

**Efecto de la adición de emulsiones de aceite  
de aguacate y aceite de linaza con proteína  
de soya sobre las propiedades fisicoquímicas  
y sensoriales de una mortadela de pollo**

**Katherine Mishell Paredes Armijos  
Rubí Doménica Mejía Monar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto de la adición de emulsiones de aceite de aguacate y aceite de linaza con proteína de soya sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una mortadela de pollo**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Katherine Mishell Paredes Armijos**  
**Rubí Doménica Mejía Monar**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2019

# **Efecto de la adición de emulsiones de aceite de aguacate y aceite de linaza con proteína de soya sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una mortadela de pollo**

**Katherine Mishell Paredes Armijos  
Rubí Doménica Mejía Monar**

**Resumen.** Los consumidores demandan productos cárnicos con mejores características nutricionales. La industria cárnica responde empleando estrategias para mejorar la calidad nutricional de sus productos. Por esta razón, se evaluó el efecto de reemplazar la grasa de cerdo por una emulsión de concentrado de proteína de soya, aceite de aguacate y aceite de linaza (1:5:5) en diferentes proporciones, 100% aceite de aguacate, 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza, y 100% aceite de linaza en una mortadela de pollo. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con medidas repetidas en el tiempo (1 y 21 días). Se determinó que la fuerza de corte fue mayor en el tratamiento control. Se estableció que cada uno de los tratamientos presenta un valor de  $L^*$  y  $b^*$  mayor y una disminución de  $a^*$ , con respecto al control. Los tratamientos preferidos fueron el control y la emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% de aceite de aguacate. A dicho tratamiento se le realizó un análisis proximal completo y se demostró la reducción de grasa significativa con respecto al control. El análisis de perfil de ácidos grasos evidenció la presencia de un mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados en el mismo. En conclusión, se demostró que los tratamientos con emulsión de concentrado de proteína de soya y aceites vegetales son aceptados por los panelistas y las propiedades fisicoquímicas son comparables al tratamiento control que tiene grasa de cerdo.

**Palabras clave:** Aceites vegetales, análisis sensorial, color, fuerza de corte, perfil de ácidos grasos.

**Abstract.** Consumers demand meat products with better nutritional characteristics. Meat industry responds using strategies to improve the nutritional quality of its products. For this reason, the effect of replacing pork fat with an emulsion of soy protein concentrate, avocado oil and flaxseed oil (1:5:5) was evaluated in different proportions, 100% avocado oil, 33.33% avocado oil and 66.67% flaxseed oil, 66.67% avocado oil and 33.33% flaxseed oil, and 100% flaxseed oil in a chicken mortadella. A Randomized Complete Block design was used with repeated measures in time (1 and 21 days). It was determined that the hardness was greater in the control than in the treatments. On the other hand was observed, each of the treatments higher for  $L^*$  and  $b^*$  value and a decrease of  $a^*$ , with respect to the control. Preferred treatments were the control and emulsion of soy protein concentrate with 100% avocado oil. To this treatment a complete proximal analysis was performed and it was observed a significant fat reduction respect with the control. The fatty acid profile analysis showed the presence of a higher percentage of monounsaturated fatty acids in it. In conclusion, it was shown that the panelists accept treatments with soy protein concentrate and vegetable oils emulsion and the physicochemical properties are comparable to the control treatment that has pork fat.

**Key words:** Color, fatty acid profile, hardness, sensory analysis, vegetable oils.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>29</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>30</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental.....	4
2. Formulación de los cinco tratamientos de mortadela de pollo.....	5
3. Separación de medias y desviación estándar (DE) en la pérdida por cocción de los distintos tratamientos de mortadela de pollo.....	11
4. Medias y desviaciones estándar (DE) de purga en los tratamientos de mortadela de pollo a los 7, 14 y 21 días.....	12
5. Separación de medias y desviación estándar (DE) de la fuerza de corte en los tratamientos de mortadela de pollo en los días 1 y 21.....	14
6. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor L* en mortadela de pollo.....	15
7. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor a* en mortadela de pollo.....	16
8. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor b* en mortadela de pollo.....	17
9. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor $\Delta E$ en mortadela de pollo.....	18
10. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable microbiológica Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) en la mortadela de pollo.....	19
11. Recuento para la variable microbiológica <i>Escherichia coli</i> en mortadela de pollo.....	19
12. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de apariencia en mortadela de pollo.....	20
13. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de color en mortadela de pollo.....	21
14. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de textura en mortadela de pollo.....	22
15. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de sabor en mortadela de pollo.....	23
16. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de aceptación general en mortadela de pollo.....	24
17. Preferencia por tratamiento de mortadela de pollo con sustitución total de grasa de cerdo por aceite de aguacate y aceite de linaza emulsificados con proteína de soya.....	25
18. Análisis proximal de mortadela de pollo del tratamiento control y del tratamiento con una emulsión de 100% aceite de aguacate <sup>ϕ</sup> .....	26

Cuadros Página

19. Porcentajes totales de grasa saturada, monoinsaturada y poliinsaturada del tratamiento control y del tratamiento con 100% aceite de aguacate<sup>φ</sup>..... 27

Figuras Página

1. Flujo de proceso para la emulsión de aceites..... 6  
2. Flujo de proceso para la elaboración de mortadela de pollo..... 7

Anexos Página

1. Foto ilustrativa de los tratamientos de mortadela de pollo..... 36  
2. Hoja de evaluación sensorial..... 37

# 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas dos décadas, los consumidores conscientes de su salud han exigido mejoras en las características nutricionales de los productos cárnicos (Youssef y Barbut 2011). Por lo cual, la industria cárnica ha evolucionado acorde a las necesidades y exigencias que se han ido presentando por parte de los clientes. La innovación que este sector ha desarrollado permite satisfacer la demanda de productos más saludables a través de la reformulación de alimentos, mediante reducción o sustitución de ingredientes que son factores de riesgo en la salud de los consumidores (Gallardo *et al.* 2015).

La carne y los productos cárnicos aportan significativamente a los niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes (FAO 2014). El contenido de grasa de los productos cárnicos embutidos está alrededor del 15 al 30%, lo que permite formar una pasta con la carne, característica básica de embutidos emulsificados como la mortadela (Totosaus 2007). Además, aporta energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles e imparte características sensoriales deseables como apariencia, sensación al paladar y sabor (Mencía y Bolaños 2010).

La mayoría de productos cárnicos procesados cuentan con concentraciones relativamente altas de grasas saturadas, por lo que, muchas veces los consumidores restringen su compra por cuestiones de salud (Rueda-Lugo *et al.* 2006). Se ha demostrado que la ingesta de grasas saturadas aumenta el colesterol de baja densidad (LDL, por sus siglas en inglés), el cual, es un factor de riesgo relacionado fuertemente con enfermedades cardiovasculares (FAO 2008), y cabe recalcar que las mismas son la principal causa de muerte en América Latina, representando aproximadamente un 10% del total de la carga de morbilidad (OPS 2006).

Como resultado, la industria cárnica está buscando ingredientes que reemplacen la grasa, manteniendo siempre las características organolépticas del producto que son apreciadas por los consumidores. La grasa puede ser reemplazada por ingredientes basados en lípidos, proteínas, carbohidratos, individualmente o en combinación (Fiallos 2006).

Un enfoque alternativo para la reducción de ácidos grasos saturados es reemplazar la grasa animal por aceites más saludables, que sean bajos en ácidos grasos saturados y ricos en ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados (Muguerza *et al.* 2004). Los aceites vegetales pueden ser agregados a los productos cárnicos de forma líquida o como una emulsión preformada. En las emulsiones preformadas, por lo general se usa proteína de soya o caseinato de sodio para estabilizar el aceite vegetal, esto minimiza la posibilidad de que el aceite se separe físicamente de la carne en el producto crudo y/o cocido, y de esta manera generar una matriz cárnica más estable (Youssef y Barbut 2011).

El debido uso de ingredientes dentro de la formulación de un producto está dado por la búsqueda de mejoras, altos rendimientos, optimización, pero sobretodo la aceptación por parte de los clientes. Los productos cárnicos saludables están permanentemente relacionados con productos bajos en grasa, siendo esta una tendencia global de consumo. Por lo cual, en el presente estudio se plantea reducir la grasa animal agregada en la mortadela a través de la incorporación de grasa de origen vegetal en forma de aceite de aguacate y aceite de linaza emulsificado con concentrado de proteína de soya.

El concentrado de proteína de soya de la marca Arcon® S posee un bajo perfil de sabor y una alta solubilidad. Funcionalmente, el producto tiene una buena dispersión y retención de humedad, lo que lo convierte en un excelente emulsificante (ADM 2019). El aceite de linaza se conoce como un aceite funcional que es rico en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga  $\omega$ -3, el perfil de ácidos grasos es el siguiente:  $\alpha$  linolénico, linoleico, oleico, palmítico y esteárico (Alejandre *et al.* 2016).

El aceite de aguacate posee un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (69.4%) que pueden ejercer muchos beneficios cardiovasculares, y una menor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (16.6%) y saturados (14%) (Forero-Doria *et al.* 2017). El contenido de lípidos está compuesto principalmente por el ácido oleico (~ 60%) que es un ácido graso monoinsaturado de cadena larga  $\omega$ -9, además el aceite de aguacate contiene antioxidantes naturales como tocoferoles y compuestos fenólicos, lo que brinda resultados positivos en términos de valor nutricional y estabilidad oxidativa (Ozdemir y Topuz 2004).

Basado en lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la sustitución de la grasa de cerdo por emulsiones de aceite de aguacate y aceite de linaza con proteína de soya concentrada en las características físicas y químicas de una mortadela de pollo.
- Comparar el nivel de aceptación y preferencia de los consumidores a las formulaciones que poseen emulsiones con concentrado de proteína de soya y aceites vegetales en relación con una mortadela de pollo que contiene 100% grasa de cerdo.
- Determinar entre las proporciones de las emulsiones de los aceites estudiados aquella que presenta un mejor desempeño de la emulsión proteica en el producto final.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Ubicación.**

Este estudio tuvo lugar en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano localizada en el Valle del Yeguaré, km 30 al este de Tegucigalpa, vía a Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras. Se realizó un proceso conformado por: la producción y cocción de las mortadelas en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), al igual que los análisis sensoriales; los análisis microbiológicos, en el Laboratorio de Análisis Microbiológicos de Zamorano (LAMZ); los análisis de color, fuerza de corte, perfil de ácidos grasos cis y trans, análisis proximal completo, pérdida por cocción y purga en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

### **Generalidades del estudio.**

Este estudio consistió en la formulación, producción, análisis y evaluación de una mortadela de pollo realizando el reemplazo de grasa de cerdo por emulsiones de proteína de soya concentrada Arcon® S con 100% aceite de aguacate, 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza y, por último, 100% aceite de linaza. Para lo cual, se realizaron tres repeticiones y la influencia del tiempo en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los cinco tratamientos en los días 1 y 21. Las características fisicoquímicas evaluadas fueron: fuerza de corte, color, perfil de ácidos grasos cis y trans, análisis proximal completo, pérdida por cocción y purga. El análisis proximal completo y el perfil de ácidos grasos cis y trans se realizaron por duplicado al mejor tratamiento y al tratamiento control, sin análisis estadístico. Mediante los análisis sensoriales se valoraron afectivamente el grado de aceptación, a través de los atributos de: apariencia, color, textura, sabor y aceptación general, además, se analizó el grado de preferencia por panelista. Se evaluó microbiológicamente las mortadelas con análisis de mesófilos aerobios y *Escherichia coli* en los días 1 y 21 de cada repetición.

