



Efecto de la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y harina de plátano sobre el rendimiento de cocción, contenido de grasa, índice de peróxidos y aceptabilidad general de hamburguesa

Effect of substituting pork fat for sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) and banana flour on cooking performance, fat content, peroxide value and general acceptability of hamburger

Elena Urraca^{1, *}; Christina Lou²; Jesús Obregón³

¹ Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Privada Antenor Orrego, Av. América Sur 3145, Trujillo, Trujillo 13008, Perú.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego, Av. América Sur 3145, Trujillo, Trujillo 13008, Perú.

³ Data Engineering Perú, Mz "M" Lote 12-A Urbanización San Andrés V-Etapa, Víctor Larco Herrera, Trujillo, Trujillo 13009, Perú.

ORCID de los autores

E. Urraca: <https://orcid.org/0000-0002-5368-3840>

C. Lou: <https://orcid.org/0000-0001-8728-1711>

J. Obregón: <https://orcid.org/0000-0002-0664-1568>

RESUMEN

La tendencia del consumidor es regresar al consumo de alimentos sanos y naturales sin afectar su dieta diaria, en los hábitos alimentarios actuales destacan productos cárnicos fáciles de preparar y consumir como hamburguesas. En la presente investigación se evaluó el efecto de la sustitución de grasa cerdo por dos concentraciones de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (5% y 10%) y tres concentraciones de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) (2%, 4% y 6%) variedad Inguiri sobre el rendimiento de cocción, el contenido de grasa, el índice de peróxidos y la aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno. El efecto de la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sachá inchi y harina de plátano para rendimiento de cocción, contenido de grasa e índice de peróxidos fue significativo ($p < 0,05$). El tratamiento con sustitución de grasa de cerdo por aceite de sachá inchi al 5% y harina de plátano al 6% permitió obtener el menor valor de índice de peróxidos (12,17 meq O₂/kg), mejor aceptabilidad general (6,27 puntos), contenido de grasa (17,23%) y rendimiento de cocción (90,56%) en hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*).

Palabras clave: sachá inchi; harina de plátano; contenido de grasa; índice de peróxidos; rendimiento de cocción.

ABSTRACT

The consumer trend is to return to the consumption of healthy and natural foods without affecting their daily diet, in current eating habits, meat products that are easy to prepare and consume such as hamburgers stand out. In the present investigation the effect of substituting pork fat for two concentrations of sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) (5 and 10%) and three concentrations of banana flour (*Musa paradisiaca* L.) (2%, 4% and 6%) variety Inguiri on the cooking performance, the content fat, peroxide value and general acceptability of beef burger. The effect of substituting pork fat for sachá inchi oil and banana flour for cooking performance, fat content and peroxide index was significant ($p < 0.05$). Treatment with substitution of pork fat for 5% sachá inchi oil and 6% banana flour allowed to obtain the lowest value of the peroxide index (12.17 meq O₂/kg), the best general acceptability (6.27 points), fat (17.23%) and cooking yield (90.56%) in beef burger (*Bos taurus*).

Keywords: sachá inchi; banana flour; fat content; peroxide index; cooking performance.

1. Introducción

En la actualidad, la tendencia del consumidor es regresar al consumo de alimentos sanos y naturales sin afectar su dieta diaria, que incluyen el desarrollo de nuevos alimentos funcionales en el que se sustituye, total o parcialmente, la grasa animal por fibra, gomas y almidones. Estos sustitutos se utilizan en la industria de alimentos manteniendo varias características sensoriales del producto, tales como: firmeza, jugosidad, sabor y dureza, haciéndolo apetecible (Carrasco & Vergara, 2013).

Las semillas de sacha inchi tienen alto contenido de proteínas (33%) y aceite (49%) (Huamani & Flores, 2009). El aceite de sacha inchi o también conocido como aceite de los incas es rico en ácidos grasos insaturados (93%), de gran importancia para la nutrición por su alto contenido de ácidos grasos esenciales (84%). Con 48% de omega 3, contribuye al equilibrio del colesterol, principal causa de mortalidad en el mundo. De igual manera, facilita la microcirculación de la sangre y la irrigación cerebral, previene los accidentes cardiovasculares y el infarto (Sánchez, 2017). Por su naturaleza, por la tecnología utilizada aplicada para los cultivos ecológicos y su proceso industrial de extracción, es un aceite de alta calidad para la alimentación y la salud; sirve como: reductor del colesterol, aceite de mesa, de cocina, en la industria alimentaria para enriquecer con omega 3 los alimentos producidos industrialmente, en la producción de cosméticos, nutracéuticos y en medicina (Aguilar & Echevarría, 2019).

