



Caracterización fisicoquímica y sensorial de un producto cárnico funcional adicionado con harina de cáscara de granada

Physicochemical and sensory characterization of a functional meat product added with pomegranate peel flour

Jorge Luis Garrido-Cruz ⁱ✉ Ricardo Sánchez Muñoz¹, María Eva Rodríguez-Huezo ⁱⁱ

1 Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa. C.P.09340, Ciudad de México, México. 2 División de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico Estudios Superiores Ecatepec. Av. Tecnológico esq. Av. Central s/n., Ecatepec 55210, México. ✉

Autor de correspondencia: jorgegc18ck@gmail.com.

Resumen

La cáscara de granada es rica en fibra y antioxidantes que podrían aprovecharse para desarrollar productos funcionales, debido a su bajo pH, la harina se encapsuló antes de adicionarla al batido cárnico. El objetivo del trabajo fue conocer el efecto de la harina encapsulada sobre los parámetros fisicoquímicos y sensoriales del producto cárnico. Se realizaron dos tratamientos, el tratamiento 1 utilizó lardo al 10% y la harina encapsulada al 5%; el tratamiento 2 varió el lardo al 20%. Los productos se sometieron a un tratamiento térmico hasta 72°C temperatura interna, se enfriaron y empacaron al vacío. Cada 6 días (hasta el día 18) se realizaron análisis fisicoquímicos y al día 1 la evaluación sensorial. El uso de harina no mostró diferencia en rendimiento, humedad exprimible, humedad liberada, grasa liberada, Aw, color, rancidez oxidativa, dureza, elasticidad, adhesividad y firmeza. En cuanto a pH, humedad y grasa liberada se encontraron diferencias significativas. La evaluación sensorial indica que no encontraron diferencia para la aceptación del color, sabor y dureza; para la jugosidad se detectó diferencia entre tratamientos siendo más aceptado el 2. Se concluye que la harina puede adicionarse encapsulada sin modificar parámetros fisicoquímicos y sensoriales en un producto cárnico logrando, un producto cárnico funcional.

Palabras claves: salchichas, alimento funcional, cáscara de granada, encapsulación por aspersión.

ⁱ  orcid.org/0000-0001-8778-4968

ⁱⁱ  orcid.org/0000-0002-0638-6894

Recibido: 11/08/2020. Aceptado: 15/09/2020

<https://www.doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2020v14n2/Garrido>

Abstract

The pomegranate peel is rich in fiber and antioxidants that could be used to develop functional products; the flour was encapsulated due to its low pH to add it to the meat shake. The objective of the work was to know the effect of encapsulated flour on the physicochemical and sensory parameters of the meat product. Two treatments were performed, treatment 1 used lard at 10% and encapsulated flour at 5%; Treatment 2 varied the lard to 20%. The products were heat treated to 72 ° C internal temperature, cooled and vacuum packed. Every 6 days (until day 18) physicochemical analyzes were performed and on day 1 the sensory evaluation. The use of flour showed no difference in yield, squeezable moisture, moisture released, fat released, Aw, color, oxidative rancidity, hardness, elasticity, adhesiveness and firmness. Regarding pH, moisture and fat released, significant differences were found. The sensory evaluation indicates that they found no difference for the acceptance of the color, flavor and hardness; for juiciness, a difference between treatments was detected, being more accepted the 2. It is concluded that the flour can be added encapsulated without modifying physicochemical and sensory parameters in a meat product, achieving a functional meat product.

Key Words: sausages, functional food, spray-dry encapsulation, pomegranate peel.

INTRODUCTION

Los coproductos agroindustriales derivados del procesamiento de frutas representan una fuente importante de compuestos bioactivos, estos pueden ser utilizados como recursos alternativos económicos en productos cárnicos. Es por esto, que investigaciones actuales se centran en la utilización de estos coproductos para la formulación de alimentos funcionales con los cuales se busca que además del valor nutrimental aporten un beneficio a la salud de quien lo consume. La granada (*Punica granatum*), es una fruta nativa de Irán, pero se cultiva en todas las partes del mundo. Es fuente de compuestos fitoquímicos tales como, los flavonoides, taninos condensados y taninos hidrolizables, además de fibra dietética que podría ser ocupada como prebiótico. Estudios actuales han detectado la presencia de antioxidantes prácticamente en todas las partes del árbol de granada. Los componentes más importantes están en la cáscara y las raíces, que son los flavonoides y taninos (Marlett, McBurney y Slavin, 2002). Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en México en el año 2016 se sembraron 813 hectáreas y se cosecharon 726 ha de granada, con una producción de aproximadamente 5,210 ton, siendo Oaxaca y Guanajuato son los estados con mayor producción de granada (1,200 y 990 ton, respectivamente).

Los compuestos polifenólicos son los compuestos bioactivos antioxidantes más abundantes en la dieta. Se trata de un amplio grupo de compuestos, producto del metabolismo secundario de las plantas, poseen estructuras con anillos aromáticos y dobles enlaces conjugados a partir de los cuales ejercen su acción antioxidante (Arranz Martínez, 2010).