### **Diseño experimental.**

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) evaluando cinco tratamientos con tres repeticiones y medidas repetidas en el tiempo en los días 1 y 21. Cada uno de los tratamientos y sus variables se pueden observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño experimental.

<b>Tratamientos*</b>	<b>Grasa de cerdo (%)</b>	<b>Emulsión de aceite de aguacate (%)</b>	<b>Emulsión de aceite de linaza (%)</b>
CONTROL	100.00	0.00	0.00
100AA	0.00	100.00	0.00
33.33AA66.67AL	0.00	33.33	66.67
66.67AA33.33AL	0.00	66.67	33.33
100AL	0.00	0.00	100.00

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### **Análisis estadístico.**

Se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4 para analizar los resultados obtenidos. Esto se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias Duncan para los tratamientos y LS-means para las medidas repetidas en el tiempo. Cabe mencionar que al análisis proximal completo y perfil de ácidos grasos *cis* y *trans* no se realizó análisis estadístico debido que se hizo duplicado del tratamiento control y del mejor tratamiento por el análisis de preferencia del día 1.

### **Formulación.**

Se elaboraron cinco tratamientos (cuadro 1), el primero utilizando 100% grasa de cerdo como control, el segundo con 100% de aceite de aguacate, el tercero con 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, el cuarto con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza y el quinto con 100% aceite de linaza.

Cuadro 2. Formulación de los cinco tratamientos de mortadela de pollo.

Ingredientes	Cantidad en g/kg de matriz cárnica por tratamiento				
	CONTROL	100AA	33.33AA66.67AL	66.67AA33.33AL	100AL
Pechuga de pollo	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00
Grasa de cerdo	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Emulsión*	0.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Hielo	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
Leche en polvo	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Sal	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Polifosfatos	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ajo en polvo	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal de cura	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azúcar blanca	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Nuez moscada	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Orégano	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Comino	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

\*Emulsión: Aceite de aguacate y/o aceite de linaza emulsificados con proteína de soya (Arcón® S).

CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Emulsión de aceites de aguacate y linaza.

Para la realización de las emulsiones de aceites vegetales se usó concentrado de proteína de soya (Arcón® S) de la empresa ADM, la cual proporciona 72% de proteína, alta solubilidad, un perfil de sabor bajo y propiedades de retención de agua, buena dispersión y emulsificante de grasa (ADM 2019). Se siguió el mismo flujo de proceso para cada uno de los tratamientos, al igual que para las tres repeticiones, el cual es descrito a continuación.

### Pesado de ingredientes para la emulsión de aceites.

Se pesó la proteína de soya (Arcón® S), aceite de aguacate, aceite de linaza y agua en una relación 1:5:5. Se pesaron 18.18 g de Arcón® S para cada uno de los tratamientos con 100% de aceite de aguacate, 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza y con 100% aceite de linaza. De la misma manera se pesaron 90.91 g de agua para todos los tratamientos. A continuación, se pesó para el tratamiento con 100% de aceite de aguacate, 90.91 g de aceite de aguacate, para el 33.33% aceite de aguacate y 66.66% aceite de linaza, se pesaron 30.30 g de aceite de aguacate y 60.61 g de aceite de linaza, para el 66.66% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza, se pesaron 60.61 g de aceite de aguacate y 30.30 g de aceite de linaza. Finalmente, para el tratamiento con 100% de aceite de linaza se pesaron 90.91 g.

### **Elaboración de la emulsión de aceites.**

Se realizó este procedimiento para los cuatro tratamientos que contienen proteína de soya y diferentes aceites. En primer lugar, en el procesador de alimentos se agregó el agua y la proteína de soya (Arcón® S) y se mezcló durante 2 minutos. Después, se agregó el aceite lentamente en forma de un hilo continuo, tanto de aguacate como de linaza según la proporción de cada uno de los tratamientos, sin detener el procesador de alimentos hasta que la emulsión fue realizada (figura 1).

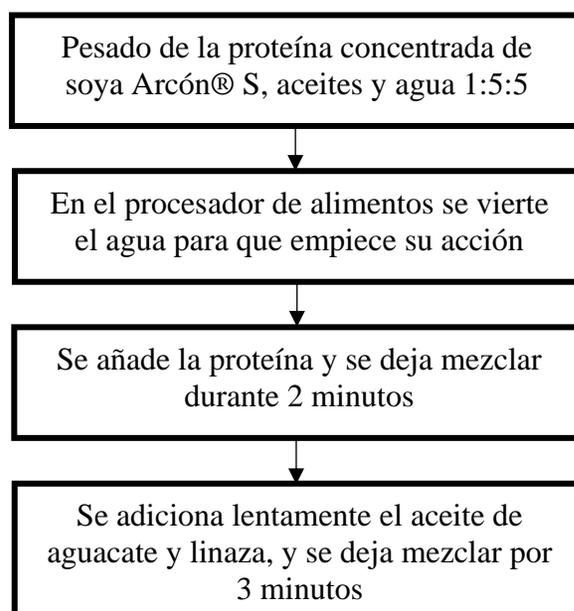


Figura 1. Flujo de proceso para la emulsión de aceites.

### **Flujo de proceso para la realización de mortadela de pollo.**

**Pesado de ingredientes no cárnicos.** Se pesaron leche en polvo, sal común, ajo en polvo, azúcar blanca, nuez moscada, orégano en polvo, comino, sal de cura, polifosfatos y Arcón® S (concentrado de proteína de soya).

**Pesado de ingredientes cárnicos.** Se pesó la pechuga de pollo para cada uno de los tratamientos y la grasa de cerdo únicamente para el tratamiento control.

**Molienda de ingredientes cárnicos.** Se molieron de manera separada la grasa de cerdo y la pechuga de pollo para el control, y de igual forma para los demás tratamientos.

**Mezcla de ingredientes cárnicos y no cárnicos.** Se mezclaron la carne de pollo con la grasa de cerdo y se añadió los condimentos, especias y aditivos. Se procedió de la misma manera con la emulsión de diferentes aceites para cada tratamiento.

**Embutido.** Esto se realizó de manera manual en fundas de poliamida.

**Cocción.** Los embutidos se colocaron en un recipiente de agua caliente (75 °C) hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C.

**Reposo.** Las mortadelas se dejaron enfriar por un período de 12 horas a una temperatura menor de 10 °C.

**Corte y empaque.** Se empaclaron las mortadelas en bolsas plásticas de 5 capas (LDPE/PA/EVOH/PA/LDPE) para luego someterlas al vacío.

**Almacenamiento.** Las mortadelas se conservaron en bolsas de plástico al vacío en el cuarto frío de la planta de innovación de alimentos de Zamorano a una temperatura de 4 °C por un periodo de 21 días (figura 2).

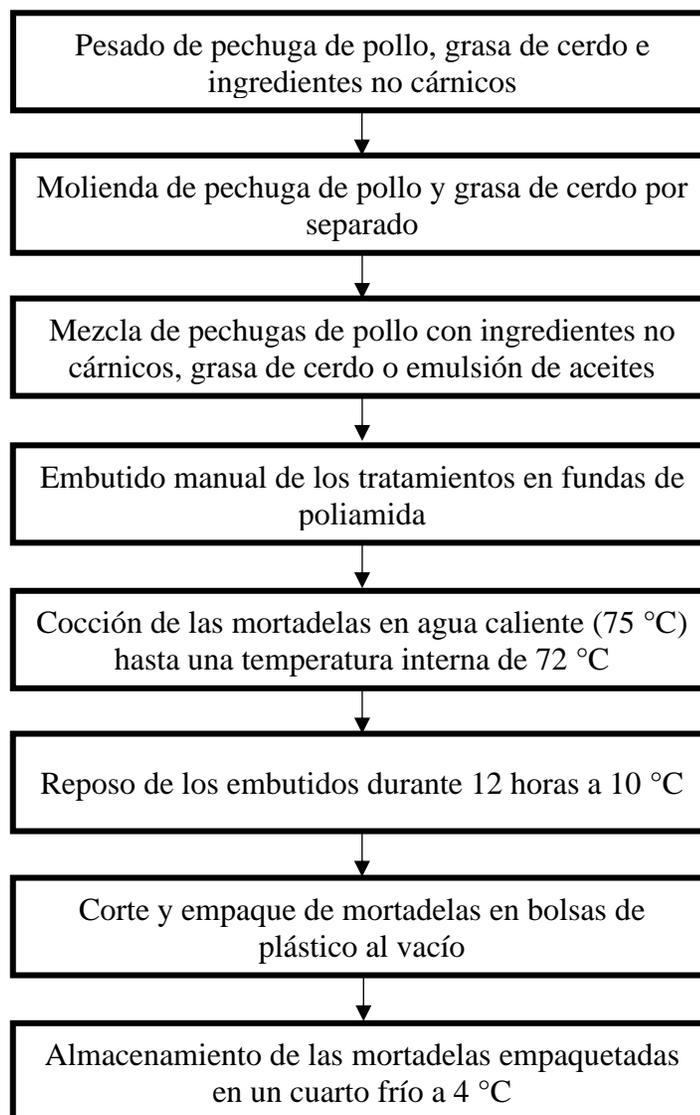


Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de mortadela de pollo.

## **Análisis.**

**Análisis de color.** El análisis de color de la mortadela fue realizado los días 1 y 21 para cada repetición donde se utilizó el método AN 1018.00 (ASTM 2017). Se calibró el equipo Hunter L\*a\*b\* de COLORFLEX antes de realizar cada análisis de color. Es así como el valor de L\* indica la ligereza con valores de 0 a 100 (0 = negro y 100 = blanco), a\* es luminosidad establecida en la coordenada de rojo (positivo)/verde (negativo) y b\* es la intensidad medida a partir de amarillo (positivo)/azul (negativo) (Polizer *et al.* 2019).

**Fuerza de corte.** Se midió la fuerza de corte los días 1 y 21 de cada repetición, usando el método de la ASTM E83, mediante el texturómetro “BROOKFIELD CT3” (modelo Pro CT3-4500 serie 8533959), un acople TA-TB-KIT y una sonda TA37 (ASTM 2016). Las dimensiones utilizadas fueron 55 mm × 2 mm × 11 mm, carga de activación de 0.067 N, velocidad de 4 mm/s y un valor meta de 12 mm. Finalmente, los resultados fueron expresados en Newton (N).