Por otro lado, está ampliamente documentado que el uso de harinas mejora el desempeño de los productos cárnicos. El almidón actúa como agente de retención de humedad, provocando que se mantenga la jugosidad y firmeza en el embutido, razón por la cual se usa en embutidos cárnicos bajos en grasa para mejorar la textura (Hinojosa et al., 2012).

La harina de plátano destaca por su alto contenido de hidratos de carbono (79,6%), por lo que su valor calórico es elevado. Los micronutrientes más representativos del plátano son el potasio, el magnesio, el ácido fólico y taninos; sin despreciar su elevado aporte de fibra (9,9%), del tipo fruto-oligosacáridos (Reyes et al., 2017). Numerosos trabajos de investigación indican que la harina de plátano verde contiene una fracción considerable de almidón resistente, el cual presenta efectos similares a la fibra dietética (Medina-Tambaco et al., 2018).

Diversas investigaciones realizadas en los hábitos alimentarios actuales destacan productos cárnicos fáciles de preparar y consumir como embutidos cocidos, embutidos fermentados, salchichas y hamburguesas, los cuales, a pesar de tener una vida de anaquel prolongada en condiciones óptimas, tienen dentro de su formulación un alto contenido de sal y grasas, ocasionando problemas de salud como hipertensión o sobrepeso (Arriaza, 2019; Demirok et al., 2015). La hamburguesa resalta en este grupo de productos cárnicos debido a sus características sensoriales y a su gran demanda en las principales cadenas de productos de comida rápida o "fast food" donde su contenido de grasa es no menor al 20% (Ramos, 2019).

En el contexto planteado, en la presente investigación se evaluó el efecto de la sustitución de grasa cerdo por dos concentraciones de aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (5 y 10%) y tres concentraciones de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) (2, 4 y 6%) variedad Inguiri sobre el rendimiento de cocción, el contenido de grasa, el índice de peróxidos y aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno.

2. Material y métodos

Materiales

En la elaboración de hamburguesa de carne de vacuno se utilizó como materia prima carne de vacuno (*Bos taurus*), entre los insumos se utilizó aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad Inguiri, grasa de cerdo, sal de mesa yodada, ajo molido fresco, orégano en polvo, pimienta en polvo, curry en polvo, almidón de maíz y agua potable.

Elaboración de hamburguesa de carne de vacuno

La carne de vacuno y grasa presentaron apariencia fresca, buen olor y color, se recibieron a una temperatura de 4 °C y se cortaron en trozos de 3 x 3 cm para ser introducidos en la moledora de carne durante 20 min hasta lograr un tamaño uniforme; se procedió a adicionar y mezclar con los demás ingredientes según las formulaciones (Tabla 1) durante 4 min; se amasó manualmente por un lapso de 8 min hasta conseguir una masa consistente y homogénea; se pesó porciones de 80 g aproximadamente que se moldearon manualmente en forma de esferas; las porciones fueron empanizadas con pan rallado y se

colocaron en un molde para hamburguesas de 5 cm de diámetro con 1 cm de espesor y se presionaron para darle la forma aplanada redonda típica del producto; luego fueron colocadas en bolsas de plástico ziploc y almacenadas a temperatura de -18 °C por 24 h. Para efectuar los análisis de contenido de grasa, rendimiento de cocción, índice de peróxidos y aceptabilidad general se realizó una cocción mediante fritura en una plancha de teflón hasta que las muestras de hamburguesas alcanzaron una temperatura en el centro de aproximadamente 71 °C.

