			
		TIEMPO (días)				TIEMPO (días)			
		1	5	10	15	1	5	10	15
CONTROL	109.7a	14.9aA	20.1aB	18.5aAB	20.3aC	75.3aA	75.0aA	72.0aB	70.0aC
2.5% FD	106.1ab	15.2aA	19.4aB	16.8aAB	18.0aC	73.7aA	74.3aA	74.1aB	70.7aC
5% FD	104.2b	18.1bA	23.0bB	21.4bAB	22.3bC	75.0aA	75.0aA	73.5aB	73.0aC

a-c Medias con la misma letra en columnas, no muestran diferencia significativa (p<0.05)

A-B Medias con la misma letra en filas, no muestran diferencia significativa (p<0.05)

Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la Fig. 1, en ella se aprecia que a mayor inclusión de harina de cáscara de tuna los panelistas otorgan las menores calificaciones a los atributos de color, agrado general y apariencia general. Así mismo, se observó que en lo que respecta a los atributos de textura y de sabor, los panelistas no fueron capaces de distinguir la inclusión de harina de cáscara de tuna, lo cual concuerda con los resultados obtenidos instrumentalmente.

Las disminuciones registradas se pueden atribuir principalmente a la incorporación del pigmento natural presente en la tuna. Lo que concuerda con lo observado en las mediciones instrumentales del color, donde a mayor porcentaje de inclusión de harina de cáscara de tuna es mayor la tonalidad verde (disminución del componente cromático b^*). Como una alternativa para disminuir el rechazo del color se podría utilizar una variedad de tuna roja existente en México, ya que las variedades rojas tienen gran cantidad de betalaínas que pueden favorecer los tonos rojos en los productos cárnicos, aunque se ha reportado que la fuente de obtención, el grado de madurez y el método de obtención de la cáscara de tuna tienen influencia en el color, así como en la cantidad de los compuestos bioactivos (Larrauri, 1999; Cerezal y Duarte, 2005; Jiménez-Aguilar y col. 2015).



Fig. 1. Evaluación sensorial de salchichas bajas en sodio y grasa adicionadas con harina de cáscara de tuna como fuente de fibra.

CONCLUSIONES

La inclusión de harina de cáscara de tuna es una fuente viable para tener alimentos cárnicos enriquecidos con fibra, su utilización en productos cárnicos bajos en sodio y grasa es una alternativa para aumentar rendimientos sin afectar las características fisicoquímicas del producto, esto siempre que no se adicione más del 2.5%, junto con almidón de papa como ingredientes funcionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALESON-CARBONELL L., J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ, V. KURI (2005) functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. *Food Science and Technology International*, 11(2): 89-97.
- AOAC. (1996) Official method of analysis of AOAC international, 16th edition. Washington, DC.
- BALASUNDRAM N., K. SUNDRAM, S. SAMMAM, S. (2006) Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1): 191-203.
- BOURNE M.C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technology*. 32(7), 62-66, 72.
- CÁCERES E., M.L. GARCÍA, J. TORO, M.D. SELGAS (2004) The effect of fructo oligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68(1): 87-96.
- CEREZAL P., G. DUARTE (2005). Use of skin in the elaboration of concentrated products of cactus pear (*Opuntia ficus-indica(L.) Miller*). *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 7: 61-83.
- CHÁVEZ-ZEPEDA LP, G. CRUZ-MÉNDEZ, L. GARCÍA DE CAZA, J. DÍAZ-VELA, M.L. PÉREZ-CHABELA (2009) Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. *NACAMEH*, 3(2): 71-82.
- CREHAN C.M., E. HUGHES, D.J. TROY, D.J., BUCKLEY (2000) Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 55(4): 463-469.
- DÍAZ-VELA J., L. MAYORGA-REYES, A. TOTOSAUS, M.L. PEREZ-CHABELA (2012) Parámetros cinéticos y de perfil de ácidos grasos de cadena corta de bacterias ácido lácticas termo-tolerantes como diferentes fuentes de carbono. *Revista de la Facultad de Química Farmaceutica*, 19(3): 253-260.
- DÍAZ-VELA J., A. TOTOSAUS, A.E. CRUZ-GUERRERO, M.L. PÉREZ-CHABELA (2013) In vitro evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: cactus pear (*Opuntia ficus indica L.*) peel and pineapple (*Ananas comosus*) peel as functional ingredients. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(7): 1-8.
- DÖTSCH M., J. BUSCH, M. BATENBURG, G. LIEM, E. TAREILUS, R. MUELLER, G. MEIJER (2009). Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(10): 841–851.
- ELLEUCH M., D. BEDIGIAN, O. ROISEUX, S. BESDES, C. BLECKER, H. ATTIA (2011) Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2): 411-421.