**Purga.** La purga se midió utilizando el método modificado de Carballo *et al.* (1995), donde la mortadela después de ser pesada se empacó en bolsas plásticas al vacío, se almacenó en un cuarto frío durante 7, 14 y 21 días a 4 °C. Se determinó la purga por diferencia de peso, al pesar las rodajas una vez retirado el líquido perdido en cada bolsa. Para obtener el porcentaje de purga se utilizó la ecuación 1:

$$\text{Purga (\%)} = \frac{\text{Peso inicial (g)} - \text{Peso final (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} \times 100 \quad [1]$$

**Pérdida por cocción.** La pérdida por cocción se obtuvo por diferencia de peso. Tres repeticiones de cada tratamiento fueron pesadas antes y después de entrar a cocción (Gök *et al.* 2011). Para calcular la pérdida por cocción se utilizó la ecuación 2:

$$\text{Pérdida por cocción (\%)} = \left( \frac{\text{Peso de mortadela cruda (g)}}{\text{Peso de mortadela cocida (g)}} - 1 \right) \times 100 \quad [2]$$

**Análisis proximal completo.** Se cuantificó el porcentaje de proteína, humedad, ceniza y grasa de la mortadela del tratamiento control y del mejor tratamiento obtenido del análisis de preferencia, con el fin de obtener un estado general de los tipos de mortadelas mencionadas.

**Determinación de proteína cruda.** Para esto se utilizó el método AOAC 2001.11 basado en el método directo Kjeldahl, el cual se dividió en tres pasos (Persson *et al.* 2008). En primer lugar, se realizó la digestión en el Digestor FOSS Tecator 20 con una temperatura de 420 °C, se pesó 1.000 ± 0.005 g de muestra (molida previamente), se anotó este dato y se procedió a transferir las muestras a un tubo de digestión. Después, se agregó por tubo de digestión la cantidad de 2 tabletas catalizadoras denominadas Kjeltabs (en total 7.0 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.8 g CuSO<sub>4</sub>). Bajo la campana de gases se añadieron 15 ml de ácido sulfúrico utilizando un dispensador calibrado. A continuación, se colocaron los tubos en la rejilla de tubos digestores y se procedió a digerir las muestras durante una hora. El segundo paso consiste en la destilación con el destilador FOSS Kjeltec 8100 usando el programa 1. Por último, se

realizó la titulación con ácido clorhídrico al 0.1 N, y se calcula el porcentaje de proteína como se indica a continuación en las ecuaciones 3, 4 y 5:

$$B = \frac{B_1 + B_2}{2} \quad [3]$$

$$\%N = \frac{(T - B) \times N \times 14.007}{M \times 10} \quad [4]$$

$$\% \text{ Proteína} = \%N \times 6.25 \quad [5]$$

Donde:

T = Volumen de ácido utilizado para la muestra.

B = Promedio del volumen de ácido utilizado para los blancos B1 y B2.

N = Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado.

M = Peso de la muestra.

**Determinación de humedad y de cenizas.** Basado en el método AOAC 950.46B, se pesó (por duplicado) aproximadamente 3 g de muestra, las cuales fueron colocadas en crisoles para ser secadas en un horno de convección BINDER FD534-UL a una temperatura de 102 °C durante 18 horas (AOAC 2006a). Finalmente, se registraron los pesos finales y se utilizó la ecuación 6 para determinar el porcentaje de humedad presente en las muestras:

$$\%H = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso de crisol} + \text{materia seca})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \quad [6]$$

Posteriormente, las mismas muestras fueron utilizadas para realizar el análisis de cenizas de acuerdo con el método AOAC 923.03, es así cómo las muestras fueron incineradas en la mufla Sybron/Thermolyne a una temperatura de 550 °C hasta que el color de las cenizas sea gris (AOAC 2006b). Por último, se tomaron los pesos de los crisoles con las cenizas. Se utilizó la ecuación 7 para obtener el porcentaje de cenizas de cada muestra:

$$\%C = \frac{(\text{muestra incinerada})}{(\text{muestra seca})} \times 100 \quad [7]$$

**Grasa cruda.** Para este análisis se secaron y pulverizaron las muestras de mortadela de pollo y se realizó la extracción de grasa cruda bajo el método AOAC 991.36 en varias etapas. En primer lugar, se pesaron 3 g de los mejores tratamientos y se añadieron 2 g de célite para luego ser colocados en dedales. Después, se colocaron los dedales y 5 perlas de ebullición en tazas extractoras para ser secadas en el horno a 102 °C durante 1 hora, luego se colocó algodón desengrasado en forma de tapón para evitar pérdida de muestras. De la misma manera, se pesó las tazas extractoras. En segundo lugar, se procedió a extraer la grasa de las muestras al introducir los dedales y tazas al equipo Soxtec TM 2050. Se añadió 80 ml de éter de petróleo en cada unidad de extracción. La extracción se dio en la etapa 1 de ebullición por 25 minutos, la etapa 2 de enjuagado por 30 minutos, recuperación de solvente por 10 minutos y presecado durante 5 minutos. Posteriormente, se secó las tazas

de extracción en el horno a 102 °C por 30 minutos. Finalmente se dejó secar y se pesaron las tazas. Se utilizó la ecuación 8 para obtener el porcentaje de grasa de cada muestra:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{F - T}{S} \times 100 \quad [8]$$

Donde:

S= Peso de la muestra.

F= Peso de la taza con extracto.

T= Peso de la taza vacía.

**Perfil de ácidos grasos *cis* y *trans*.** Acto seguido de la obtención de la gras cruda, se procedió a realizar el análisis de perfil de ácidos grasos siguiendo el método AOCS Ce 2-66 y el método de inyección AOCS Ce 1j-07 en el cromatógrafo de gases y se identificó los picos en base a este (AOCS 2017a; AOCS 2017b).

**Análisis microbiológicos.** Se extrajeron 10 g de cada uno de los tratamientos. Se colocaron en 90 ml de solución de buffer fosfato en bolsas estériles. Después, cada una de estas fue homogenizada en el stomacher (IUL Instrument) por dos minutos para obtener una dilución  $10^1$ , de la cual, se tomó 1 ml para sembrarlo en placa.

**Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA).** A partir de la primera dilución, se extrajo 1 ml y se colocó en un tubo de ensayo con 9 ml de solución de buffer fosfato y se agitó en un vortex (Vortex Scientific Industries, INC GenieR Modelo SI-T286) por 7 segundos, esto se realizó para la dilución  $10^2$  y  $10^3$ . A continuación, se agregó 1 ml de cada una de las diluciones a platos Petri con Agar Cuenta Estándar (15 ml) y finalmente, se los trasladó a la incubadora Fisher Scientific 685 con una temperatura de 35 °C por 48 horas.

***Escherichia coli*.** Se realizó el mismo procedimiento con las diluciones de  $10^1$  a  $10^3$  para cada uno de los tratamientos, luego se sembró 1 ml de cada dilución en platos Petri con Agar Bilis Rojo Violeta MUG (ABRV-MUG) (20 ml). Después, los platos Petri fueron colocados en la incubadora durante 24 horas a 37 °C.

**Análisis sensorial.** Tuvo lugar en el laboratorio de análisis sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Se realizó una prueba afectiva de aceptación tanto en el día 1 como en el día 21 de las mortadelas, con tres repeticiones en cada tiempo, obteniendo un total de 220 panelistas evaluados. Donde se valoraron las variables de apariencia, color, sabor, textura y aceptación general. Con una escala hedónica del 1 al 9, donde 1 representa “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”. De la misma forma, se efectuó una prueba afectiva de preferencia a los 220 panelistas, para así determinar el mejor tratamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Pérdida por cocción.**

Al observar el cuadro 3, se puede inferir que la pérdida por cocción en cada uno de los tratamientos como en el control no fue significativa, ya que para este estudio se propuso una pérdida menor del 5% en este proceso y es así como todos los valores registrados están dentro de este rango. Esto está determinado por la utilización y la calidad del concentrado de proteína de soya que fue utilizado en los tratamientos.

Además, al realizar el experimento, los tratamientos fueron embutidos en fundas de poliamida, la cual, evita la pérdida de agua al ser impermeable, esto genera una menor pérdida por cocción. En cuanto al porcentaje de pérdida por cocción del tratamiento con la emulsión de concentrado de proteína de soya de 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, el resultado coincide con los resultados reportados por Park *et al.* (2005), quienes señalan que la reducción del contenido de grasa animal en productos cárnicos, mediante el reemplazo de aceite vegetal, disminuye la pérdida por cocción.

Cabe destacar que la pérdida por cocción en emulsiones bajas en grasa se debe a una merma de líquidos, que se da por una mayor cantidad de agua agregada en las emulsiones, es decir el agua utilizada para reemplazar la parte de la grasa, además de una posible cantidad insuficiente de proteínas para contener todo este agregado (Youssef y Barbut 2011).

Cuadro 3. Separación de medias y desviación estándar (DE) en la pérdida por cocción de los distintos tratamientos de mortadela de pollo.

Tratamiento*	Pérdida por cocción (%)
	Media $\pm$ DE
CONTROL	0.34 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup>
100AA	0.36 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup>
33.33AA66.67AL	0.25 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>
66.67AA33.33AL	0.32 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup>
100AL	0.44 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>
Coeficiente de variación (%): 19.41	

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### **Purga.**

El exudado o purga, es una solución acuosa que se libera de la superficie de la matriz cárnica, proporciona una mala impresión hacia el consumidor, además de afectar el rendimiento y, por lo tanto, su valor económico. También, cabe destacar que la purga representa pérdidas en las proteínas, afectando las propiedades del producto final (Algarañaz 2007). Mediante el cuadro 4, se puede constatar que en el día 7 existieron diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento de concentrado de proteína con 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza al compararlos con los demás tratamientos. Los resultados obtenidos de purga se explican porque en la elaboración de las emulsiones se usa una relación 1:5:5 de proteína concentrada de soya Arcón R, aceites y agua, dando como resultado un aumento del 9.09% de agua en los tratamientos con las emulsiones de aceites vegetales en contraste con el tratamiento control que contiene grasa de cerdo. Jin *et al.* (2015) demostraron mediante su investigación que la emulsión cárnica con mayor contenido de agua y menor porcentaje de grasa mostró una mayor pérdida de purga en los respectivos grupos clasificados por contenido de grasa. De la misma forma, estos resultados fueron consistentes con lo encontrado por Youssef y Barbut (2011), quienes reportaron que la mayor pérdida de líquidos se encontró en la emulsión de carne baja en grasa, lo cual coincide con el porcentaje de purga obtenido de los tratamientos con emulsión concentrada de proteína de soya y aceites vegetales, a excepción de la emulsión con 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza.

Cuadro 4. Medias y desviaciones estándar (DE) de purga en los tratamientos de mortadela de pollo a los 7, 14 y 21 días.