Análisis de rendimiento de cocción

El rendimiento de cocción (RC%) se determinó pesando antes y después de la cocción de las hamburguesas de carne de vacuno (García et al., 2012), se utilizó la ecuación 1.

$$RC\% = \frac{\text{Peso de hamburguesa cocida}}{\text{Peso de hamburguesa cruda}} \times 100\% \quad (1)$$

Análisis de contenido de grasa

Las muestras de hamburguesa cocida de cada tratamiento fueron sometidas a una extracción Soxhlet para obtener la grasa, según la Norma Oficial Mexicana (NMX-F-089-S-1978): se pesó 10 g de muestra de hamburguesa y se envolvió en un papel whatman N° 40. Se colocó el cartucho en la zona de extracción del equipo Soxhlet. Se adicionó un volumen de éter de petróleo y se colocó en el balón de destilación, seguidamente el calentamiento se efectuó con una cocina eléctrica durante 4 h. El ciclo fue cerrado con una velocidad de goteo de solvente de 45 – 60 gotas por min. Se

efectuó la extracción por aproximadamente 4 h. La destilación de la solución contenida en el balón dejó un residuo de grasa el mismo que fue colocado en la estufa durante 1 h a 60 °C. Se utilizó la ecuación 2 para la determinación de grasa en hamburguesa.

$$\text{Grasa cruda \%} = \frac{\text{g de materia grasa}}{\text{g de muestra}} \times 100 \quad (2)$$

Análisis de índice de peróxidos

Una vez obtenida la grasa de las muestras de hamburguesa cocida mediante el método Soxhlet. Para determinar el índice de peróxidos (IP), se utilizó el principio del método de la oxidación del yoduro de potasio en la muestra del alimento, según la Norma Oficial Mexicana (NMX-F-154-SCFI-2010). Se pesaron 4 g de muestra de la grasa obtenida en hamburguesa cocida en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y se adicionaron 30 mL de la mezcla de cloroformo-ácido acético, se tapó el matraz y se agitó hasta que la muestra se haya disuelto. Se adicionó 0,5 mL de solución saturada de yoduro de potasio, dejando actuar la solución con agitación ocasional por espacio de un minuto. Posteriormente, se adicionó 30 mL de agua destilada, dejando de agitar y adicionando 4 mL de solución de almidón; hasta la aparición de un color azul o gris oscuro (al ser la prueba positiva), se agitó el matraz en forma circular para distribuir el color. Se tituló con solución de tiosulfato de sodio 0,01 N con agitación vigorosa hasta cerca del punto final, luego lentamente gota a gota hasta que el color azul desapareció. El índice de peróxidos se determinó por medio de la ecuación 3.

Tabla 1

Formulaciones de hamburguesas de carne de vacuno

Ingredientes	Formulación (%)						
	ASl ₀ HP ₀	ASl ₅ HP ₂	ASl ₅ HP ₄	ASl ₅ HP ₆	ASl ₁₀ HP ₂	ASl ₁₀ HP ₄	ASl ₁₀ HP ₆
Grasa de cerdo	19,44	18,09	17,7	17,31	17,12	16,73	16,34
Aceite sachá inchi	0 (0)	0,97 (5)	0,97 (5)	0,97 (5)	1,94 (10)	1,94 (10)	1,94 (10)
Harina de plátano	0 (0)	0,38 (2)	0,77 (4)	0,77 (6)	0,38 (2)	0,77 (4)	0,77 (6)
Carne de vacuno	67,22	67,22	67,22	67,22	67,22	67,22	67,22
Agua de mesa	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
Sal de mesa	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Ajo molido	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Orégano en polvo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pimienta en polvo	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Curry en polvo	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Almidón de maíz	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Total	100	100	100	100	100	100	100

() porcentaje de sustitución de grasa de cerdo.

$$IP = \frac{\text{gasto de } Na_2S_2O_3}{\text{g de muestra}} \times N \times 1000 \quad (3)$$

Dónde: N = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

Aceptabilidad general

Las muestras se cocinaron 1 h antes de realizar la prueba sensorial y fueron servidas aproximadamente a una temperatura a 35 °C (Carrasco & Vergara, 2013). Aquellas porciones que se sintieron frías al tacto, se calentaron en horno microondas durante 30 s; se proporcionó un vaso con agua de mesa como neutralizante entre muestras. La aceptabilidad general se evaluó por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos desde “Me disgusta muchísimo” a “Me gusta muchísimo”. Se usó un panel de 30 jueces no entrenados (Uruzola et al., 2018; Anzaldúa-Morales, 2005).

Análisis estadístico

El método estadístico correspondió a un diseño de bloques completamente aleatorizado con dos factores (concentración de aceite de sacha inchi y concentración de harina de plátano), con 3 repeticiones. Para el rendimiento de cocción, contenido de grasa e índice de peróxidos se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas (Montgomery, 2004), posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. Para la aceptabilidad general se empleó la prueba no paramétrica de Friedman. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software R 4.0.2.