Los compuestos fenólicos presentes en los tejidos de las plantas son una parte esencial de la dieta humana y tienen un interés considerable debido a sus propiedades antioxidantes. Las frutas y verduras son las principales fuentes de compuestos fenólicos en la dieta humana. Las industrias de procesamiento de alimentos y productos agrícolas generan cantidades sustanciales de coproductos ricos en fenólicos, que podrían ser valiosas fuentes naturales de antioxidantes (Balasundram, Sundram y Samman, 2006). Bialonska y col. (2010) estudiaron la influencia de la cáscara de granada en grupos seleccionados de microbiota intestinal humana encontrando que mejoró el crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos, así como la producción de ácidos grasos de cadena corta en medios inoculados con microflora fecal humana. Viuda Martos y col. (2012) analizaron las propiedades tecnológicas del extracto de cáscara de granada obtenido como coproducto del procesamiento de jugo, obteniendo como resultado que la cáscara es rica en compuestos funcionales como la fibra y compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes y que podrían ser utilizados en productos alimentarios. Hernández Alcántara, Totosaus y Pérez Chabela (2016) realizaron una evaluación de coproductos agroindustriales como fuente de compuestos bioactivos. Se determinó el contenido de fibra, la capacidad antioxidante y la actividad prebiótica de tres harinas obtenidas (cáscara de plátano, cáscara de manzana y bagazo de zanahoria). Los resultados mostraron un alto contenido total de fibra la cual al ser ocupada como sustrato de bacterias lácticas mostró que aumentaba la tasa de crecimiento específico con una reducción en el tiempo de duplicación en comparación con la glucosa. Díaz Vela y col. (2017) estudiaron la influencia de la fibra de los coproductos agroindustriales: Cáscara de tuna y cáscara de piña como ingrediente alimentario funcional en la aceptación, neofobia y características sensoriales de las salchichas cocidas; este estudio demostró que las personas tienden a sentir temor ante algún producto nuevo. Maillard Berdeja y col. (2019) realizaron la caracterización de la cáscara de granada. Entre sus resultados se obtuvo un alto contenido de fibra y compuestos polifenólicos. La harina de cáscara de granada es una alternativa para dar valor agregado a un residuo agroindustrial y generar productos cárnicos que promuevan la salud de los consumidores.

Tomando como bases los trabajos expuestos, en este estudio se aprovecharon las propiedades de la cáscara de granada para adicionarla a un producto cárnico cocido en forma encapsulada y así lograr un producto cárnico funcional. Tomando como bases los trabajos expuestos, en este estudio se aprovecharon las propiedades de la cáscara de granada para adicionarla a un producto cárnico cocido en forma encapsulada y así lograr un producto cárnico funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

La granada se obtuvo de la Central de Abastos de la Ciudad de México. La obtención de las cáscaras se realizó manualmente, para lo cual, los frutos fueron lavados con agua y detergente comercial, se cortaron en cuatro partes y se procedió a quitar las cáscaras. Posteriormente se cortaron en trozos pequeños y secados en un desecador a 65°C por

espacio de 10-12 h. Las cáscaras fueron molidas en un procesador de alimentos (Osterizer) hasta que quedaron totalmente pulverizadas. Esta harina se almacenó a temperatura ambiente en recipientes herméticamente cerrados hasta su uso (Maillard y col., 2019).

Encapsulación de la harina

En experimentos previos se mostró que el pH de la harina de cáscara de granada es muy bajo y por ende rompe la emulsión, por lo que se decidió encapsularla. Para la encapsulación de la harina se utilizó el secado por aspersion en un secador Spraylab GCDL-01 preparando una mezcla de la harina de cáscara de granada con goma arábica hidratada (40 g en 100 mL de agua) en una proporción 1:2 harina y goma, se colocó en el secador con una temperatura de entrada de 120°C y una temperatura de salida de 80°C a un flujo de entrada al aspersor de 5.1 mL/min y una presión de 2 bares. Las microcápsulas obtenidas se colocaron en frascos previamente esterilizados y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su utilización.

Desarrollo del producto cárnico funcional

Para la elaboración del batido cárnico funcional se utilizó la metodología descrita por Guerrero, Ponce y Pérez Chabela (2002). Las formulaciones utilizadas se muestran en la Tabla 1.

Se colocó en la picadora (cutter) la carne, el lardo, la sal, sal de cura, la mitad de los fosfatos y el hielo. Se picó durante un minuto. Se detuvo la cutter y adicionó la otra mitad del hielo y fosfatos. Se molió por otro minuto. Se sacó la pasta de la cutter y se embutió en fundas de celulosa. Se cocieron las salchichas en la paila hasta que alcanzaron una temperatura interna de 72°C (aproximadamente 15 minutos). Se enfriaron en baño de hielo, empacaron al vacío en porciones de 200 g y se guardaron a 4°C. Cada 6 días se les realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: Rendimiento de la cocción, Humedad liberada, Humedad Exprimible, Grasa liberada durante la cocción, Actividad de agua, Determinación del pH, Color, Análisis del perfil de textura, Rancidez oxidativa (TBA).

