

## Diseño y caracterización de una hamburguesa de pescado y cerdo con la incorporación de semilla de chía (*Salvia hispánica* L.)

Ronald M. Marsiglia-Fuentes<sup>1</sup>, José Blaquiétt Acosta<sup>2</sup>, Jaime A. Pérez<sup>1</sup>, Arnulfo Taron<sup>1</sup>, L.A. García-Zapateiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Grupo de Investigación en Ingeniería de Fluidos Complejos y Reología de Alimentos (IFCRA) – UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, Colombia. [lgarciaz@unicartagena.edu.co](mailto:lgarciaz@unicartagena.edu.co)

<sup>2</sup>. Estudiante del semillero del Grupo IFCRA. Programa de Ingeniería de Alimentos – Universidad de Cartagena.

**RESUMEN:** La carne de cerdo y de pescado presenta características nutricionales de amplio beneficio para la salud humana en cuanto a su aporte de proteínas, vitaminas y minerales; además de los beneficios que aporta la semilla de chía en cuanto a proteínas de fuentes vegetales y ácidos grasos poliinsaturados. El objetivo de esta investigación fue evaluar los parámetros fisicoquímicos, bromatológicos y establecer la influencia de la temperatura sobre el comportamiento reológico de las diferentes formulaciones de hamburguesa, por lo cual se efectuaron curvas de flujo viscoso en estado estacionario en un rango de temperaturas que van desde los 20°C hasta los 60°C. Se establecieron 5 formulaciones como lo fueron 60/40, 40/60, 50/50, 70/30, 30/70. En el análisis de resultados se observa que el porcentaje de proteína varía entre el 16% al 18%, con un contenido de carbohidratos de 24% en base húmeda, los resultados fisicoquímicos de pH y acidez se correlacionan con productos similares reportados en la literatura. Los fluidos viscosos presentaron un comportamiento reofluidificante y en relación al efecto de las diferentes temperaturas sobre las muestras no se evidenciaron cambios significativos.

**Palabras clave:** hamburguesa, chía (*Salvia hispánica* L.), calidad nutricional, reofluidificante.

**ABSTRACT:** Pork and fish have nutritional characteristics that are beneficial to human health in terms of protein, vitamins and minerals; In addition to the benefits of the chia seed in terms of proteins from plant sources and polyunsaturated fatty acids. The objective of this research was to evaluate the physicochemical, bromatological parameters and to establish the influence of temperature on the rheological behavior of the different hamburger formulations, for which viscous steady-state flow curves were made in a range of temperatures ranging from 20 ° C to 60 ° C. Five formulations were established, such as 60/40, 40/60, 50/50, 70/30, 30/70. In the analysis of results, it is observed that the percentage of protein varies between 16% to 18%, with a carbohydrate content of 24% on a humid basis, the physicochemical results of pH and acidity are correlated with similar products reported in the literature. The viscous fluids showed a reofluidificant behavior and in relation to the effect of the different temperatures on the samples, no significant changes were observed.

**Keywords:** hamburger, chia (*Salvia hispanica* L.), nutritional quality, shear-thinning.

**Área:** Desarrollo de nuevos productos

### INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo y tilapia roja son alimentos muy completos en su contenido nutricional, ya que presentan un porcentaje de proteína que se puede considerar en términos de equilibrio óptimo para una buena alimentación. Esta carne se compone fundamentalmente de tejido muscular, que contiene agua, sales minerales, diferentes vitaminas, proteínas, algo de hidratos de carbono, lípidos y tejido conectivo. Cabe resaltar que son una buena fuente de vitaminas del grupo B, especialmente la vitamina B1 (0,95mg). La carne de cerdo también contiene cantidades significativas de riboflavina, niacina y vitamina B6. Destaca su elevado contenido de vitamina B12. Las vitaminas liposolubles A y D se encuentran en menor proporción y están fundamentalmente en la grasa. (D. Antonio Villarino, 2004).