3. Resultados y discusión

Rendimiento de cocción

El rendimiento de cocción en la hamburguesa de carne de vacuno (Figura 1) aumentó de 72,64 a 96,51% al incrementar la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi ($p < 0,05$; $p = 0,000$) y harina de plátano ($p < 0,05$; $p = 0,009$); además, la prueba de Tukey indicó que las muestras con sustitución fueron estadísticamente iguales (al presentar promedios acompañados de la misma letra), siendo menor en el control (sin sustitución); del mismo modo Gök et al. (2011)

observaron que el rendimiento de cocción fue mayor en las muestras con la sustitución de grasa por pasta de semillas de amapola (5, 10 y 20%) en hamburguesas de carne de vacuno, alcanzando valores de 77,7; 82,2 y 86,7%; respectivamente; además, indican que el mayor rendimiento de cocción se debe a que la pasta de semillas de amapola presenta propiedades ligantes y estabilizantes en el producto aplicado, lo que permite mayor retención de grasa y agua en la cocción de la hamburguesa. Así también Choi et al. (2013) evaluaron el efecto de reducción de grasa de cerdo de 30% a 20% y la sustitución parcial de grasa de cerdo por aceite de girasol (0, 5, 10, 15, y 20%) y fibra de lía makgeolli (2%) en salchichas de pollo tipo frankfurter. El rendimiento de cocción fue mayor en los tratamientos con sustitución de grasa por aceite de girasol al 20% y fibra de lía makgeolli al 2%, alcanzando un valor de 11,28%, indicando que el aumento del nivel de aceite de girasol de 0 a 20%, favorece la estabilidad de la emulsión cármica, disminuyendo significativamente la separación de grasa y separación total de líquidos. El aumento en el porcentaje de rendimiento de cocción en la hamburguesa de carne de vacuno con la sustitución de grasa, se debe a que la harina de plátano presenta un alto contenido de almidón, lo que genera un aumento en la capacidad de retención de agua (Araya-Quesada et al., 2014; Franco & Fragueta, 2014).

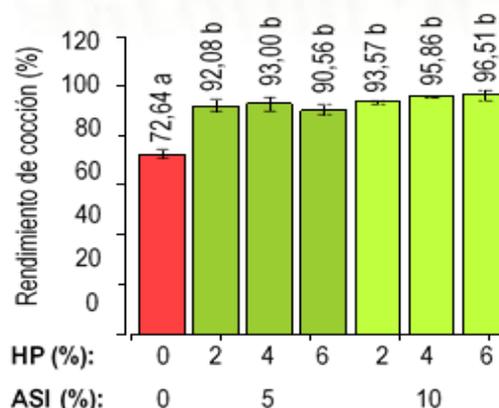


Figura 1. Rendimiento de cocción en hamburguesa de carne de vacuno con la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi (ASI) y harina de plátano (HP).

Contenido de grasa

El contenido de grasa en la hamburguesa de carne de vacuno cocida (Figura 2) disminuyó de 18,92 a 14,75% al aumentar la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi ($p < 0,05$; $p = 0,000$) y harina de plátano ($p < 0,05$; $p =$

0,001); además, la prueba de Tukey indicó que la muestra con sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi al 10% y harina de plátano al 6% presentó menor contenido de grasa (14.75%); resultados similares fueron reportados por Gök et al. (2011), donde el contenido de grasa disminuyó al aumentar la sustitución de grasa (25, 50 y 100%) por pasta de semillas oleaginosas de amapola en hamburguesas cocidas de carne de vacuno, alcanzando valores de 14,3; 12,5 y 11,7% respectivamente. García et al. (2012) reemplazaron la grasa por harina de quichoncho (20, 40 y 60%) en hamburguesas de carne vacuno cocidas, observaron que el contenido de grasa disminuyó de 15,77 a 8,12%. Kaynakçı, & Kılıç, (2021) indican que el porcentaje de grasa tiende a disminuir durante el proceso de cocción, debido a la desnaturalización de las proteínas de la carne y la pérdida de agua y grasa. En la presente investigación, el contenido de grasa disminuyó debido a que se sustituyó grasa por aceite de sacha inchi y harina de plátano. Asimismo, también pudieron generarse pérdidas de grasa durante el proceso de cocción en todas las hamburguesas.