Rendimiento a la cocción

El rendimiento se determinó mediante el método reportado por Shand (2000). Se pesó la muestra cruda embutida en las fundas de celofán, la cual se colocó en un baño de agua hasta alcanzar 72°C en el centro. Se retiró la muestra del baño de agua caliente, se dejó enfriar y se pesó. El rendimiento a la cocción se calculó sobre la diferencia en porcentaje de peso de la muestra antes y después de la cocción.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Tabla 1: Formulación del batido cárnico funcional

Ingredientes	Control (%)	Tratamiento 1 (%)	Tratamiento 2 (%)
Carne de cerdo	50	50	50
Lardo	15	10	20
Harina de cáscara de granada	0	5	5
Sal	2	2	2
Fosfatos	0.4	0.4	0.4
Sal cura	0.3	0.3	0.3
Hielo	27.5	27.5	17.5

Humedad liberada

Es el agua que puede ser liberada de la muestra mediante la aplicación de calor. Se determinó utilizando el Método Oficial 9450.46 de la AOAC (1991). Se pesaron 3 gramos de muestra y se colocaron en una caja Petri de vidrio a peso constante, colocándolos en una estufa a 120°C durante 24 horas. Transcurrido el tiempo se sacaron las cajas Petri y se colocaron en un desecador por 20 minutos para enfriar la muestra, se pesó la caja y la humedad se reporta como porcentaje de peso perdido respecto al peso inicial de la muestra.

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \left(\frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100 \right)$$

Humedad Exprimible

Se determinó por el método descrito por Jáuregui, Regenstein y Baker (1981). Dos filtros Whatman de 5.5 cm de diámetro, se doblaron de forma para caber dentro de un tubo de centrífuga. Se colocaron 3 g de muestra entre los filtros y se centrifuga a 2400 g por 15 min. Se pesó la muestra y la humedad exprimible se reporta como % de peso perdido.

Grasa liberada durante la cocción

La grasa liberada durante la cocción se determinó por el método descrito por Ramos y Farias (2001). Se pesaron los vasos de precipitado antes de someter las muestras al calentamiento. Se retiraron las muestras de los vasos, dejando evaporar el agua hasta que solo quedó la grasa al fondo del vaso, se dejó enfriar y se pesaron los vasos con la grasa liberada. La grasa liberada se cuantificó como el porcentaje en peso de la grasa liberada durante la cocción.

$$\% \text{ GLC} = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Actividad de agua

Se determinó utilizando un medidor Decagon AquaLab CX-2, a una temperatura de 24 ± 1 °C. Se tomaron de 10 a 15 gramos de muestra y se colocaron en un portamuestra, se ajustó el equipo y los valores se obtuvieron después de 5 minutos aproximadamente.

Determinación del pH

Se determinó utilizando un potenciómetro de carne HI99163 marca HANNA, a una muestra de 30 g se le introducía el electrodo del potenciómetro, hasta que se estabilizaba la lectura, las lecturas se hicieron por triplicado.

Color

La evaluación de color se realizó con un colorímetro Hunter Lab (Chroma Meter CR-200,80025393 Tokio, Japón) modelo D25-PC2, por el método descrito por Little (1975) en el sistema Lab. En vasos de precipitado de 50 mL se adicionó la muestra completamente triturada cubriendo el fondo del vaso sin pasar luz, las muestras se leyeron por cuadruplicado, rotando el portamuestras 90° en cada lectura. El sistema Lab consiste en componentes de luminosidad (L) de rangos de 0 a 100 en donde la luminosidad va del negro al blanco, con los dos componentes cromáticos (a^* y b^*) de -120 a +120: donde el componente a va de verde a rojo y el componente b va de azul a amarillo.

Análisis del perfil de textura

Se determinó mediante el método reportado por Bourne (1978). Las muestras se evaluaron en un Analizador de Textura TA-XT2 (Texture Technologies Corporation, Scardale, Nueva York, EUA) acoplado al programa Textura Expert v1.2 (Stable Micro Sistem, Ltd, Surrey, Reino Unido) se equipó con una celda de 5 kg y una sonda de acrílico de 25 mm. Las muestras se cortaron en 20 mm de longitud por triplicado, se colocaron en el eje del centro del texturómetro, comprimiendo la muestra un 50% de su altura original en dos ciclos consecutivos. La velocidad del cabezal fue de 5 mm/s y 5 segundos de espera para comenzar el segundo ciclo. El análisis de Perfil de Textura se calculó con el Software de Ensayos MetroTEST, que simula la masticación con la mandíbula y ayuda a medir y cuantificar parámetros como: dureza, elasticidad, cohesividad y adhesividad, que se relacionan a su vez con variables como la tasa de deformación aplicada y la composición del producto.

Rancidez oxidativa (TBA)

Se determinó por el método descrito por Zipser y Watts (1962). Se agregó 10 g de muestra a 49 mL de agua destilada a 50°C y 1 mL de sulfanilamida 0.5% en HCl al 20% (v/v) y se homogenizó. La mezcla se pasó a un matraz Erlenmeyer de 500 mL con 48 mL de agua destilada a 50°C y 2 mL de solución de HCl 1:2 (v/v) y 2 gotas de antiespumante. Se destiló hasta obtener 25 mL de destilado, se tomó por triplicado alícuotas de 5 mL y se colocaron en un tubo de ensaye con tapa. Se agregó 5 mL de solución de TBA (0.02M en ácido acético

glacial al 90%) y se colocaron en un baño maría a ebullición 35 min, se enfriaron y midió la absorbancia a 538 nm. Los resultados de la absorbancia obtenidos se interpolaron con una curva patrón de 1,1,3,3 tetraetoxipropano (3×10^{-5} M) con el mismo tratamiento hecho a las muestras, previamente realizada.