Tratamiento*	Purga (%)		
	Día 7	Día 14 (NS)	Día 21 (NS)
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
CONTROL	1.55 ± 0.19 <sup>bX</sup>	2.29 ± 0.21 <sup>Y</sup>	2.72 ± 0.21 <sup>Y</sup>
100AA	2.44 ± 0.24 <sup>aX</sup>	2.83 ± 0.66 <sup>X</sup>	2.92 ± 0.61 <sup>X</sup>
33.33AA66.67AL	2.30 ± 0.26 <sup>aX</sup>	2.44 ± 0.24 <sup>X</sup>	2.53 ± 0.14 <sup>X</sup>
66.67AA33.33AL	1.86 ± 0.31 <sup>bX</sup>	2.27 ± 0.24 <sup>X</sup>	3.14 ± 0.45 <sup>Y</sup>
100AL	2.52 ± 0.12 <sup>aX</sup>	2.65 ± 0.23 <sup>X</sup>	2.80 ± 0.20 <sup>X</sup>
Coefficiente de variación (%):	10.32	15.03	12.56

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

NS: No existe diferencia significativa entre tratamientos (P > 0.05).

<sup>X-Y</sup>: Diferente letra en la fila indica diferencia significativa entre días (P < 0.05).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

En el día 14 y 21 no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Esto se debe al papel que desempeñan la grasa de cerdo y la proteína de soya en el comportamiento de la mortadela de pollo. La grasa juega un papel muy importante dentro de los productos cárnicos, estabiliza las emulsiones cárnicas, reduce la pérdida por cocción, contribuye con la textura y sabor, pero sobre todo mejora la capacidad de retención de agua (Carballo *et al.* 1995; Muguerza *et al.* 2002). De igual manera, la proteína de soya influye significativamente en el procesamiento de los alimentos, ya que además de ser usado como emulsificante y proveer características gelificantes, posee la capacidad de retener agua (Chen *et al.* 2014), esto está relacionado a su contenido de fibra, alrededor de un 20%, la cual se ha demostrado tener una capacidad de retención de agua de 1:4 (g de fibra/g de agua) (Cofrades *et al.* 2000).

El tratamiento control con 100% grasa de cerdo presentó un aumento en la purga a través del tiempo; Leyton (2017) manifiesta que el aumento de la purga en los productos cárnicos está estrechamente relacionado con el almacenamiento de los productos, siendo esta variable uno de los principales inconvenientes que poseen los productos cárnicos. Flores *et al.* (2015) evaluaron el efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas y de textura en salchichas, donde se concluyó que todos los grupos de salchichas perdieron peso y exudaron agua durante el almacenamiento influenciados por su empaque al vacío.

Claus *et al.* (1990) determinaron que las salchichas bajas en grasa tenían mayores pérdidas de purga debido a una menor fuerza iónica, lo que coincide con el tratamiento de emulsión de proteína de soya concentrada con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza, que posee diferencia significativa entre días. Según Bloukas y Paneras (1993), la sal agregada en los tratamientos bajos en grasa se reduce ligeramente, esto probablemente contribuye a una mayor disminución de la fuerza iónica en estos tratamientos y, por ende, el aumento de purga al afectar la habilidad de los sistemas emulsionados para unir y retener agua (Jones 1984). Otro factor determinante en la diferencia significativa entre tratamiento del día 7 con respecto al tratamiento mencionado, se puede deber a la gran desviación estándar que se tiene entre sus repeticiones, lo que repercute en su coeficiente de variación del 16% en ese día.

### **Fuerza de corte.**

El análisis de textura se refiere a la medición de las propiedades mecánicas de un producto alimenticio, las cuales están relacionadas a las propiedades sensoriales detectadas por los seres humanos. La fuerza que se aplica cuando cortamos un trozo de mortadela con un cuchillo o cuando ejercemos presión al masticarlo con la boca está ligada a la dureza de este (Demonte 1995). En el cuadro 5 se detallan los valores de fuerza de corte que se obtuvieron de cada tratamiento. Estos valores son inferiores a los reportados por Prestes *et al.* (2014), debido a que en su trabajo con mortadela de pollo estableció valores de 2.44 N, clasificando a la mortadela desarrollada en este estudio como suave. En el presente estudio no se utilizó una embutidora, por lo cual al realizar un embutido manual no se pudo eliminar todas las burbujas de aire de la emulsión cárnica.

En el día 1 no se encontró una diferencia significativa entre tratamientos, lo cual según Avaroma y Fajardo (2016), indica uniformidad en la emulsión cárnica, por el uso de proteína de soya en todos los tratamientos. Según Barbierri *et al.* (2013), la matriz cárnica y la proteína están en una relación ideal, por lo que el contenido de la grasa no afecta significativamente a la textura de los tratamientos con diferentes porcentajes de aceite de aguacate y linaza. Bloukas *et al.* (1997) y Muguerza *et al.* (2002), sugieren que esto se debe a que la pre-emulsión se realizó con aceites vegetales en forma líquida con la proteína de soya.

Cuadro 5. Separación de medias y desviación estándar (DE) de la fuerza de corte en los tratamientos de mortadela de pollo en los días 1 y 21.

Tratamiento*	Fuerza de corte (N) ( $\Omega$ )	
	Día 1 (NS) Media $\pm$ DE	Día 21 Media $\pm$ DE
CONTROL	1.91 $\pm$ 0.26	2.28 $\pm$ 0.61 <sup>a</sup>
100AA	1.56 $\pm$ 0.69	1.48 $\pm$ 0.72 <sup>b</sup>
33.33AA66.67AL	1.47 $\pm$ 0.32	1.54 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup>
66.67AA33.33AL	1.49 $\pm$ 0.32	1.38 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>
100AL	1.57 $\pm$ 0.37	1.76 $\pm$ 0.19 <sup>ab</sup>
Coefficiente de variación (%):	23.59	20.94

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

NS: No existe diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

Sin embargo, el valor del tratamiento control en el día 21 cuenta con diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos con emulsiones, a excepción de la emulsión con concentrado de proteína de soya y 100% aceite de linaza. Como se mencionó anteriormente, el no usar una embutidora industrial pudo interferir en los resultados obtenidos en la fuerza de corte, ya que al realizarse este análisis, el acople pudo atravesar una burbuja de aire provocada por el embutido manual. También, el mayor contenido de humedad de los tratamientos con emulsiones de concentrados de proteína de soya y aceites vegetales proporciona menos resistencia a la compresión lo que conduce a productos más blandos (Youssef y Barbut 2011). Estos resultados concuerdan con Claus *et al.* (1989) quienes informan que la mortadela de bajo contenido graso y alto contenido de agua era menos firme que el control que poseía 30% de grasa; lo cual, también coincide con el estudio realizado por Jiménez-Colmenero *et al.* (2010), donde se encontró que las emulsiones realizadas con aceites vegetales en un embutido cocido de pollo tipo Frankfurter reportan valores en la fuerza de compresión menores al control de grasa de cerdo animal.

**Valor L\*.**

La luminosidad (L\*) está relacionada con el grado de claridad, indicando si los colores son brillantes u oscuros. Tanto en el día 1 como en día 21, el reemplazo total de la grasa de cerdo con emulsiones de aceites de aguacate y linaza condujo a una modificación significativa en el valor L\*. En el cuadro 6 se puede observar que las mortadelas con las emulsiones vegetales mostraron valores L\* significativamente más altos que el tratamiento control que posee grasa de cerdo. Estos resultados concuerdan con Rodríguez-Carpena *et al.* (2012) quienes indicaron que la carne de hamburguesa tratada con aceite de aguacate muestra valores L\* significativamente más altos que su tratamiento control con grasa de cerdo. De la misma forma, similares investigaciones donde se evaluó el reemplazo de la grasa animal por aceites vegetales en productos cárnicos indican que la luminosidad de los tratamientos es más alta que el tratamiento control que posee grasa animal (López-López *et al.* 2009; Youssef y Barbut 2009; Serdaroglu *et al.* 2017).

Cuadro 6. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor L\* en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Valor L* ( $\Omega$ )	
	Día 1 Media $\pm$ DE	Día 21 Media $\pm$ DE
CONTROL	69.30 $\pm$ 1.93 <sup>b</sup>	69.51 $\pm$ 0.58 <sup>b</sup>
100AA	73.65 $\pm$ 1.37 <sup>a</sup>	73.14 $\pm$ 2.24 <sup>a</sup>
33.33AA66.67AL	75.76 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	74.97 $\pm$ 1.82 <sup>a</sup>
66.67AA33.33AL	74.29 $\pm$ 2.27 <sup>a</sup>	73.29 $\pm$ 1.26 <sup>a</sup>
100AL	73.71 $\pm$ 2.47 <sup>a</sup>	74.54 $\pm$ 2.04 <sup>a</sup>
Coefficiente de variación (%):	1.66	1.95

\*: Escala luminosidad de color de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

La diferencia significativa entre el tratamiento control y los demás tratamientos, está relacionada con la luminosidad de los aceites vegetales usados en la emulsión cárnica. La grasa de cerdo posee un valor L\* de 70.70, mientras que el aceite de aguacate una luminosidad de 80.23 y el aceite de linaza 70.19. Al realizar las emulsiones con proteína concentrada de soya, las emulsiones de 100% aceite de aguacate, 33.33% aceite de aguacate y 66.67% aceite de linaza, 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza, y por último la de 100% aceite de linaza, cuentan con valores de luminosidad de 80.44, 79.56, 83.56 y 82.30, respectivamente. Lo cual influye directamente en los tratamientos con aceites vegetales, al tener mayor luminosidad que la grasa de cerdo.

**Valor a\*.**

Los valores a\* más altos indican un color más rojo y los valores más bajos indican un color más verde. En el cuadro 7 se puede apreciar que tanto en el día 1 como en día 21, existen diferencias significativas en el valor a\* del tratamiento control con respecto a los demás tratamientos donde se usan emulsiones con aceites vegetales. Esto está directamente influenciado por las diferencias en el color de la grasa de cerdo con las distintas emulsiones de aceite de aguacate y linaza, además, el incremento en el contenido de humedad puede tener un efecto diluyente en la concentración de mioglobina, resultando en una reducción del color rojo y amarillo (Ahmed *et al.* 1990; Claus *et al.* 1990; Leyva-Mayorga *et al.* 2002). Bishop *et al.* (1993) observaron que la pre-emulsificación de grasas aumentó la brillantez y redujo el enrojecimiento en Bologna, tal como descubrimos en este experimento.

Cuadro 7. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor a\* en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Valor a*	
	Día 1	Día 21
	Media ± DE	Media ± DE
CONTROL	1.58 ± 0.86 <sup>aX</sup>	2.75 ± 0.21 <sup>aY</sup>
100AA	0.72 ± 0.30 <sup>bX</sup>	0.99 ± 0.41 <sup>bX</sup>
33.33AA66.67AL	0.82 ± 0.51 <sup>bX</sup>	1.25 ± 0.53 <sup>bX</sup>
66.67AA33.33AL	0.60 ± 0.37 <sup>bX</sup>	0.86 ± 0.52 <sup>bX</sup>
100AL	0.81 ± 0.26 <sup>bX</sup>	0.91 ± 0.41 <sup>bX</sup>
Coeficiente de variación (%):	0.53	0.63

\*: Escala entre rojo +60 y verde -60.