Melgarejo *et al.*, (2002), quien elaboro una carne de hamburguesa de pescado utilizando como materia prima la carne de boquichico trazándose como objetivo determinar los parámetros para el procesamiento y elaboración de hamburguesa de pescado, se manejaron básicamente el procesamiento

tradicional de la hamburguesa a partir de la carne roja; así como la implementación de formulaciones adecuada para la ejecución del producto en mención. La investigación se enmarco dentro de un proyecto factible teniendo una aceptación del 100% entre 100 consumidores, así como la prolongación de su vida útil. Un segundo trabajo de Echeverri *et al.*, (2004), se denomina “*Acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa*”; el cual consistió en la presentación de una formulación y elaboración de una hamburguesa baja en grasa utilizando sustitutos de esta, los cuales además de disminuir en contenido calórico del producto, mantienes las propiedades de sabor y textura similar.

En los últimos años se han venido realizando diferentes investigaciones sobre productos derivados del pescado y la carne de cerdo con el objetivo de fomentar y aumentar el consumo de estos, lo que hace que estas materias primas se puedan aprovechar para el diseño de nuevos productos. Por otra parte, la chía (*Salvia hispánica*. L), en la actualidad es considerada como un súper alimento o alimento funcional debido a sus componentes nutricionales, rica en antioxidantes, Omega-3, proteínas, vitaminas y minerales, lo que ha permitido un crecimiento en la demanda, producción y comercialización de productos conformados por las semillas apuntando al mercado en crecimiento de los alimentos saludables y orgánicos (Giraldo, J. C. 2015).

El objetivo principal para la investigación es determinar los parámetros para el procesamiento y estandarización de una hamburguesa de carne de pescado y carne de cerdo con la incorporación de la chía (*Salvia hispánica*. L) como alternativa de aprovechamiento en el diseño de productos, con la ventaja de que sea un producto saludable con poco contenido calórico y de grasas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de la hamburguesa se ha utilizado carne de *Oreochromis* sp “tilapia roja” y lomo de cerdo “*sus scrofa doméstica*” adquirido en los supermercados de la ciudad de Cartagena. Seleccionado y clasificado de acuerdo a las características físicas y sensoriales. En primera instancia se inició el pesaje del lomo de cerdo, filete de pescado, aceite de chía, aislado de soja, fibra de chía, agua y verduras (cebollín, ajo y cilantro), basado en la formulación establecida en la tabla 1.

<b>Tabla I.</b> Formulación de Hamburguesa de pescado y cerdo con adición de chía							
FORMULACIONES	Ingredientes/ formulación	Lomo de cerdo (g)	filete de pescado (g)	Aceite de chía (g)	Agua (g)	Aislado de soja (g)	Extracto de chía (g)
PCC 1	70/30	49	21	10	15	2	3
PCC 2	30/70	21	49	10	15	2	3
PCC 3	60/40	42	28	10	15	2	3
PCC 4	40/60	28	42	10	15	2	3
PCC 5	50/50	35	35	10	15	2	3

\*Para la obtención de 100 gr de hamburguesa de carne de cerdo y filete de pescado

Al pesar cada uno de los ingredientes antes mencionados se procede a moler el lomo de cerdo, el filete de tilapia y las verduras por separado en un molino eléctrico. Una vez realizado, se procede a homogenizar cada uno de los ingredientes señalados con el cuidado de no exceder la temperatura de 24°C, con el fin de garantizar una emulsión estable una pasta más suave y agradable al paladar del consumidor, agregándole durante el proceso de cutedado, 15 gr agua fría y el aceite vegetal. La pasta obtenida se llevó a una embutidora utilizando una serie de fundas de calibre 10; finalmente se realizó el proceso de escaldado en un recipiente metálico con agua caliente, verificando que la temperatura de la misma no superara los 80°C durante 2 horas aproximadamente para así obtener una buena emulsión y un producto de calidad.

**Caracterización fisicoquímica y bromatológica**

Se realizaron las pruebas fisicoquímicas y Bromatológica de acuerdo con los métodos AOAC. Para las proteínas en base húmeda (AOAC 928.08), Grasa total en base húmeda (AOAC 985.15) Carbohidratos en base húmeda (AOAC 923.09) Humedad en base húmeda (AOAC 925.10) y Cenizas en base húmeda (AOAC 945.38)

**Evaluación reológica**

Se realizaron ensayos de flujo estacionario obteniendo curvas de viscosidad a temperaturas de 10, 20, 25, 40 y 60°C de las muestras sin historia previa de cizalla, en un Sistema de Reómetro Avanzado Modular Haake Mars 60 usando sensores tipo plato liso con un diámetro de 30 mm y un gap 2.5 mm para rango de velocidad de cizalla comprendidas entre 0.001 y 1000 s<sup>-1</sup>. En este estudio, previo a la medición, todas las muestras se dejaron en reposo durante 300s para permitir la relajación de las mismas, la temperatura de las muestras se mantuvo constante a ±0.1°C, mediante un sistema Peltier para el control de temperatura, basado en la metodología utilizada por Quintana *et al.*, (2018).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla II se muestra los resultados obtenidos de las pruebas bromatológicas realizadas a la formulación PCC1, esto de acuerdo con los resultados de aceptación de la evaluación sensoriales (NTC 4206) evaluadas por 30 panelistas no entrenados y su comportamiento reológico simétrico obtenido.