Análisis Sensorial

Al día 1 se les realizó una evaluación sensorial con 30 jueces no entrenados utilizando una prueba de aceptabilidad. Para esta prueba se presentó a los panelistas las tres muestras simultaneas, codificadas con números aleatorios. El panelista debe calificar las muestras en una escala hedónica de 5 puntos. Se realizó el análisis estadístico de comparación de varianzas (ANOVA) correspondiente.

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

En la Tabla 2 se muestran los resultados de rendimiento, humedad exprimible, humedad y grasa liberada. No existió diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento, es importante mencionar que todos los fueron valores cercanos al 100%, los datos obtenidos nos indicaron que no hubo pérdida de peso debido a la cocción y esto se podría explicar porque la harina de cáscara de granada presenta buena retención de agua por su alto contenido de fibra aproximadamente 40% (Maillard Berdeja y col., 2019). Becerril Ibarra y col. (2019) utilizaron harina de garbanzo para la elaboración de salchichas, ellos obtuvieron resultados de 97% en promedio de rendimiento, por lo cual se podría decir que la harina encapsulada de cáscara de granada tiene una capacidad de retención de agua igual a la del garbanzo a pesar de que el garbanzo tiene mayor cantidad de almidón.

Para la humedad exprimible y liberada ambos experimentos permitieron conocer la cantidad de agua que se pierde debido a la fuerza centrífuga y la cocción respectivamente, en la humedad exprimible no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos y el control en este caso al tratarse de una fuerza centrífuga la pérdida de humedad se ve afectada por la capacidad que tenga el producto por atrapar el agua y como se explicó para el parámetro de rendimiento, la harina de cáscara de granada tiene buena retención de agua. Pérez Chabela y col. (2013) y Barragán-Martínez, Totosaus y Pérez Chabela (2020) reportaron valores promedio de humedad exprimible de 22% y 20% respectivamente, cabe mencionar que ellos utilizaron harina de cáscara de tuna y bacterias probióticas

Tabla 2. Parámetros de las salchichas adicionadas con harina de cáscara de granada encapsulada.

Día	Parámetro	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	Rendimiento (%)	102.00	101.60	100.73
1		10.02±5.3 ^a	13.26±3.6 ^a	9.70±6.2 ^a
6	Humedad Exprimible (%)	12.11±5.1	17.63±3.3	18.72±6.0
12		16.11±5.1	22.65±3.1	22.17±5.6
18		23.10±5.2	17.48±3.4	25.16±4.0
1		8.08±0.54 ^{a, b}	10.70±0.22 ^a	7.10±0.33 ^b
6	Humedad Liberada (%)	8.05±0.23	10.75±0.33	7.18±0.24
12		8.75±0.18	10.65±0.12	7.40±0.12
18		9.10±0.36	11.10±0.18	7.88±0.16
1		0.07±0.04 ^{a, b}	0.07±0.04 ^b	0.17±1.05 ^a
6	Grasa Liberada (%)	0.07±0.01	0.07±0.03	0.27±0.03
12		0.04±0.03	0.03±0.03	0.78±0.03
18		0.14±0.03	0.13±0.02	2.11±0.03

Los valores presentados son los promedios ± desviaciones estándar. a, b Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (P<0.05) para los diferentes tratamientos

respectivamente, por lo cual se puede decir que salchichas elaboradas solo con harina de coproductos tendrán una mejor retención de agua, además conforme pasan los días se puede notar que se va perdiendo la capacidad para retener agua y con ellos aumentan las pérdidas; con respecto a la humedad liberada si se encontraron diferencia entre tratamientos pero no con respecto al control, siendo el tratamiento 2 el que menor cantidad de humedad perdió esto se puede explicar debido a la formulación ya que contenía menor cantidad de agua (hielo) y mayor cantidad de grasa (lardo) por lo cual se espera que sea menor el porcentaje de agua que se pierde, Hernández García y Güemes Vera (2010) realizaron salchichas con harina de cáscara de naranja al 2% encontrando como resultados pérdidas de humedad entre un 20 y 40% dependiente de la cantidad de harina agregada, García Corrales (2016) elaboró salchichas adicionadas con cáscara de piña al 12% reportando pérdidas de 28% de humedad, por otro lado, Becerril Ibarra y col. (2019) utilizando harina de garbanzo al 20% reportaron valores de pérdida del 30%, lo cual nos hace pensar que la harina de cáscara de granada tiene mejor capacidad de retención de agua comparada con las otras harinas de coproductos. Con respecto a la grasa liberada en la Tabla 2 se observa que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero no con respecto al control, siendo el tratamiento más efectivo el 1 pues es donde presento menor porcentaje de pérdidas esto se puede explicar por la formulación ya que el tratamiento 2 tenía mayor cantidad de grasa (lardo) por lo cual era de esperarse que fueran mayores las

pérdidas por la cocción, García Corrales (2016) utilizó harina de cáscara de piña en la elaboración de salchichas reportando valores de hasta 26% de pérdida de grasa, lo que hace suponer, que utilizando harina de cáscara de granada encapsulada se forma una mejor emulsión ya que evita que se pierda tanta grasa en la cocción.