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

<sup>X-Y</sup>: Diferente letra en la fila indica diferencia significativa entre días (P < 0.05).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

Al realizar análisis de color a la materia prima, la grasa de cerdo contó con un valor a\* de 3.38 mientras que el aceite de linaza 10.14 y el aceite de aguacate de -6.36. El aceite de aguacate tiene, en comparación con otros aceites vegetales, una cantidad considerable de clorofilas, lo que confiere una escala más baja del valor a\* en la mortadela, en relación con el tratamiento control (Wang *et al.* 2010). Los aceites al ser emulsionados con proteína concentrada de soya alcanzaron un valor a\* entre 0.44 y 1.72.

Además, cabe destacar que el valor a\* del tratamiento control de la presente investigación no concuerda con el valor a\* (11.53) obtenido por Auriema *et al.* (2019) en su mortadela de pollo. La diferencia en el color está influenciada por la formulación, Auriema *et al.* (2019) usó pechuga de pollo y carne separada mecánicamente (CSM), además de 0.015% de carmín de cochinilla, que provocan a la mortadela una escala más roja. En cambio, la presente investigación sólo usó pechuga de pollo y ningún tipo de colorante, lo que explica la baja escala de rojo en todos los tratamientos. El aumento del valor a\* del tratamiento

control a través del tiempo es resultado del almacenamiento en empaque al vacío (Bishop *et al.* 1993).

### Valor b\*.

En el cuadro 8, tanto en el día 1 como en el día 21 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Esto probablemente está relacionado con el color amarillo de alta densidad que caracterizan a los aceites, en este caso al aceite de linaza y de aguacate. Para explicar estas diferencias significativas se realizó análisis de color a la grasa de cerdo y a los aceites vegetales de los tratamientos, dando como resultado que la grasa de cerdo posee un valor b\* de 11.74, el aceite de aguacate un valor de 24.25, y el aceite de linaza 104.04. Resultados que se ven plasmados en el color final de la mortadela de pollo, donde los tratamientos con mayor escala de amarillo fueron aquellos que contaban con aceite de linaza dentro de la emulsión, seguido de los tratamientos con aceite de aguacate y el tratamiento control.

Cuadro 8. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor b\* en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Valor b*	
	Día 1	Día 21
	Media ± DE	Media ± DE
CONTROL	16.36 ± 1.24 <sup>cX</sup>	15.01 ± 0.80 <sup>bY</sup>
100AA	15.11 ± 0.83 <sup>dX</sup>	15.41 ± 1.41 <sup>bX</sup>
33.33AA66.67AL	17.53 ± 1.03 <sup>bX</sup>	17.11 ± 1.39 <sup>aX</sup>
66.67AA33.33AL	16.87 ± 1.26 <sup>bcX</sup>	15.87 ± 0.79 <sup>bY</sup>
100AL	18.73 ± 1.61 <sup>aX</sup>	18.00 ± 0.91 <sup>aX</sup>
Coeficiente de variación (%):	0.71	0.79

\*: Escala entre amarillo +60 y azul -60.

<sup>a-d</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

<sup>X-Y</sup>: Diferente letra en la fila indica diferencia significativa entre días (P < 0.05).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

Los resultados concuerdan con Baek *et al.* (2016), quienes obtuvieron mayor valor de amarillez en su tratamiento con aceite de linaza como reemplazo de la grasa de cerdo en una salchicha, en comparación con sus otros tratamientos. También, Rodríguez-Carpena *et al.* (2012), demostró que las carnes de hamburguesa elaboradas con aceite de aguacate como sustituto de la grasa de cerdo mostraron valores b\* significativamente más altos. De igual forma, otros investigadores han llegado a la conclusión de que los valores de amarillez aumentan cuando las emulsiones cárnicas son elaboradas con aceites vegetales en

sustitución de la grasa animal (Muguerza *et al.* 2002; Park *et al.* 2005; Koo *et al.* 2009; López-López *et al.* 2009).

La disminución del valor b\* a través del tiempo en el tratamiento control y en la emulsión de concentrado de proteína de soya con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza coincide con lo encontrado por Bishop *et al.* (1993), quienes indican que el valor a\* en la Bologna aumenta y el valor b\* disminuye al ser almacenado en empaque al vacío por 4 semanas.

### Valor $\Delta E$ .

El Valor  $\Delta E$  es utilizado para determinar de manera objetiva la diferencia total de color que existe entre un estándar y una muestra (Konica Minolta Sensing Americas 2014). Para poder establecerlo se utiliza una escala que indica el grado de desacuerdo entre los dos colores (Třešňák 1999). En este caso se compara el color del control con cada uno de los tratamientos y se los describe como “moderadamente discordante” ya que se encuentran en el rango de 4.0 a 8.0 como lo indica el cuadro 9.

Cuadro 9. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable valor  $\Delta E$  en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Valor $\Delta E$ ( $\Omega$ )	
	Día 1 (NS) Media $\pm$ DE	Día 21 (NS) Media $\pm$ DE
100AA	4.67 $\pm$ 0.73	4.36 $\pm$ 1.22
33.33AA66.67AL	6.71 $\pm$ 2.10	6.28 $\pm$ 1.36
66.67AA33.33AL	5.22 $\pm$ 0.63	4.44 $\pm$ 0.54
100AL	5.44 $\pm$ 1.03	6.22 $\pm$ 1.16
Coefficiente de variación (%):	19.22	21.30

NS: No existe diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*AA: Emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Bacterias mesófilas aerobias.

En el cuadro 10 se describe el conteo de las bacterias mesófilas aerobias donde se observa que en todos los tratamientos del día 1 al día 21 hubo una diferencia significativa. Esto se debe a que la carga inicial de BMA va aumentando en el tiempo. Sin embargo, estos valores no exceden el límite permitido por la Norma Oficial Mexicana para productos cárnicos curados y cocidos (Moctezuma 1994). Por otro lado, no existe diferencia entre tratamientos tanto en el día 1 como en el día 21, lo que demuestra que hubo una correcta manipulación de las materias primas y del procesamiento de la mortadela.

Cuadro 10. Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable microbiológica Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) en la mortadela de pollo.

Tratamiento*	Log <sub>10</sub> (UFC/g)	
	Día 1	Día 21
	Media ± DE	Media ± DE
CONTROL	2.54 ± 0.13 <sup>aX</sup>	4.08 ± 0.04 <sup>bcY</sup>
100AA	2.31 ± 0.20 <sup>abX</sup>	3.97 ± 0.03 <sup>cY</sup>
33.33AA66.67AL	2.18 ± 0.23 <sup>bX</sup>	4.02 ± 0.24 <sup>cY</sup>
66.67AA33.33AL	2.50 ± 0.11 <sup>aX</sup>	4.30 ± 0.09 <sup>abY</sup>
100AL	2.59 ± 0.04 <sup>aX</sup>	4.38 ± 0.07 <sup>aY</sup>
Coefficiente de variación (%):	6.79	3.07

<sup>a-c</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

<sup>X-Y</sup>: Diferente letra en la fila indica diferencia significativa entre días (P < 0.05).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### *Escherichia coli.*

En el cuadro 11 se puede observar que, debido a un procedimiento correcto en la elaboración de la mortadela de pollo, no se encontró la presencia del patógeno *Escherichia coli*. Con lo que se da cumplimiento a lo que se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994, para productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos (Moctezuma 1994).

Cuadro 11. Recuento para la variable microbiológica *Escherichia coli* en mortadela de pollo.

Tratamiento*	<i>E. coli</i> (UFC/g)	
	Día 1	Día 21
CONTROL	<10	<10
100AA	<10	<10
33.33AA66.67AL	<10	<10
66.67AA33.33AL	<10	<10
100AL	<10	<10

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Apariencia.

En el cuadro 12 se puede observar cómo calificaron los panelistas la apariencia en general de todos los tratamientos. De modo que, el puntaje más alto en la escala hedónica el primer día fue “me gusta poco” del tratamiento con 66.67% aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza, lo que muestra una diferencia significativa con respecto al control. La razón por la cual se dan estos resultados fue que los panelistas no siguieron las indicaciones prescritas en la hoja de evaluación y al probar primero la mortadela se dejaron guiar por esa variable, provocando un sesgo. Este comportamiento se ve reflejado en el día 21, donde los panelistas mantienen la misma elección al calificar al tratamiento control y el tratamiento de la emulsión de concentrado de proteína de soya con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza, como el mejor puntuado en la apariencia.

Las calificaciones tan bajas en la escala hedónica expresadas por los panelistas pueden haber sido afectadas debido a que al reducir o reemplazar la grasa animal de la mortadela, se crea una emulsión de carne con muchos agujeros. Por lo tanto, cuando se evalúa un corte en su superficie, estos agujeros interfieren en la evaluación de la homogeneidad, lo que hace que la muestra se evalúe como heterogénea y no sea tan apreciada (Saldaña 2018).

Cuadro 12. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de apariencia en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Apariencia * ( $\Omega$ )	
	Día 1	Día 21
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
CONTROL	5.70 $\pm$ 2.03 <sup>b</sup>	5.56 $\pm$ 1.90 <sup>c</sup>
100AA	5.97 $\pm$ 1.79 <sup>ab</sup>	6.01 $\pm$ 1.60 <sup>b</sup>
33.33AA66.67AL	6.03 $\pm$ 1.90 <sup>ab</sup>	5.86 $\pm$ 1.72 <sup>b</sup>
66.67AA33.33AL	6.21 $\pm$ 1.80 <sup>a</sup>	6.32 $\pm$ 1.63 <sup>a</sup>
100AL	6.03 $\pm$ 1.83 <sup>ab</sup>	6.15 $\pm$ 1.71 <sup>ab</sup>
Coefficiente de variación (%):	19.51	18.10

\*: Escala hedónica de 1-9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

<sup>a-c</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Color.

En el cuadro 13, se muestra que la mejor puntuación en la escala hedónica de “Me gusta poco” corresponde a los tratamientos con la emulsión de concentrado de proteína de soya en conjunto con los aceites vegetales, siendo el tratamiento control el peor evaluado. Cabe recalcar que esta diferencia significativa se debe a que los panelistas asimilan que los productos que son a base de carne de pollo poseen una coloración más pálida. De esta forma,

se puede concluir que los resultados objetivos de alta luminosidad y bajo valor a\* son indiferentes para los panelistas.

En el día 21, el tratamiento control es significativamente diferentes con los demás tratamientos, esto está relacionado al paso del tiempo y por la oxidación que se produce en la emulsión cárnica, producida por la cantidad de ácidos grasos insaturados, que contribuyen a la pérdida de color (Ospina *et al.* 2012).

Cuadro 13. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de color en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Color * ( $\Omega$ )	
	Día 1 Media $\pm$ DE	Día 21 Media $\pm$ DE
CONTROL	5.51 $\pm$ 1.92 <sup>b</sup>	5.65 $\pm$ 1.82 <sup>c</sup>
100AA	5.90 $\pm$ 1.75 <sup>a</sup>	6.09 $\pm$ 1.57 <sup>ab</sup>
33.33AA66.67AL	5.99 $\pm$ 1.87 <sup>a</sup>	5.84 $\pm$ 1.77 <sup>bc</sup>
66.67AA33.33AL	6.04 $\pm$ 1.84 <sup>a</sup>	6.27 $\pm$ 1.71 <sup>a</sup>
100AL	6.05 $\pm$ 1.88 <sup>a</sup>	6.15 $\pm$ 1.73 <sup>a</sup>
Coefficiente de variación (%):	19.98	17.91

\*: Escala hedónica de 1-9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

<sup>a-c</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Textura.