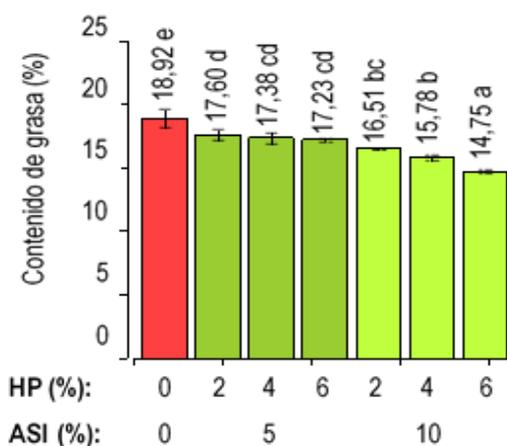


Figura 2. Contenido de grasa en hamburguesa de carne de vacuno con la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi (ASI) y harina de plátano (HP).

Índice de peróxidos

Los valores de índice de peróxidos en la hamburguesa de carne de vacuno cocida (Figura 3) incrementaron de 9,12 a 18,91 meq O₂/kg, siendo más notorio al aumentar la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi ($p < 0,05$; $p = 0,000$); y en menor cuantía con harina de plátano ($p < 0,05$; $p = 0,006$); además, la prueba de Tukey indicó que las muestras con sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi al 5%

y harina de plátano al 2; 4 y 6% presentaron menor índice de peróxidos de 12,12; 12,21, 12,17 meq O₂/kg, respectivamente, siendo estadísticamente iguales (al presentar promedios acompañados de la misma letra), cabe indicar que el control (sin sustitución) presentó 9,12 meq O₂/kg; Según Selani et al. (2016) este comportamiento se debe a la mayor susceptibilidad de los ácidos grasos insaturados a la oxidación (los dobles enlaces son sitios reactivos en la molécula), cuando la grasa animal es reemplazada parcialmente por el aceite vegetal. El índice peróxido de los lípidos avanza a mayor velocidad en los alimentos con alto contenido de grasa, especialmente aquellos con niveles más altos de ácidos grasos insaturados (Warris, 2010). Los ácidos grasos insaturados presentes en los productos reaccionan con el oxígeno para formar hidroperóxidos. Éstos son inestables y producen compuestos que producen sabores desagradables, lo que lleva a la formación de un sabor rancio en productos alimenticios (Teye et al., 2012). Por lo tanto, la mayor desventaja de uso de aceites vegetales en productos cárnicos es el potencial desarrollo de rancidez y con ello la disminución de la vida útil de los mismos (Kaynakçı, & Kılıç, 2021).

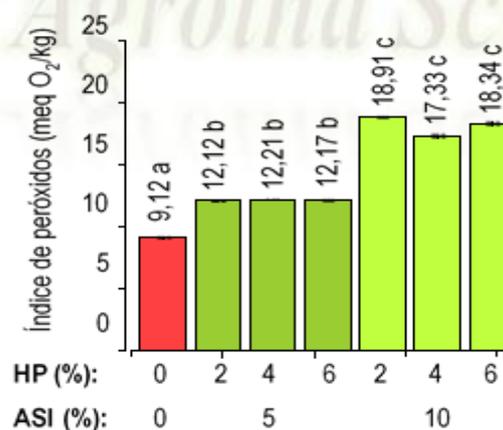


Figura 3. Índice de peróxidos en hamburguesa de carne de vacuno con la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi (ASI) y harina de plátano (HP).

En la presente investigación, se sustituyó parcialmente grasa por aceite de sacha inchi, que tiene alto contenido de ácidos grasos insaturados, por ello a mayor sustitución, las muestras de hamburguesas presentan mayor índice de peróxidos. Cabe indicar que Nielsen (2009) menciona que los índices de peróxidos >20 corresponden a las grasas y aceites de muy mala calidad. Para los aceites de semilla de soya, los

índices de peróxidos de 1 - 5, 5 - 10 y >10 corresponden a los niveles de oxidación bajo, medio y alto, respectivamente. Por lo que se podría inferir que las hamburguesas en estudio no eran de mala calidad, pero presentaban un nivel de oxidación alto al ser evaluadas, encontrándose en un rango de 12,12 a 18,91 meq O_2 /kg.