La tabla 3 nos muestra los valores obtenidos en lo referente a la actividad de agua (A_w) mostrando que no hay diferencia significativa entre los tratamientos y el control. Gutiérrez (2015) utilizando harina de cáscara de granada y jugo reportó valores de 0.95; Hernández García y col. (2018) utilizaron flor de Jamaica al 5% y obtuvieron valores de 0.98, por lo cual se puede ver que los valores son similares para las diferentes harinas de coproductos, la A_w es un parámetro importante para conocer la estabilidad del alimento por el posible desarrollo de organismos. El pH obtenido en los diferentes tratamientos resulta ser significativamente diferente como se observa en la tabla 3, siendo el valor más alto para el control y el más bajo para el tratamiento 2, esto se debe a la adición de la harina de cáscara de granada ya que es una harina ácida y a pesar de estar encapsulada logra bajar el pH del producto, pero sin llegar al punto de romper la emulsión. Existen varios estudios: Ocampo Olalde, Delgado Suárez y Gutiérrez Pabello (2015) quienes realizaron salchichas adicionadas con harina de cáscara de tuna al 5%; Hernández García y col. (2018) que utilizaron flor de Jamaica al 5% y Araya Quesada y col. (2014) que trabajaron con harina de garbanzo al 15%; reportaron valores promedio de 6.0, 4.61 y 6.07 para el pH de la salchicha, en donde se puede ver que el pH de una salchicha "normal" es por arriba de 6.0, pero dependiendo de la naturaleza de la harina del coproducto que se utilice, puede bajar este valor y es algo con lo cual tener cuidado, pues se podría llegar a tener problemas con la formación de la emulsión debido al pH muy bajo. La harina de cáscara de granada presenta un pH aproximado de 4.8.

En la tabla 4 se observa para el caso de la rancidez oxidativa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero si con respecto al control, esto es lógico pues la harina de cáscara de granada tiene función como antioxidante debido a su alto contenido de polifenoles tanto extraíbles como no extraíbles, es por lo que, los valores son menores en estos casos a pesar de que el tratamiento dos tiene mayor cantidad de grasa que puede ser oxidada. De la Vega Martínez y Michel López (2012) y Barragán-Martínez, Totosaus y Pérez Chabela (2020) que trabajaron con harinas de cáscara de ciruela al 5% y manzana al 5%, respectivamente, reportaron valores de 0.32 mg/g, 0.40 mg/g, y 0.60 mg/g en promedio respectivamente, por lo cual se puede pensar que la harina de cáscara de granada encapsulada tiene actividad antioxidante similar a la harina de cáscara de naranja, piña o de tuna, pues los valores se encuentran por debajo de 1 mg malonaldehído/g de muestra, lo que nos indica productos "frescos". Los valores van aumentando lógicamente pues el producto se va oxidando conforme pasan los días, aunque para el caso de los que contienen harina de cáscara de granada se puede hablar de productos frescos aún después de

aproximadamente 20 días en refrigeración (esto considerando el límite recomendado de mg de malonaldehído/ g de muestra).

Tabla 3. Parámetros de las salchichas adicionadas con harina de cáscara de granada encapsulada.

Día	Parámetro	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	A_w	0.98±0.006 ^a	0.97±0.007 ^a	0.96±0.005 ^a
6		0.98±0.004	0.98±0.004	0.96±0.004
12		0.97±0.003	0.97±0.003	0.97±0.003
18		0.97±0.003	0.97±0.004	0.96±0.005
1	pH	5.94±0.11 ^a	5.77±0.09 ^b	5.56±0.12 ^c
6		6.08±0.05	5.80±0.03	5.70±0.10
12		6.15±0.07	5.92±0.05	5.76±0.04
18		6.20±0.03	5.96±0.05	5.89±0.06

Los valores presentados son los promedios ± desviaciones estándar. a, b Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) para los diferentes tratamientos

Tabla 4. Rancidez oxidativa de las salchichas adicionadas con harina de cáscara de granada encapsulada.

Día	Parámetro	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	Rancidez Oxidativa (mg malonaldehído/ g muestra)	0.71±0.36 ^a	0.41±0.07 ^b	0.44±0.21 ^b
6		0.98±0.22	0.50±0.12	0.64±0.18
12		1.17±0.25	0.46±0.12	0.85±0.15
18		1.55±0.18	0.57±0.18	0.95±0.12

Los valores presentados son los promedios ± desviaciones estándar. a, b Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) para los diferentes tratamientos

La tabla 5 nos muestra los datos obtenidos de color en sus tres coordenadas y como se observa no hay diferencia significativa para los valores de L^* (luminosidad) entre los tratamientos pero si entre ellos y el control, esto se le atribuye a que la adición de la harina que por sí sola tiene un color muy naranja, causó un aspecto más oscuro en el producto en comparación con el control, en el caso de los valores de a^* (tonalidad roja) no muestran diferencia significativa entre los tratamientos y el control lo cual nos habla que la harina de cáscara de granada no tiene efecto sobre este parámetro del color, con respecto al parámetro b^* (tonalidad amarilla) no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos pero si con respecto al control, siendo más altos los valores para los