Se puede observar en el cuadro 14 que en el día 1 el valor más alto en la escala hedónica fue del tratamiento elaborado con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza, el cual, presenta una diferencia significativa con respecto al control. Las diferencias significativas entre los cinco tratamientos pueden estar relacionadas a un sesgo ocasionado por los panelistas que no siguieron las indicaciones de este análisis sensorial y se influenciaron por el sabor de los tratamientos. Cabe recalcar que los tratamientos mejor evaluados en esta variable son aquellos que contiene grandes porcentajes de aceite de aguacate, tales como el que posee 100% aceite de aguacate y 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza.

La textura del día 1 es confirmada por Rodríguez-Carpena *et al.* (2012), quienes en un estudio similar mencionan que el aceite de aguacate debido a su gran contenido de ácidos grasos insaturados, le brinda una textura más suave a la emulsión cárnica, por lo que, es más aceptada por los panelistas. Esto es ratificado por Liu *et al.* (1991), al decir que los

aceites vegetales no contienen colesterol y tienen una mayor proporción de ácidos grasos insaturados a saturados que las grasas animales.

Por otra parte, la textura del pollo también interviene en la elección del consumidor, ya que según Cobos y Diaz (2015), durante el tratamiento térmico que recibe la mortadela para formar un gel fuerte producido por proteínas miofibrilares, en la carne de pollo se produce una desnaturalización de proteínas. Además, la proteína de soya concentrada al ser rehidratada contribuye con la formación (Wilcke 1979), de este gel y le brinda una textura más uniforme al producto como lo ratifican Avaroma y Fajardo (2016).

En el día 21, los tratamientos mejores evaluados fueron las emulsiones de concentrado de proteína de soya en conjunto con aceites vegetales, a excepción de aquella que posee 33.33% aceite de aguacate y 66.67% de linaza. Lo cual indica que la textura suave que brindan las emulsiones es valorada positivamente por los panelistas.

Cuadro 14. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de textura en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Textura * ( $\Omega$ )	
	Día 1 Media $\pm$ DE	Día 21 Media $\pm$ DE
CONTROL	5.83 $\pm$ 2.06 <sup>c</sup>	5.67 $\pm$ 2.11 <sup>b</sup>
100AA	6.31 $\pm$ 1.64 <sup>ab</sup>	6.17 $\pm$ 1.64 <sup>a</sup>
33.33AA66.67AL	5.94 $\pm$ 1.98 <sup>bc</sup>	5.81 $\pm$ 1.74 <sup>b</sup>
66.67AA33.33AL	6.41 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup>	6.45 $\pm$ 1.65 <sup>a</sup>
100AL	6.16 $\pm$ 1.72 <sup>abc</sup>	6.47 $\pm$ 1.74 <sup>a</sup>
Coeficiente de variación (%):	23.77	22.40

\*: Escala hedónica de 1-9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

<sup>a-c</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Sabor.

En el cuadro 15, se observan las diferencias en la aceptación de los panelistas en cuanto a la variable sabor en el día 1, obteniendo una calificación de “me gusta moderadamente” el tratamiento que tiene grasa de cerdo, el tratamiento con una emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% aceite de aguacate y el tratamiento con 66.67% aceite de aguacate y 33.33% aceite de linaza. Los panelistas pudieron haber percibido el sabor más fuerte que es provocado por el aceite de linaza, por lo cual los tratamientos con mayor porcentaje de este aceite en su formulación recibieron una nota de “me gusta poco”.

Estas diferencias tanto en el día 1 como en el día 21, se deben a que el aceite de linaza tiende a desarrollar un sabor más amargo (Brühl *et al.* 2008). Las propiedades organolépticas del aceite de linaza se deterioran debido a la oxidación de la metionina, contenida en un octapéptido cíclico llamado ciclolinopéptido E (CLE), responsable de generar el sabor amargo propio del envejecimiento del aceite de linaza (Lao *et al.* 2014). Por otro lado, la grasa contribuye a la percepción del sabor al agregar intensidad y ayudar en la migración y distribución de los componentes del sabor, logrando de esta manera mejorar la percepción de los consumidores al tratamiento con grasa animal (Hughes *et al.* 1997).

Cuadro 15. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de sabor en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Sabor * ( $\Omega$ )	
	Día 1	Día 21
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
CONTROL	6.66 $\pm$ 1.83 <sup>a</sup>	6.27 $\pm$ 2.01 <sup>ab</sup>
100AA	6.61 $\pm$ 1.55 <sup>a</sup>	6.36 $\pm$ 1.70 <sup>a</sup>
33.33AA66.67AL	6.13 $\pm$ 1.94 <sup>b</sup>	5.87 $\pm$ 1.89 <sup>b</sup>
66.67AA33.33AL	6.56 $\pm$ 1.55 <sup>a</sup>	6.22 $\pm$ 1.91 <sup>ab</sup>
100AL	5.94 $\pm$ 1.91 <sup>b</sup>	6.28 $\pm$ 1.76 <sup>ab</sup>
Coefficiente de variación (%):	22.20	23.79

\*: Escala hedónica de 1-9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

<sup>a-b</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Aceptación general.

En el cuadro 16, en el día 1 los panelistas demostraron una mayor aceptación por el tratamiento con una emulsión de concentrado de proteína de soya con 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza, recibiendo una evaluación de “me gusta moderadamente”. Los demás tratamientos obtuvieron una nota de “me gusta poco” por parte de los panelistas. El mismo patrón se repite en el día 21, donde la emulsión de 66.67% de aceite de aguacate y 33.33% de aceite de linaza como reemplazo de la grasa obtuvo una nota de “me gusta moderadamente” y posee diferencia significativa con el tratamiento control que posee grasa de cerdo. Por lo cual, se puede demostrar que en la variable de aceptación general, las emulsiones de aceites vegetales con proteína de soya fueron evaluadas de igual o mejor forma que el tratamiento control donde se usó grasa de cerdo.

Es así como se puede ver los beneficios del uso del concentrado de proteína de soya emulsificado con los aceites de aguacate y linaza en la mortadela de pollo en reemplazo de la grasa de cerdo, ya que entre sus principales funciones están la fijación del agua, gelificación y viscosidad, además de mejorar textura, sabor y el perfil de nutrientes. Es así como estas características sirven para generar una reformulación aceptada por el consumidor (Young *et al.* 1986), lo cual se demostró en la calificación provista por los panelistas en la variable de aceptación general.

Cuadro 16. Separación de medias y desviación estándar (DE) del análisis sensorial de aceptación para la variable de aceptación general en mortadela de pollo.

Tratamiento*	Aceptación General * ( $\Omega$ )	
	Día 1	Día 21
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
CONTROL	6.32 $\pm$ 1.79 <sup>ab</sup>	6.02 $\pm$ 1.82 <sup>bc</sup>
100AA	6.45 $\pm$ 1.41 <sup>ab</sup>	6.29 $\pm$ 1.44 <sup>ab</sup>
33.33AA66.67AL	6.13 $\pm$ 1.75 <sup>b</sup>	5.94 $\pm$ 1.66 <sup>c</sup>
66.67AA33.33AL	6.50 $\pm$ 1.40 <sup>a</sup>	6.50 $\pm$ 1.57 <sup>a</sup>
100AL	6.21 $\pm$ 1.75 <sup>ab</sup>	6.26 $\pm$ 1.62 <sup>ab</sup>
Coeficiente de variación (%):	19.14	17.86

\*: Escala hedónica de 1-9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

<sup>a-c</sup>: Diferente letra en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

$\Omega$ : No existe diferencia significativa a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

### Frecuencia de preferencia.

En el cuadro 17 se pueden observar los resultados de la prueba de Chi cuadrado aplicada tanto a los tratamientos emulsificados con concentrado de proteína de soya y aceites de aguacate y linaza. En el día 1, existe una diferencia significativa entre tratamientos. La mortadela del tratamiento control cuenta con una frecuencia de 32.73%, esto es debido a que la grasa provee succulencia, textura y sabor (Brauer 1994; Colmenero 1996), factores determinantes que contribuyen con la palatabilidad y por lo tanto causan mayor aceptación en el consumidor. Sin embargo, entre el tratamiento control y el tratamiento de la emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% aceite de aguacate no existen diferencias significativas, que se interpreta a que ambos tratamientos fueron los preferidos por los panelistas en el día 1. Mientras tanto, en el día 21, no se encontraron diferencias significativas en el nivel de preferencia entre los tratamientos, esto quiere decir que todos los tratamientos son percibidos de la misma manera por el panelista. En general, el análisis sensorial afectivo de preferencia permite demostrar que una mortadela con sustitución total de grasa de cerdo por aceites vegetales emulsificados con proteína de soya si pueden tener preferencia con respecto a una formulación donde se usa grasa de cerdo.

Cuadro 17. Preferencia por tratamiento de mortadela de pollo con sustitución total de grasa de cerdo por aceite de aguacate y aceite de linaza emulsificados con proteína de soya.

Tratamiento*	Preferencia	
	Día 1 Frecuencia (%)	Día 21 Frecuencia (%)
CONTROL	32.73	20.00
100AA	23.64	20.91
33.33AA66.67AL	16.36	14.55
66.67AA33.33AL	11.82	24.55
100AL	15.45	20.00

Día 1: Pr>ChiSq = 0.0043

Día 21: Pr>ChiSq = 0.5887

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

#### **Análisis proximal completo.**

El cuadro 18, indica que el valor de grasa por parte del control es superior al tratamiento de una emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% de aceite de aguacate, esto se debe a que existe una gran cantidad ácidos grasos saturados en la manteca de cerdo (FAO 2008). Este resultado es corroborado en el estudio de Pascual *et al* (2002), quienes obtuvieron una reducción en el contenido de grasa total en salchichas tipo Frankfurter con aceite de oliva, en comparación con en el tratamiento control de 100% grasa dorsal. De igual manera Yildiz-Turp y Serdaroğlu (2012), determinaron que al sustituir totalmente la grasa de cerdo por aceite de avellana existió una reducción en el porcentaje de grasa. En cambio, los valores de proteína que se hallaron en el tratamiento de la emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% de aceite de aguacate es superior al control, lo que representa una diferencia significativa. De la misma manera, Yildiz-Turp y Serdaroğlu (2012), encontraron que al remplazar la grasa dorsal de cerdo por aceite de avellana en un 60 - 90% en la elaboración de salchichas, existió una variación en el contenido de proteína de los tratamientos evaluados.