Aceptabilidad general

La aceptabilidad general en la hamburguesa de carne de vacuno cocida (Figura 4) fluctuó en promedio de 6,13 a 6,93 puntos; según la prueba de Friedman no existió evidencia suficiente para determinar diferencias ($p \geq 0,05$; $p = 0,323$) entre las muestras evaluadas (estadísticamente iguales al presentar promedios acompañados de la misma letra); resultados similares fueron encontrados por Al-Abdullah et al. (2012), quienes evaluaron la sustitución de la grasa (50%) por aceite de oliva en hamburguesas de carne de res y pollo, donde determinaron que el aceite de oliva no afectó la aceptabilidad general en ambos tipos de hamburguesas.

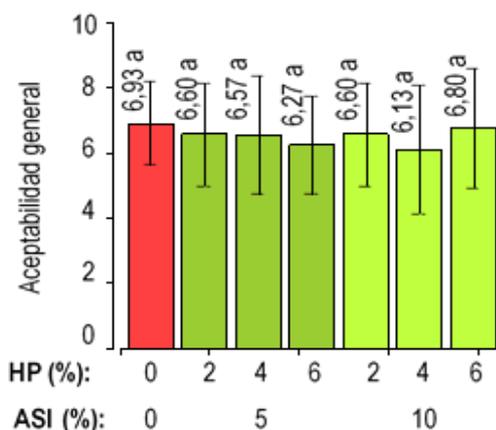


Figura 4. Aceptabilidad general en hamburguesa de carne de vacuno con la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi (ASI) y harina de plátano (HP).

Selani et al. (2015) evaluaron la sustitución de grasa por aceite de canola y subproductos industriales de mango, piña y maracuyá en hamburguesas de carne de vacuno bajas en grasa. Elaboraron 14 formulaciones: (convencional: tratamiento con un 20% de grasa); control bajo en grasa: tratamiento con un 10% de grasa y 12 tratamientos con aceite de canola al 5% y subproductos de piña, maracuyá y mango en cuatro concentraciones (1%, 1,5%, 2% y 2,5%). Los subproductos fueron congelados y secos. No se observó diferencia significativa en la aceptabilidad general entre las hamburguesas con

diferente sustitución de grasa por aceite de canola y subproductos de frutas. Siendo el de mayor aceptabilidad el que tuvo 5% de aceite de canola y 2,5% de subproducto de piña. Del mismo modo, Gök et al. (2011) evaluaron la sustitución de grasa por una pasta de semillas oleaginosas de amapola (25%, 50% y 100%) en hamburguesas cocidas de carne de vacuno. Al realizar el análisis sensorial, determinaron que la formulación de hamburguesas que contenía 50% de sustitución de grasa por una pasta semillas de amapola obtuvo la calificación más alta dada por panelistas entrenados.

4. Conclusiones

El efecto de la sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi y harina de plátano para rendimiento de cocción, contenido de grasa e índice de peróxidos fue significativo. El tratamiento con sustitución de grasa de cerdo por aceite de sacha inchi al 5% y harina de plátano al 6% permitió obtener el menor valor de índice de peróxidos (12,17 meq O_2 /kg), mejor aceptabilidad general (6,27 puntos), contenido de grasa (17,23%) y rendimiento de cocción (90,56%) en hamburguesa de carne de vacuno. Se recomienda utilizar la metodología de diseño de mezclas, con la finalidad de encontrar la sustitución óptima de grasa por aceite sacha inchi y harina de plátano a un nivel donde la aceptabilidad general no vea afectada.

Referencias bibliográficas

- Anzaldúa-Morales, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica 2da edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 198 p.
- Aguilar, K., & Echevarría, M. (2019). El uso de estrategias de comercialización y su incidencia en la exportación de sacha inchi en snacks con destino a Corea del Sur. Tesis para obtener grado de bachiller, Administración de Negocios Internacionales, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 47 p.
- Araya-Quesada, Y., Morales-Torres, A., Vargas-Aguilar, P., & Wexler, L. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (*Mussa AAB*) como sustituto de grasa para geles cármicos. *Revista INNOTECH*, 9(1), 50-60.
- Arriaza, A. (2019). Reformulation of Frankfurt-type sausages. Influence on its physical-chemical, organoleptic and acceptability properties. *JONNPR*, 4(5), 507-526.
- Carrasco, H., & Vergara, E. (2013). Efecto de la sustitución de grasa por salvado de avena sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de hamburguesas de pavo (*Meleagris gallopavo*) doméstico gigante. *Revista Pueblo Continente*, 24(2), 433-439.
- Choi, Y., Park, K., Kim, H., Hwang, K., Song, D., Choi, M., Lee, S., Paik, H., & Kim, C. (2013). Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 93(3), 652-658.
- Demirok, E., Kolsarıci, N., Çiçek, N., Öztürk, G., Akoglu, I., & Arici, Y. (2015). The Comparative Effect of Carrot and Lemon Fiber as a Fat Replacer on Physico-chemical, Textural, and Organoleptic Quality of Low-fat Beef Hamburger. *Korean Journal Food Science An*, 35(3), 370-381.