tratamientos lo cual se considera lógico pues al contener la harina se espera que por el alto contenido de polifenoles le hayan aportado ese color característico al producto, algo que no se percibe en el control realizado. Gutiérrez (2015) adicionó jugo y cáscara de granada a salchichas de cerdo reportando valores promedios de 71 para L*, 8.8 para a* y de 21 para b*; Ocampo Olalde, Delgado Suárez y Gutiérrez Pabello (2015) reportaron valores de 62 para L*, 2 para a* y de 18.8 para b* en salchichas adicionadas con cáscara de tuna; Pinzón Zárate, Hleap Zapata Y Ordóñez Santos (2015) elaboraron salchichas con extracto oleoso de chontaduro (fruta colombiana) al 20% reporta valores de 79 para L*, 6.2 para a* y 10.4 para b* . Las diferencias encontradas se pueden atribuir a que en este estudio se utilizó el jugo además de la cáscara de granada y que al igual que la cáscara de tuna tiene alto contenido de carotenos los cuales aportan colores tanto rojos como amarillos por lo cual es normal que varíen los parámetros a* y b*.

Tabla 5. Color de las salchichas adicionadas con harina de cáscara de granada encapsulada.

Día	Parámetro	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	L*	68.86±1.42 ^a	57.44±1.19 ^b	59.99±0.42 ^b
6		72.16±1.22	60.27±1.23	60.82±0.85
12		70.13±1.16	59.66±1.12	60.00±1.05
18		71.61±1.17	59.86±1.16	59.93±0.68
1	a*	5.22±0.54 ^a	4.82±0.75 ^a	5.08±0.49 ^a
6		5.02±0.49	3.76±0.70	4.89±0.55
12		4.73±0.45	4.97±0.78	5.14±0.44
18		4.77±0.56	4.92±0.62	5.43±0.42
1	b*	13.83±0.71 ^b	28.68±4.56 ^a	31.61±5.1 ^a
6		12.63±0.34	28.83±3.34	32.08±3.87
12		12.80±0.81	30.63±2.89	31.26±4.88
18		12.78±0.67	28.03±2.44	31.91±2.78

Los valores presentados son los promedios ± desviaciones estándar. a, b Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (P<0.05) para los diferentes tratamientos

En la tabla 6 se presentan los valores de textura obtenidos, para el caso de la dureza no se observa diferencia significativa entre los tratamientos y el control, por lo cual se puede decir que la adición de la harina no afecta esta propiedad por lo tanto la harina no hace un producto más duro, diversos autores, Hernández García y Güemes Vera (2010) reportaron valores de entre 16 N y 11 N respectivamente para la dureza de sus salchichas adicionadas con cáscara de naranja de por lo que se cree que la harina de cáscara de granada favorece productos menos duros que con otras harinas de coproductos. En cuanto a la adhesividad

se puede observar que hay diferencia significativa solo entre el tratamiento 1 y el control, siendo el valor más alto para el tratamiento 1, lo cual da indicios que la adición de harina de cáscara de granada en combinación con cierta cantidad de carne y grasa hace que la adhesión del producto sea mayor, Pérez Chabela y col. (2013), Ocampo Olalde, Delgado Suárez y Gutiérrez Pabello (2015) y reportaron valores de 0.5, 0.64 los cuales son valores similares a los obtenidos en este trabajo, por lo que se puede pensar que la adición de cualquier harina de coproducto provocaría el mismo efecto. Con respecto a la elasticidad no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos y con respecto al control. Para la cohesividad se encontró que los valores obtenidos no presentan diferencia significativa entre tratamientos y el control, lo cual nos dice que la harina de cáscara de granada se puede utilizar en la elaboración de productos cárnicos en las concentraciones antes mencionadas sin que haya modificación en la firmeza de producto. Araya Quesada y col. (2014) reportaron valores de 0.80 para salchichas con harina de garbanzo por lo cual presentan mayor cohesividad que las obtenidas en este trabajo, esto se le puede atribuir a la alta cantidad de almidón de esta harina de garbanzo lo que influiría en el parámetro.

Tabla 6. Textura de las salchichas adicionadas con harina de cáscara de granada encapsulada.

Día	Parámetro	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	Dureza (N)	4.10±0.18 ^a	3.67±0.25 ^a	3.77±0.25 ^a
6		3.77±0.12	3.77±0.22	3.70±0.18
12		3.74±0.25	3.70±0.13	3.71±0.17
18		4.00±0.12	3.70±0.17	3.70±0.12
1	Adhesividad (Ns)	0.47±0.22 ^b	0.67±0.37 ^a	0.46±0.44 ^{a, b}
6		0.46±0.14	1.65±0.25	1.50±0.38
12		0.42±0.18	1.12±0.28	0.65±0.41
18		0.70±0.06	1.23±0.31	1.17±0.37
1	Elasticidad (mm)	5.17±2.42 ^a	6.43±0.97 ^a	6.25±0.84 ^a
6		5.12± 1.21	4.72±1.13	4.98±1.05
12		5.17±1.03	6.43±0.92	6.25±0.97
18		6.66±0.88	5.01±1.02	4.75±0.81
1	Cohesividad	0.71±0.05 ^a	0.82±0.07 ^a	0.75±0.05 ^a
6		0.74±0.02	0.81±0.19	0.75±0.01
12		0.75±0.02	0.86±0.23	0.76±0.02
18		0.72±0.08	0.86±0.15	0.72±0.06

Los valores presentados son los promedios ± desviaciones estándar. a, b Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (P<0.05) para los diferentes tratamientos

De manera general se observa que, para los parámetros medidos para la textura, no hay variaciones o diferencias considerables, esto se puede atribuir a que no hay pérdida significativa tanto de humedad como grasa en los productos por lo cual se puede hablar de una influencia positiva en la textura del producto por la utilización de harina de coproductos en especial la harina de cáscara de granada encapsulada.