De acuerdo con el cuadro 18, la humedad del tratamiento con 100% aceite de aguacate es mayor al control, esto es debido al uso de la proteína de soya en conjunto con el aceite vegetal y agua añadida. Mallika *et al.* (2009), menciona que el uso de reemplazantes de grasa animal a base de proteína no cárnica es un éxito, debido a su gran potencial como extensores, su valor nutricional, capacidad de retención de agua, etc. Es así como Akesowan (2008), señala que la proteína de soya es una de las más utilizada dentro de la industria, por las propiedades que presenta, tales como retención de agua, ligazón y emulsificación, es esta misma condición que permite al tratamiento de emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% aceite de aguacate el poder retener más agua que el tratamiento control. Datos similares son reportados por Choi *et al.* (2010), donde el contenido de humedad fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos con aceite vegetal y fibra de salvado de arroz que el control, debido a la mayor retención de agua que posee fibra de salvado de arroz, la cual se puede comparar con las capacidades de la proteína de soya.

Cuadro 18. Análisis proximal de mortadela de pollo del tratamiento control y del tratamiento con una emulsión de 100% aceite de aguacate<sup>ϕ</sup>.

Tratamiento*	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
	Media	Media	Media	Media
CONTROL	64.39	0.99	12.79	20.82
100AA	69.99	0.82	18.29	12.62

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AA: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de aguacate.

<sup>ϕ</sup>: Una repetición.

### Perfil de ácidos grasos.

A partir de la formulación de mortadela de pollo con la sustitución total de grasa de cerdo por una emulsión de aceite de aguacate y el concentrado de proteína de soya, se pudo reducir la cantidad de grasa total desde un 20.82% contenidos en la mortadela control, hasta un 12.62% de grasa total en el tratamiento con 100% aceite de aguacate. Mediante la cromatografía de gases (AOAC 996.06), se obtuvo el perfil de ácidos grasos del tratamiento control y del mejor tratamiento (100% aceite de aguacate), escogido a través del análisis sensorial afectivo de preferencia, cuantificando así la cantidad de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

En el cuadro 19 se pueden observar los resultados del perfil de ácidos grasos del tratamiento control y del tratamiento con 100% aceite de aguacate, resultado de dos repeticiones que se hicieron en el Cromatógrafo de gases del Laboratorio de Análisis de Alimento de Zamorano.

La mortadela de pollo del tratamiento control posee una mayor cantidad de grasas saturadas en comparación con el tratamiento con la emulsión de concentrado de proteína de soya y 100% aceite de aguacate. La baja cantidad de grasas saturadas en el tratamiento con la emulsión de aceite vegetal se debe al reemplazo total de la grasa de cerdo, esto se puede reafirmar por medio del estudio realizado por Gurr (1992), quien indica que el aceite de aguacate es rico en oleato y, por ende, con bajo contenido de ácidos grasos saturados.

Además, en el cuadro 19 se puede observar un incremento de la grasa monoinsaturada del tratamiento con aceite de aguacate en relación con el tratamiento de grasa de cerdo, demostrando más específicamente sus diferencias en el ácido oleico, que es un ácido graso monoinsaturado de la serie omega 9. El ácido oleico representa un 0% del total de grasas en el control, mientras que en el tratamiento de la emulsión de concentrado de proteína de soya con 100% aceite de aguacate, un 53.70% es conformado por este ácido graso. Lo cual coincide con Ozdemir y Topuz (2004), quienes indican que los ácidos palmítico, palmitoleico, oleico y linoleico son los principales ácidos grasos en el aguacate, de los cuales destaca el ácido oleico que contiene niveles considerablemente altos (~ 60%).

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, se observó una composición similar entre los dos tratamientos, lo cual se atribuye a las características nutricionales de la carne de pollo, que además de presentar un alto contenido de proteínas (más del 20%) y bajo contenido de

grasas (menos del 5%), brinda una concentración relativamente alta de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) (Bonoli *et al.* 2007; Nkukwana *et al.* 2014).

Cuadro 19. Porcentajes totales de grasa saturada, monoinsaturada y poliinsaturada del tratamiento control y del tratamiento con 100% aceite de aguacate<sup>ϕ</sup>.

Tratamiento*	Grasa total (%)					
	Saturada	Mono-insaturada	Poli-insaturada	Omega 3	Omega 6	Omega 9
CONTROL	18.39	69.06	12.54	0	12.35	1.51
100AA	4.74	80.47	14.79	0.76	13.97	53.73

\*CONTROL: Tratamiento con 100% grasa de cerdo, AL: emulsión de concentrado de proteína de soya y aceite de linaza.

<sup>ϕ</sup>: Una repetición.

#### 4. CONCLUSIONES

- La sustitución total de la grasa de cerdo por aceites vegetales emulsificados con proteína de soya no posee una diferencia discordante en el color con respecto a la mortadela de pollo con 100% grasa de cerdo, sin embargo, es más luminosa y menos rojiza.
- La adición de aceites vegetales emulsificados con concentrado de proteína de soya presentaron mejor aceptación que la mortadela de pollo con 100% grasa de cerdo en el atributo color, mientras que la apariencia, textura, sabor y aceptación general fueron igualmente valorados. Los panelistas prefieren de igual manera la mortadela con grasa de cerdo y el tratamiento con una emulsión de concentrado de proteína de soya y 100% aceite de aguacate.
- Una mayor proporción de aceite de aguacate en la emulsión proteica de la mortadela de pollo genera un mejor desempeño en los atributos sensoriales, valor  $b^*$  y purga, mientras que la proporción con 100% aceite de linaza lo produce en la fuerza de corte.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar análisis de perfil de ácidos grasos a todos los tratamientos para una mejor comparación de los cambios provocados por la sustitución total de la grasa de cerdos por aceites vegetales.
- Anadir colorante a la formulación de los tratamientos que ayuden a reducir la diferencia significativa en los valores  $L^*$  y  $a^*$ .
- Emplear la sustitución de grasa de cerdo por aceites vegetales emulsificados con proteína de soya en otros productos cárnicos, tales como los crudos curados o los frescos.

## 6. LITERATURA CITADA

- ADM, Archer Daniels Midland Company. 2019. Soy protein concentrates [internet]. Chicago: ADM; [consultado el 22 de ago. de 2019]. <https://www.adm.com/products-services/food/proteins/ingredients/soy-protein-concentrates>
- Ahmed P, Miller M, Lyon C, Vaughthers H, Reagan J. 1990. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. *J. Food Sci.* 55(3):625-628. eng. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb05192.x.
- Akesowan A. 2008. Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *Afr. J. Biotechnol.* 7(24):4586–4590. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59642>.
- Alejandro M, Poyato C, Ansorena D, Astiasarán I. 2016. Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Sci.* 121:107–113. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2016.05.010.
- Algarañaz L. 2007. Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), en bandeja, basada en las características de la canal. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 33 p; [consultado el 2 de sep. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/559/1/AGI-2007-T002.pdf>
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. 2006a. Official methods of analysis Proximate Analysis and Calculations Moisture (M) Meat - item 108. 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Analytical Communities.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. 2006b. Official methods of analysis Proximate Analysis and Calculations Ash Determination (Ash) Flour – item 49. 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Analytical Communities.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. 2006c. Official method of analysis, Method 991.36. Fat (Crude) in meat and meat products. 18th ed. Gaithersburg (United States): Association of Analytical Communities.
- AOCS, American Oil Chemists' Society. 2017a. AOCS official method Ce 2-66: Preparation of methyl esters of fatty acids. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 7th ed. Urbana (United States): Firestone D.
- AOCS, American Oil Chemists' Society. 2017b. AOCS official method Ce 1j-07: cis-, trans-, saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in extracted fats. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 7th ed. Urbana (United States): Firestone D.
- ASTM. 2016. Standard practice for verification and classification of extensometer systems [internet]. ASTM International, West Conshohocken, PA. [consultado el 21 de ago. de 2019]. [www.astm.org](http://www.astm.org).

- ASTM. 2017. Standard practice for obtaining colorimetric data from a visual display unit Using Tristimulus Colorimeters [internet]. ASTM International, West Conshohocken, PA. [consultado el 21 de ago. de 2019]. [www.astm.org](http://www.astm.org)
- Auriema B, Dinalli V, Kato T, Yamaguchi M, Marchi D, Soares A. 2019. Physical and chemical properties of chicken mortadella formulated with *Moringa oleifera* Lam. seed flour. *Food Sci. Technol.* eng. doi:10.1590/fst.25018
- Avaroma L, Fajardo M. 2016. Efecto de aceite de oliva y coco emulsificado con proteína de soya como sustituto parcial de grasa de cerdo en salami semi seco fermentado Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 38 p; [consultado el 20 de ago. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5750/1/AGI-2016-T004.pdf>
- Baek KH, Utama DT, Lee SG, An BK, Lee SK. 2016. Effects of replacing pork back fat with canola and flaxseed oils on physicochemical properties of emulsion sausages from spent layer meat. *Asian-australas J. Anim Sci.* 29(6):865–871. eng. doi:10.5713/ajas.15.1050.
- Barbierri G, Bergamaschi M, Barbieri G, Franceschini M. 2013. Survey of the chemical, physical, and sensory characteristics of currently produced mortadella bologna. *Meat Sci.* 94(3):336–340. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2013.02.007.
- Bishop D, Olson D, Knipe C. 1993. Pre-emulsified corn oil, pork fat, or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. *J. Food Sci.* 58(3):484–487. eng. doi:10.1111/j.1365-2621.1993.tb04306.x
- Bloukas J, Paneras E. 1993. Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. *J. Food Sci.* 58(4):705–709. eng. doi:10.1111/j.1365-2621.1993.tb09339.x
- Bloukas J, Paneras E, Fournitzis G. 1997. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci.* 45(2):133–144. eng. doi:10.1016/s0309-1740(96)00113-1
- Bonoli M, Caboni MF, Rodriguez-Estrada MT, Lercker G. 2007. Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked ready-to-eat fried chicken patties. *Food Chemistry.* 101(4):1327–1337. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2006.03.038.
- Brauer, M.C. 1994. Fat reduced frankfurter-type sausage. A technology for preventing too firm and rubbery a bite. 73:64-65.
- Brühl L, Matthäus B, Scheipers A, Hofmann T. 2008. Bitter off-taste in stored cold-pressed linseed oil obtained from different varieties. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110(7):625–631. eng. doi:10.1002/ejlt.200700314.
- Carballo J, Barreto G, Jiménez F. 1995. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. *J. Food Sci.* 60(4):673–677. doi:10.1111/j.1365-2621.1995.tb06204.
- Chen W, Li X, Rahman MRT, Al-Hajj NQM, Dey KC, Raqib SM. 2014. Emulsification properties of soybean protein. *Nus Biosci.* 6(2):196–202. doi:10.13057/nusbiosci/n060213.
- Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Jeong JY, Chung HJ, Kim CJ. 2010. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Sci.* 84(3):557–563. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2009.10.012.