<b>Tabla II. Resultados bromatológicos PPC1 (%)</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Hamburguesa (%)</b>
Proteínas; base húmeda,	16,413
Grasa total; base húmeda	11,325
Carbohidratos; base húmeda	24,453
Humedad; base húmeda	42,010
Cenizas; base húmeda	5,7830

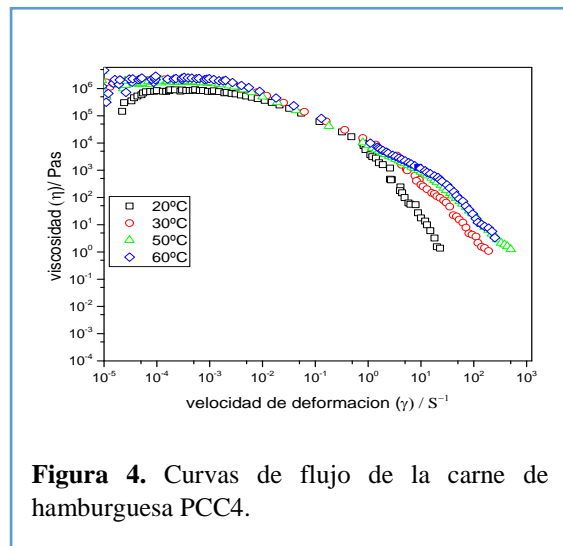
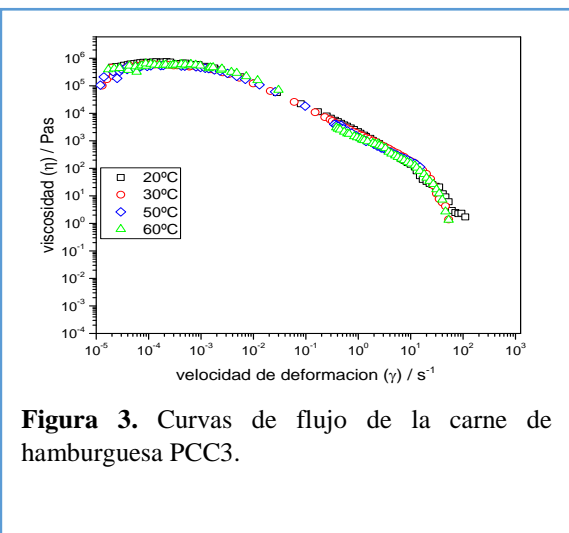
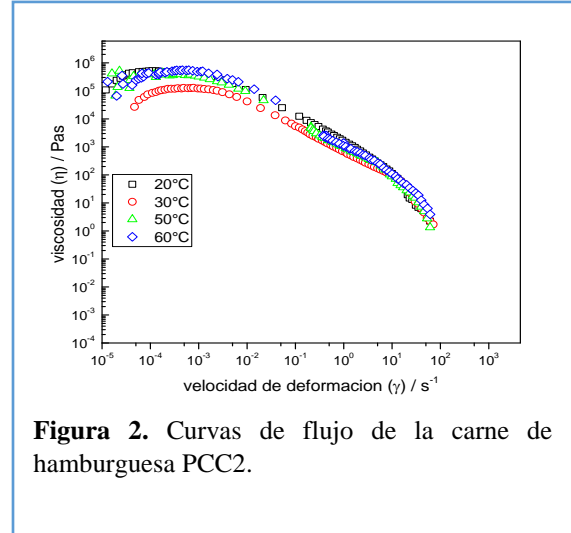
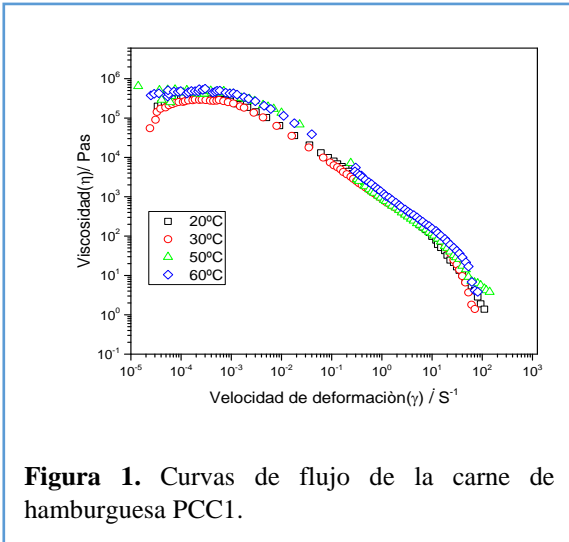
Este análisis bromatológico de la hamburguesa de carne de cerdo y filete de pescado representa un componente nutricional fuerte en el producto y de conveniencia para aquellos consumidores embutidos que buscan de alimentos bajos en grasas. Resultados que se acercan a los obtenidos por Orozco villa (2013), donde se evalúan las propiedades de una hamburguesa con carne deshidratada, que permite ofrecer nuevas alternativas alimentarias de derivados cárnicos de alta calidad, ofreciéndole al consumidor un producto que tenga al menos 15.2% de proteína, 20.5% de grasa y un 5.3% de carbohidratos, resultados que al ser comparados con los obtenidos en esta investigación, muestran una diferencia significativa en cuanto al contenido de grasa y carbohidratos. En la tabla III observamos las propiedades fisicoquímicas que presento la hamburguesa de carne de cerdo y pescado, los cuales estuvieron dentro de los parámetros establecidos en el decreto 1500 del 2007 del invima, en cuanto a pH y acidez.