Para el análisis de los resultados de la evaluación sensorial realizada a los productos cárnicos adicionados con harina de cáscara de granada. Se puede observar que los jueces no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos para la aceptación del color, sabor y dureza algo que también podemos observar en la tabla 7 y 8 en donde los resultados de dureza en el análisis de textura nos dicen que no se encontró diferencia entre los tratamientos, por lo tanto se puede decir que la harina de cáscara de granada no influyó de manera significativa en estos parámetros aunque si detectaron diferencias con respecto al control, pues la harina cambió el color, sabor y dureza del producto tal y como se comprobó con los análisis previos; con respecto a la jugosidad si se detectó diferencia significativa entre los tratamientos siendo más aceptado el tratamiento 2 que no presenta diferencia significativa con el control, esto se puede atribuir a la formulación ya que contenía mayor cantidad de grasa por lo cual el producto era más jugoso. Para el caso de la apariencia general, los datos muestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo mayor la aceptación para el tratamiento 1 que a su vez no presenta diferencia significativa con el control, la apariencia general trata de englobar todos los atributos del producto que defina el juez por lo cual se podría hablar de que, en cuanto a la evaluación sensorial el tratamiento 1 resulta ser agradable para los consumidores. Es importante mencionar que para la mayoría de los atributos la media se mantuvo cercana al punto medio (no me gusta ni disgusta), por lo cual sería importante considerar algunas modificaciones en la formulación del producto que mejoren estos aspectos evaluados como variar la cantidad de harina adicionada. Gutiérrez (2015) reportó que la salchicha elaborada con jugo y harina de cáscara de granada en donde de igual manera que en el presente trabajo, se encuentra diferencia significativa entre sus tratamientos y el control, además menciona que los parámetros de sabor, textura y aceptabilidad general en la escala de “me gusta” y el parámetro de color se encuentra en el punto medio de aceptación, la jugosidad no fue evaluada por ellos, pero esto nos indica que sería interesante trabajar con el jugo de la granada pues podría mejorar nuestras características sensoriales.

Tabla 7. Resultados de la prueba ANOVA del análisis sensorial (Se utilizó una $P=0.05$ para tomar la decisión de rechazo o no rechazo para la hipótesis nula (H_0). $P_c < P$ H_0 se rechaza, $P_c > P$ H_0 no se rechaza.)

Atributo	Nivel de probabilidad (P_c)	¿Se rechaza la H_0 ?
Dureza	0.061	No
Color	0.000	Si
Sabor	0.0013	Si
Jugosidad	0.0083	Si
Apariencia general	0.010	Si

Tabla 8. Diferentes grupos según el atributo evaluado

Atributo	Tratamiento	Diferencia con
Color	Control	1 y 2
	1	Control
	2	Control
Sabor	Control	1 y 2
	1	Control
	2	Control
Jugosidad	Control	1
	1	Control
	2	-
Apariencia General	Control	2
	1	-
	2	Control

Pruebas de comparaciones múltiples para todas las diferencias por pares entre las medias. Con la prueba de Tukey, utilizando un $\alpha=0.05$.

CONCLUSIONES

La harina de cáscara de granada es fuente importante de ingredientes funcionales como son fibra y compuestos antioxidantes como los polifenoles, esto es interesante para futuros trabajos pues estudios realizados reportan que la fibra y los compuestos fenólicos además de sus funciones biológicas conocidas, pueden tener actividad prebiótica. Para poder adicionar la harina de cáscara de granada o cualquier otro coproducto que tenga una naturaleza ácida, es recomendable la encapsulación por secado por aspersión pues se logra el principal objetivo que es proteger la harina de cáscara de granada, para que los biocompuestos no sufran alguna degradación por efecto de la elaboración del producto y además la encapsulación evita que el bajo pH de la harina impida la correcta formación de la emulsión o que modifique de manera significativa las propiedades fisicoquímicas del

producto. Es factible utilizar la harina de cáscara de granada en la elaboración de productos cárnicos como un ingrediente funcional sin afectar sus características fisicoquímicas.