- Claus J, Hunt M, Kastner C. 1989. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory, and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods*. 1(1):1–21. eng. doi:10.1111/j.1745-4573.1990.tb00349.x.
- Claus J, Hunt M, Kastner C, Kropf D. 1990. Low-fat, high-added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. *J. Food Sci.* 55(2):338-341. eng. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb06757.x.
- Cobos A, Díaz O. 2015. *Chemical Composition of Meat and Meat Products*. Berlín (Alemania): Cheung; [consultado el 21 de ago. de 2019]. [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-41609-5\\_6-1](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-41609-5_6-1).
- Cofrades S, Guerra MA, Carballo J, Fernández-Martín F, Jiménez F. 2000. Plasma Protein and Soy Fiber Content Effect on Bologna Sausage Properties as Influenced by Fat Level. *J. Food Sci.* 65(2):281–287. eng. doi:10.1111/j.1365-2621.2000.tb15994.x.
- Colmenero FJ. 1996. Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science & Technology*. 7(2):41–48. eng. doi:10.1016/0924-2244(96)81327-6.
- Demonte P. 1995. Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. En: *Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. Memorias de seminario textura y reología de alimentos*. Cali (Colombia): El seminario. p. 8-20.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2008. *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana* [internet]. Ginebra; [consultado el 15 de oct. de 2018]. <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. *Consumo de carne* [internet]. Ginebra; [consultado el 15 de oct. de 2018]. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>
- Fiallos Escobar C. 2006. Evaluación del uso de leche descremada deshidratada en una salchicha tipo frankfurter baja en grasa. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 43 p; [consultado el 9 de jun. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/720/1/AGI-2006-T012.pdf>
- Flores P, Ochoa E, Ornelas J, Aparicio A, Vargas A, Bello L, Rubio A, Cárdenas R. 2015. Effect of storage time on physicochemical and textural properties of sausages covered with oxidized banana starch film with and without betalains. *CyTA J. Food*. 13(3):456-463. eng. doi: 10.1080/19476337.2014.998713
- Forero-Doria O, Flores M, Vergara C, Guzmán L. 2017. Thermal analysis and antioxidant activity of oil extracted from pulp of ripe avocados. *J. Therm. Anal. Calorim.* 130(2):959–966. eng. doi:10.1007/s10973-017-6488-9
- Gallardo C, García-García R, Welti-Chanes J. 2015. Innovación en el desarrollo y mejora de productos cárnicos a través del uso de altas presiones hidrostáticas. *NACAMEH*. 9(1):19–53.
- Gök V, Akkaya L, Obuz E, Bulut S. 2011. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Sci.* 89(4):400–404. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2011.04.032.
- Gurr MI. 1992. Dietary lipids and coronary heart disease: Old evidence, new perspective. *Prog. Lipid Res.* 31(3):195–243. eng. doi:10.1016/0163-7827(92)90009-8.
- Hughes E, Cofrades S, Troy DJ. 1997. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Sci.* 45(3):73–281. eng. doi:10.1016/s0309-1740(96)00109-x

- Jiménez-Colmenero F, Herrero A, Pintado T, Solas MT, Ruiz-Capillas C. 2010. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. *Food Research International*. 43(8):2068–2076. eng. doi:10.1016/j.foodres.2010.06.010.
- Jin SK, Ha SR, Hur SJ, Choi JS. 2015. Effect of the ratio of raw material components on the physico-chemical characteristics of emulsion-type pork sausages. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 29(2):263–270. doi: 10.5713/ajas.15.0129
- Jones, K. 1984. Protein lipid interactions in processed meats. En: *Proceedings of 37th Annual Reciprocal Meat Conference*. Chicago (United States of America): National Live Stock and Meat Board. p. 52–61.
- Konica Minolta Sensing Americas, Inc. 2014. Entendiendo el espacio de color CIE L\*a\*b\* [internet]. México. [consultado el 10 de sep. de 2019]. <http://sensing.konicaminolta.com.mx/>
- Koo BK, Kim JM, Im La J, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Kim HY, An KI, Kim CJ. 2009. Effects of replacing tallow with canola, olive, corn, and sunflower oils on the quality properties of hamburger patties. *Food Sci Anim Resour.* 29(4):466–474. <http://koreascience.or.kr/article/JAKO200932056738192.page>.
- Lao YW, Mackenzie K, Vincent W, Krokhin OV. 2014. Characterization and complete separation of major cyclolinopeptides in flaxseed oil by reversed-phase chromatography. *J Sep Sci.* 37(14):1788–1796. eng. doi:10.1002/jssc.201400193
- Leyton D. 2017. Evaluación del efecto de la temperatura de cocción sobre la sinéresis producida en el chorizo parrillero durante su almacenamiento. Ecuador: Universidad Técnica del Norte. 15 p; [consultado el 1 de oct. de 2019]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7108/2/ARTICULO.pdf>
- Leyva-Mayorga M, Ramírez J, Martín M, Hernández H, Vázquez M. 2002. Empleo de surimi liofilizado en emulsiones cárnicas con bajo contenido en grasa. *Ciencia y Tecnología Alimentaria.* 3(5): 288-294.
- Liu M, Huffman D, Egbert W. 1991. Replacement of beef fat with partially hydrogenated plant oil in lean ground beef patties. *J. Food. Sci.* 56(3):861–862. eng. doi: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb05401.x
- López-López I, Cofrades S, Jiménez-Colmenero F. 2009. Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Sci.* 83(1):148–154. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2009.04.014
- Mallika EN, Prabhakar K, Reddy PM. 2009. Low fat meat products - An overview. *Veterinary World.* 2(9):364–366. <http://www.veterinaryworld.org/Vol.2/September>.
- Mencía A, Bolaños D. 2010. Efecto de dos concentraciones de fosfato, de grasa y la adición de inulina sobre las propiedades físicas y sensoriales de una salchicha de pollo reducida en sal. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 46 p; [consultado el 11 de jun. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/498/1/AGI-2010-T026.pdf>
- Muguerza E, Fista G, Ansorena D, Astiasaran I, Bloukas J. 2002. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci.* 61:397–404. eng. doi:10.1016/s0309-1740(01)00210-8.

- Muguerza E, Gimeno O, Ansorena D, Astiasarán I. 2004. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 15(9):452–457. eng. doi:10.1016/j.tifs.2003.12.010.
- Moctezuma J. 1994. NORMA Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994, Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias. Estados Unidos de Mexico [consultado el 21 de ago. de 2019]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/122ssa14.html>
- Nkukwana TT, Muchenje V, Masika PJ, Hoffman LC, Dzama K, Descalzo AM. 2014. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. *Food Chemistry*. 142:255–261. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2013.07.059.
- Ozdemir F, Topuz A. 2004. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chemistry*. 86(1):79–83. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2003.08.012.
- OPS, Organización Panamericana de la Salud. 2006. Estrategia regional y plan de acción para un enfoque integrado sobre la prevención y el control de las enfermedades crónicas. Washington, D.C: PAHO. [consultado el 25 de oct. de 2018]. <http://www1.paho.org/spanish/gov/cd/CD47-17rv-s.pdf?ua=1>
- Ospina J, Sierra A, Ochoa O, Pérez-Álvarez A, Fernández-López J. 2012. Substitution of saturated fat in processed meat products: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 52(2):113-122. eng. doi: 10.1080/10408398.2010.493978
- Park JC, Jeong JY, Lee ES, Choi JH, Choi YS, Yu LH, Paik HD, Kim CJ. 2005. Effects of replaced plant oils on the quality properties in low-fat hamburger patties. *Korean J. Food Sci. Technol*. 37(3):412–417. <http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200504637352408.page>.
- Pascual CH, Ordoñez S, Olivares G. 2002. Elaboración de salchicha tipo frankfurt con aceite virgen de oliva. *Revista Anales Científicos*. p. 195-219.
- Persson J, Wennerholm M, O'Halloran S. 2008. Handbook for Kjeldahl digestion: A review of the classical method with improvements Developed by FOSS. 4ta ed. Dinamarca: FOSS; [consultado el 21 de ago. de 2019]. ISBN: 91-630-3471-9.
- Polizer Y, Lorenzo J, Barros J, Baldin J, Trindade M. 2019. Effect of chicken meat replacement by spent laying hen meat on physicochemical properties and sensorial characteristics of fresh sausage. *Br. Poult. Sci.* eng. doi:10.1080/00071668.2019.1568392.
- Prestes C, Leite C, Kubota E, Rosa S, y Kempka A. 2014. Development of low fat chicken mortadella using collagen as a fat substitute. *International Food Research Journal*. 21(4):1651-1657. eng. <http://www.ifrj.upm.edu.my>.
- Rodríguez-Carpena JG, Morcuende D, Estévez M. 2012. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Sci*. 90(1):106–115. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2011.06.007.
- Rueda-Lugo U, González-Tenorio R, Totosaus A. 2006. Sustitución de lardo por grasa vegetal en salchichas: incorporación de pasta de aguacate. Efecto de la inhibición del oscurecimiento enzimático sobre el color. *Ciênc. Tecnol. Alimenté*. 26(2):441–445. doi: 0.1590/S0101-20612006000200030.

- Saldaña E, Oliveira A, Selani M, Haguiwara M, Almeida M, Siche R, Contreras-Castillo C. 2018. A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats. *Meat Sci.* 137: 176-190. eng. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.11.027
- Serdaroğlu M, Nacak B, Karabıyıkoglu M. 2017. Effects of beef fat replacement with gelled emulsion prepared with olive oil on quality parameters of chicken patties. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 37(3):376–384. eng. doi:10.5851/kosfa.2017.37.3.376.
- Třešňák, K. 1999. Barvy a barevné modely (Colors and color models). *Svět tisku.* 6:58-60
- Totosaus A. 2007. Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *NACAMEH.* 1(1):53–66.
- Wang W, Bostic TR, Gu L. 2010. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chem.* 122(4):1193–1198. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2010.03.114.
- Wilcke H, Hopkins D, Waggle D. 1979. *Soy Protein and Human Nutrition.* (EE.UU): Academic Press; [consultado el 21 de ago. de 2019]. <https://www.sciencedirect.com/book/9780127514505/soy-protein-and-human-nutrition>.
- Yildiz-Turp G, Serdaroğlu M. 2012. Partial substitution of beef fat with hazelnut oil in emulsion type sausages. Effects on chemical, physical and sensorial quality. *Journal of Food Technology.* 10(2):32–38. eng. doi:10.3923/jftech.2012.32.38.
- Young LS, Taylor GA, Bonkowski AT. 1986. Use of soy protein products in injected and absorbed whole muscle meats. *ACS Symposium Series.* 312:90–98. eng. doi:10.1021/bk-1986-0312.ch008.
- Youssef MK, Barbut S. 2009. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Sci.* 82(2):228–233. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2009.01.015.
- Youssef MK, Barbut S. 2011. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Sci.* 87(4):356–360. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2010.11.011.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Foto ilustrativa de los tratamientos de mortadela de pollo.



## Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial.

### MORTADELA DE POLLO

Indicaciones: A continuación, se le presentarán cinco muestras de mortadela de pollo, galleta de soda y un vaso con agua. Limpie su paladar con la galleta y el agua antes y después de cada muestra. Por favor evalúe las muestras de izquierda a derecha y marque con una "X" de acuerdo con su evaluación. Al final ordene de mayor a menor según su preferencia.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta extremadamente	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	ni me disgusta/ni me gusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta extremadamente

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: \_\_\_\_\_

ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Ordene las muestras de mayor a menor según su preferencia final.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_