<b>Tabla III. Propiedades fisicoquímicas de la hamburguesa de carne de cerdo y filete de pescado</b>		
<b>Formulación</b>	<b>Acidez</b>	<b>PH</b>
PCC 1	0.42	6.00
PCC 2	0.40	6.88
PCC 3	0.4	6.41
PCC4	0.33	6.03
PCC 5	0.382	6.32

Luego de realizar pruebas de flujo estacionario teniendo en cuenta las variaciones de temperatura, se observó el cambio de la viscosidad respecto a la velocidad de deformación. En la figura 1 y 2

observamos el comportamiento que presenta PCC1 y PCC2 en el cual se observa el cambio de la viscosidad en función de la velocidad de deformación a diferentes temperaturas.

Los resultados obtenidos a diferentes temperaturas de 10, 20, 25, 40 y 60°C, muestran un comportamiento de un fluido no newtoniano, del tipo pseudoplástico o reofluidificante (Shear-thinning), ya que se caracterizan por la disminución potencial de su viscosidad causada por el aumento de la velocidad de cizallamiento o corte (Ramírez Navas, 2006). Este comportamiento pseudoplástico es explicado por la ruptura de una estructura reticular de moléculas de polisacáridos durante el cizallamiento, en consecuencia, resulta una menor viscosidad al aumento de la velocidad de deformación (Ocampo, R. D. *et al.*, 2012).

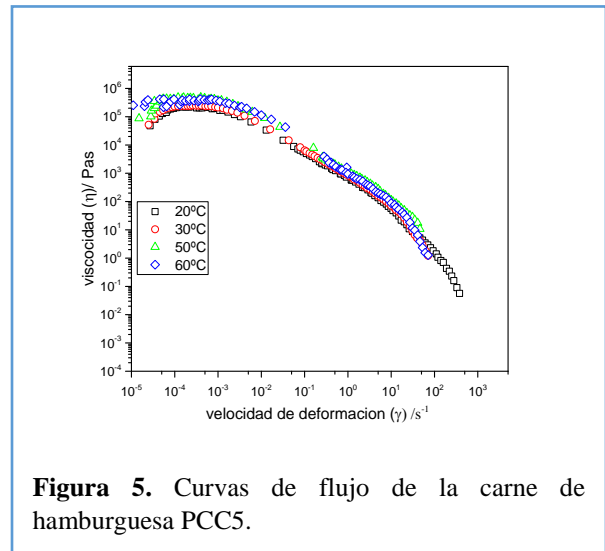


En la figura 3 y 4 se observa en el espectro mecánico desarrollado que la variación de la viscosidad de la hamburguesa de carne de cerdo y filete de pescado en relación a la temperatura no tiene una diferencia significativa, lo que permite utilizarla en diferentes procesos industriales que comprendan las variaciones de temperatura para el desarrollo de nuevos productos a partir de la misma, donde las muestras en la fase inicial presentan una región de comportamiento Newtoniano  $\eta > 0$  (viscosidad constante) pero al pasar un determinado tiempo este disminuye su viscosidad al aplicar una fuerza