REFERENCIAS

- ARRANZ, S., SAURA-CALIXTO, F., SHAHA, S. Y KROON, P.A. (2009). High contents of non-extractable polyphenols in fruits suggest that polyphenol contents of plant foods have been underestimated. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 7298–7303.
- ARAYA-QUESADA, Y., MORALES-TORRES, A., WEXLER, L., & VARGAS-AGUILAR, P. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos. *Innotec* 9: 50-60.
- AOAC. 1991. Official method 950.46. Moisture in meat.
- BALASUNDRAM, N., SUNDRAM, K., & SAMMAN, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agroindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99: 121-203.
- BARRAGÁN-MARTÍNEZ, L.P., TOTOSAUS, A. & DE LOURDES PÉREZ-CHABELA, M. (2020). Probiotication of cooked sausages employing agroindustrial coproducts as prebiotic co-encapsulant in ionotropic alginate–pectin gels. *Int J Food Sci Technol*, 55: 1088-1096. doi:10.1111/ijfs.14259
- BECERRIL-IBARRA O.A., SOSA-MORALES M.E., RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ G., GÓMEZ-SALAZAR J.A. (2019). Efecto de la concentración de harina de garbanzo en las propiedades fisicoquímicas de salchicha tipo Frankfurt durante su almacenamiento. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. 4. 1: 686 – 694.
- BIALONSKA, D., RAMNANI, P., KASIMSETTY, S. G., MUNTHA, K. R., GIBSON, G. R., & FERREIRA, D. (2010). The influence of pomegranate by-product and punicalagins on selected groups of human intestinal microbiota. *International Journal of Food Microbiology*, 140(2-3), 175-182.
- BOURNE, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32, 62-66.
- DE LA VEGA-MARTINEZ, A. & MICHEL-LÓPEZ, I. (2012). Propiedades antioxidantes de la cascara de ciruela aplicados a un embutido cárnico: nota de investigación. *Nacameh*, 6(2), 33-39.
- DÍAZ-VELA, J., TOTOSAUS, A., ESCALONA-BUENDÍA, H. B., & PÉREZ-CHABELA, M. L. (2017). Influence of the fiber from agro-industrial co-products as functional food ingredient on the acceptance, neophobia and sensory characteristics of cooked sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 379-385.
- GUERRERO, I., PONCE, E., & PÉREZ-CHABELA, M. L. (2002). *Curso Práctico de Tecnología de Carnes y Pescado*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- GUTIÉRREZ-PACHECO, S. (2015). Calidad y capacidad antioxidante de salchichas de cerdo adicionadas con jugo y cáscara de granada (*Punica granatum L.*). (Tesis de Maestría).

- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Disponible en: <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/93> [fecha de acceso: 23/08/2020]
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, E. M., GONZÁLEZ-DE LA CRUZ, J. U., DE LA CRUZ-LEYVA, M. C., PÉREZ-SÁNCHEZ, C. D. C., GUZMÁN-CEFERINO, J., RAMÍREZ-MUÑOZ, I. Y., & DURÁN-MENDOZA, T. (2018). Hibiscus sabdariffa L. en un embutido cárnico y su efecto en las características fisicoquímicas, nutritivas, microbiológicas, y aceptación sensorial. *Nacameh*, 12(2), 15-29.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, S. & GÜEMES-VERA, N. (2010). Efecto de la Adición de Harina de Cáscara de Naranja sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Textuales y Sensoriales de Salchichas Cocidas. *Nacameh*, 4(1), 23-36.
- HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, A. M., TOTOSAUS, A., & PÉREZ-CHABELA, M. L. (2016). Evaluation of agro-industrial co-products as source of bioactive compounds: fiber, antioxidants and prebiotic. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 20(2), 3-16.
- JÁUREGUI, C. A., REGENSTEIN, J. M., BAKER, R. C., (1981). A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal Food Science* 46: 1271-1273.
- PÉREZ-CHABELA, M. L., LARA-LABASTIDA, R., RODRIGUEZ-HUEZO, E., & TOTOSAUS, A. (2013). Effect of spray drying encapsulation of thermotolerant lactic acid bacteria on meat batters properties. *Food and Bioprocess Technology*, 6(6), 1505-1515.
- LITTLE, A. C. (1975). Off on a tangent, *Journal of Food Science*. 40: 410-411.
- MAILLARD-BERDEJA K.V., PÉREZ-CHABELA M.L., PONCE-ALQUICIRA, E., SCHETTINO-BERMÚDEZ B. (2019). Caracterización bromatológica y microbiológica de la cáscara de granada (*Punica granatum* L.) como fuente de ingredientes funcionales. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4: 799-804.
- MARLETT, J. A., MCBURNEY, M. I., & SLAVIN, J. L. (2002). Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*. 102(7): 993-1000.
- OCAMPO-OLALDE, R., DELGADO-SUÁREZ, E. J., & GUTIÉRREZ-PABELLO, J. Á. (2015). Harina de cáscara de tuna como fuente de fibra y su efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa. *Nacameh*, 9(2), 54-65.
- PINZÓN-ZÁRATE, L. X., HLEAP-ZAPATA, J. I., & ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. (2015). Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Información Tecnológica*, 26(5), 45-54.
- RAMOS, N. A. G., & FARÍAS, M. E. (2001). Stability of meat emulsion with non-meat proteins. In *Proceedings of the eighth international congress on engineering and foods-ICEF*. Vol. 8, pp. 643-647.

- 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.
- VIUDA- MARTOS, M., SÁNCHEZ-ZAPATA, E., MARTIN-SÁNCHEZ, A., RUIZ-NAVAJAS, Y., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS-BARBERA, E., NAVARRO, C., PÉREZ-ÁLVAREZ, J. (2012). Technological Properties of Pomegranate peel extract obtained as coproduct of juice processing. Capítulo 37. In. *Dietary fiber and health*. S. Cho & N. Almeida (Eds.). Estados Unidos: CRS Press, pp.443-452
- ZIPSER, M. W., & WATTS, B. M. (1962). A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. *Food Technology*. 16(7), 102-104.