- FERNÁNDEZ-GINÉS J.M., J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, E. SAYAS-BARBERÁ, E. SENDRA, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2003) Effect of the storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. *Journal of Food Science*, 68(2): 710-715.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., J.M. FERNÁNDEZ-GINES, L. ALESON-CARBONELL, E. SENDRA, E. SAYAS-BARBERÁ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2004) Application of functional citrus by products to meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 176-185.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., E. SAYAS-BARBERÁ, T. MUÑOZ, E. SENDRA, C. NAVARRO, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. (2008). Effect of packaging conditions on shelf-life of ostrich steaks. *Meat Science*, 78(1): 143-152.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., M. VIUDA-MARTOS, E. SENDRA, E. SAYAS-BARBERA, C. NAVARRO, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2007). Orange fiber as potential functional ingredient for dry cured sausages. *European Food Research & Technology*, 226(1-2): 1-6.
- GRIGELMO-MIGUEL N., M.I. ABADÍAS-SERÓS, O. MARTÍN-BELLOSO (1999) Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. *Meat Science*, 52(3): 247-256.
- HE F.J., G.A. MACGREGOR (2002). Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. *Journal of Human Hypertension*, 16: 761-770.
- JAUREGUI C.A., J.M. REGENSTEIN, R.C. BAKER (1981) A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal of Food Science*, 46(4): 1271-1273.
- JIMÉNEZ-AGUILAR D.M., J.M. LÓPEZ-MARTÍNEZ, C. HÉRNANDEZ-BRENES, J.A. GUTIÉRREZ-URIBE, J. WELTI-CHANGES (2015) Dietary fiber, phytochemical composition and antioxidant activity of Mexican commercial varieties of cactus pear. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41: 66-73.
- JIMÉNEZ-COLMENERO F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 56-66.
- LANDVOGT A. (1991) Errors in pH measurement of meat and meat products by dilution effects. *Proceeding of the 37th International Congress on Meat Science and Technology, ICoMST, Kulmbach, Germany, Vol.8, pp. 1159-1162.*
- LARRAURI J.A. (1999) New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1): 3-8.
- McAFEE A.J., E.M. McSORLEY, G.J. CUSKELLY, B.W. MOSS, J.M.W. WALLACE, M.P. BONHAM, A.M. FEARON (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84(1): 1-13.
- MITTAL G.S., S. BARBUT (1993) Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. *Meat Science*, 35(1): 93-103.
- MOSSHAMMER M.R., C. MAIER, E.C. STINTZING, R. CARLE (2006a) Impact of thermal treatment and storage on color of yellow-orange cactus pear (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill.cv.'Gialla') juices. *Journal of Food Science*, 71(7): 400-406.
- MOSSHAMMER M.R., F.C. STINTZING, R. CARLE (2006b) Cactus pear fruits (*Opuntia spp.*): A review of processing technologies and current uses. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 8: 1-25.
- MURPHY P. (2000). Starch. *En Handbook of food hydrocolloids*. G.O. Phillips & P.A. Williams (Editores). Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 41-65.

- PÉREZ-ÁLVAREZ J.A., M.E. SAYAS-BARBERÁ, J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, V. ARANDA-CATALÁ (1999). Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32(9): 599-607.
- PIETRASIK Z. (1999). Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Science*, 51: 17-25.
- RODRÍGUEZ R., A. JIMÉNEZ, J. FERNANDEZ-BOLAÑOS, R. GUILLÉN, A. HEREDIA (2006) Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 17(1): 3-15.
- RUUSUNEN M., E. PUOLANNE (2005) Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3): 531-541.
- SÁNCHEZ-ESCALANTE A., G. TORRESCANO, J.P. CAMOU, M.N., BALLESTEROS, N. GONZÁLEZ-MÉNDEZ (2000) Utilization of applesauce in a low-fat bologna-type product. *Food Science and Technology International*, 6(5): 379-386.
- SÁNCHEZ-ZAPATA E., J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. PEÑARANDA, E. FUENTES-ZARAGOZA, E. SENDRA, E., E. SAYAS, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ (2011) Technological properties of date paste obtained from date by-products and its effect on the quality of a cooked meat product. *Food Research International*, 44(7): 2401-2407.
- 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(1): 101-107.
- TOBIN B.D., M.G. O'SULLIVAN, R.M. HAMILL, J.P. KERRY (2013) The impact of salt and fat level variation on the physicochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science*, 93(2): 145-152.
- TOTOSAUS A., R.H. ALFARO-RODRÍGUEZ, M.L. PÉREZ-CHABELA (2004) Fat and sodium chloride reduction in sausages using k-carrageenan and other salts. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 55(5): 371-380.
- YALINKILIC B., G. KABAN, M. KAYA (2012) The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of Sucuk. *Food Microbiology*, 29(2): 255-259.