externa (velocidad de deformación) (Ramírez Navas,2006). En la figura 5 vemos el comportamiento que presenta el producto analizado con la PCC5 de la figura 5, evaluando las mismas temperaturas citadas. Las cuales entre ellas no presentan diferencias significativas en cuanto a la disminución de la viscosidad con respecto a la velocidad de deformación aplicada; teniendo un comportamiento de un fluido newtoniano del tipo pseudoplástico.

Cabe destacar que las curvas de variación de la viscosidad en general muestran que, los valores de viscosidad son mayores para las diferentes formulaciones de hamburguesa mientras es sometida a mayor temperatura, esto se debe en gran medida a la pérdida de humedad que sufre por evaporación de agua mientras es sometida a calentamiento.

Se concluye de los resultados obtenidos, que todas las formulaciones, tienen un comportamiento de un fluido no newtoniano del tipo reofluidificante (shear-thinning), donde la viscosidad disminuyó en todas las muestras debido al aumento de la velocidad de deformación, lo que demuestra que no hay una dependencia significativa en cuanto a la variación de la viscosidad en el rango de temperatura estudiado. Lo cual es un factor importante para la estabilidad del producto y composición nutricional, encontrándose dentro de los estándares de calidad, con un porte significativamente bajo en grasa respecto a otros productos comercializados en el mercado.



**Figura 5.** Curvas de flujo de la carne de hamburguesa PCC5.

## BIBLIOGRAFÍA

- D. Antonio villarino Marín (2004), carne de cerdo y alimentación saludable catedrático de bioquímica y profesor de nutrición. Editorial Universidad de complutense de Madrid.
- Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia (2013), ministerio de agricultura, María Claudia Merino, Sara Patricia Bonilla, Fernando Bages, bogota Colombia.
- Echeverri Palacios, L., Rincon Alcala, S., Lopez Vargas, H., & Resprepo Molina, D. (2004). UN ACERCAMIENTO AL DISEÑO DE LOS PRODUCTOS CARNICOS BAJOS EN GRASA PARTE I. PRODUCTOS DE PICADO GRUESO. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, pp.2233-2256.
- Giraldo, J. C. (2015). SISTEMA DE SIEMBRA Y COSECHA DE SEMILLAS DE CHÍA EN EL VALLE DEL CAUCA Cali: Universidad Icesi.
- Indhira Melgares; María Maury. (2002). Elaboración de hamburguesa a partir de boquichico. P.79-89.
- Luz Echeverri P; Sandra Rincón A (2004). Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos es grasa. Parte I Productos de picado grueso.
- Melgarejo, I., & Maury, M. (2002) Elaboración de hamburguesa a partir de Prochylodus nigricans boquichico. Revista amazónica de investigación alimentaria, 2(1), 79-87.
- Ministerio de agricultura de Colombia (2014). Pesca en cifra, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Bogotá 2015.
- Ocampo, R. D., Zapateiro, L. A. G., Gómez, J. M. F., & Torres, C. V. (2012). Caracterización bromatológica, fisicoquímica microbiológica y reológica de la pulpa de borojón (Borojoa Patinoi Cuatrec). Revista Ciencia y Tecnología, 5(1), 17-24.
- Orozco Villa, H. G. (2014). Formulación, elaboración y control de calidad de hamburguesas con carne de res y cerdo deshidratada y determinación de las instrucciones para su rehidratación (Bachelor's thesis).
- Quintana, S., Machacon, D., Marsiglia, R., Torregrosa, E., & Garcia-Zapateiro, L. (2018). Steady and Shear Dynamic Rheological Properties of Squash (Cucurbita moschata) Pulp. Contemporary Engineering Sciences, 11, 1013-1024.
- Ramirez Navas, J. C. (2006). Fundamentos de reologia de alimentos. cali, colombia : JSR e-books.