- Franco, I., & Fraguela, C. (2014). Uso de recortes de pavo y pollo para el desarrollo de productos cárnicos funcionales. *Revista Investigación y Desarrollo Tecnológico*, 10(1), 53-59.
- García, O., Ruiz-Ramírez, J., & Acevedo, I. (2012). Evaluación físicoquímicas de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchocho (*Cajanus cajan*) como extensor. *Revista Científica*, 12(6), 497-506.
- Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E., & Bulut, S. (2011). Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Science*, 89(4), 400-404.
- Hinojosa, J. & Intriago, M. (2012). Evaluación de dos fuentes de carbohidratos y de grasa vegetal en la elaboración de un embutido a base de carne de tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*). Tesis de título, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. 32 p.
- Huamani, P., & Bautista, E. (2009). Estrategias de comercialización del sachu inchi. *Gestión del Tercer Milenio*, 12(23), 13-49.
- Kaynakci, E., & Kılıç, B. (2021). Effect of replacing beef fat with safflower oil on physicochemical, nutritional and oxidative stability characteristics of wieners. *Food Science and Technology*, 41(1), 52 – 59.
- Medina-Tambaco, J., Zambonino-Rivadenerira, M., & Gruezo-Guerrero, X. (2018). Materias primas con alto contenido de fibra dietética y almidón resistente para la preparación de sopas deshidratadas de vegetales. *Revista Polo del Conocimiento*, 3(4), 64-81).
- Montgomery, D. (2002). Diseño y análisis de experimentos. 2da Edición. Editorial Limusa. México, DF. 692 p.
- Nielsen, S. (2009). Análisis de los Alimentos. 3ra Edición. Editorial Acribia. Madrid, España. 672 p.
- Norma mexicana-089-S-1978. (1978). Determinación de extracto etéreo (Método de Soxhlet) en alimentos. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-S-1978.PDF>
- Norma mexicana-NMX-F-154-SCFI-2010. (2010). Alimentos-Aceites y grasas vegetales o animales-determinación del valor peróxido-Método de prueba. Secretaría de Economía. México. 12p.
- Ramos, K. (2019). Substitutos parciais de gordura para derivados carneos. Trabalho para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil, 29 p.
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., & Espinoza, C. 2017. Tablas Peruanas de Composición de alimentos. 10ma Edición. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 143.
- Sánchez, A. (2017). Diagnóstico de la cadena de valor del sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Región San Martín. Tesis para título, Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, 99 p.
- Selani, M., Margiotta, G., De S. Piedade, S., Contreras-Castillo, C., & Canniatti-Brazaca, S. (2015). Physicochemical, sensory and cooking properties of low fat beef burgers with addition of fruit byproducts and canola oil. International Conference on Biomedical Engineering and Technology, Singapore.
- Selani, M., Shirado, G., Margiotta, G., Raseira, M., Marabesi, A., Piedade, S., Contreras-Castillo, C., & Canniatti-Brazaca, S. (2016). Pineapple by-product and canola oil as partial fat replacers in low-fat beef burger: Effects on oxidative stability, cholesterol content and fatty acid profile. *Meat Science*, 115, 9-15.
- Teye, G., Teye, M., & Boamah, G. 2012. The effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as an extender on the physical-chemical properties of beef and ham burgers. *African Journal of food, agriculture, nutrition and development*, 12(7), 7019-7034.
- Urruzola, N., Santana, M., & Gámbaro, A. (2018). Aceptabilidad sensorial de una hamburguesa de carne vacuna y vegetales. *Revista del Laboratorio Tecnológico de Uruguay*, 15(1), 15-22.
- Warriss, P. 2010. Meat Science, an Introductory text. 2nd Edition. CABI Publishers. 248 p.