

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniera en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto del uso de una emulsión de aceite de oliva y canola con proteína
aislada de soya como sustituto de grasa de cerdo en un chorizo cocido**

Estudiantes

Andrés Rosal Cáceres

Fernando Enrique Espinal Vargas

Asesores

Adela Acosta Marchetti, D. Sc.

Ligia Luna, M.Sc.

Honduras, noviembre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretaría General

Contenido

| | |
|---|----|
| Índice de Cuadros..... | 4 |
| Índice de Figuras | 5 |
| Índice de Anexos | 6 |
| Resumen | 7 |
| Abstract | 8 |
| Introducción | 9 |
| Materiales y Métodos | 12 |
| Ubicación del Estudio..... | 12 |
| Formulación | 12 |
| Proceso de Emulsión en los Tratamientos | 14 |
| Elaboración de Embutido Cocido..... | 15 |
| Diseño Experimental | 18 |
| Pruebas y Análisis..... | 18 |
| Análisis | 18 |
| Análisis Físicoquímicos..... | 18 |
| Fuerza de Corte..... | 19 |
| Análisis Microbiológicos..... | 20 |
| Mesófilos Aerobios | 20 |
| Análisis Sensorial..... | 20 |
| Resultados y Discusión..... | 21 |
| Grasa Cruda..... | 21 |
| Fuerza de Corte..... | 22 |
| Análisis de Color | 23 |
| Escala L..... | 23 |
| Escala a* | 23 |

| | |
|------------------------------------|----|
| Escala b* | 24 |
| Análisis Microbiológico | 25 |
| Bacterias Mesófilas Aerobias | 25 |
| Coliformes Totales | 25 |
| Apariencia | 26 |
| Textura | 28 |
| Olor | 30 |
| Sabor | 31 |
| Aceptación General | 32 |
| Conclusiones | 35 |
| Recomendaciones | 36 |
| Referencias | 37 |
| Anexos | 41 |

Índice de Cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 Formulación para chorizo español del control y dos tratamientos | 13 |
| Cuadro 2 Sustitución de grasa para los diferentes tratamientos. | 14 |
| Cuadro 3 Separación de medias y desviación estándar (DE) de la variable grasa cruda. | 22 |
| Cuadro 4 Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable fuerza de corte. | 23 |
| Cuadro 5 Separación de medias y desviación estándar (DE) de las variables: L, a*, b*, en los distintos Tratamientos. | 25 |
| Cuadro 6 Conteo microbiológico en Bacterias Mesófilas Aerobias. | 25 |
| Cuadro 7 Recuento de coliformes totales en cada Tratamiento. | 26 |
| Cuadro 8 Separación de medias y desviación estándar (DE) para apariencia. | 27 |
| Cuadro 9 Separación de medias y desviación estándar (DE) para color. | 28 |
| Cuadro 10 Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable textura. | 29 |
| Cuadro 11 Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable olor..... | 31 |
| Cuadro 12 Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable sabor. | 32 |
| Cuadro 13 Separación de medias y desviación estándar (DE) para aceptación general..... | 34 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Proceso de emulsión de aceites vegetales (1:5:5 relación masa masa)..... | 15 |
| Figura 2 Flujo de proceso para la fabricación del embutido..... | 17 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo A Boleta de evaluación sensorial. | 41 |
| Anexo B Contenido de ácidos grasos en las diferentes grasas utilizadas..... | 42 |
| Anexo C Coeficiente de correlación en atributos de análisis sensorial..... | 43 |

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud, el consumo de embutidos con alto contenido de grasas saturadas representa un riesgo para la salud, ya que se asocia con el aumento del colesterol LDL, enfermedades cardiovasculares y obesidad. El presente estudio tuvo como objetivo reemplazar el 55% de la grasa total de un chorizo cocido de cerdo con grasa vegetal en forma de emulsión. Dos tratamientos: T1 con emulsión de aceite de oliva y proteína aislada de soya, y el segundo, T2 con emulsión de aceite de canola y proteína aislada de soya, más el control, el chorizo con una formulación comercial con su grasa de cerdo. Todos los tratamientos cumplieron con los conteos microbiológicos de bacterias aerobias mesófilas (BAM) y coliformes totales, indicando buenas condiciones higiénico-sanitarias del producto. Los análisis de color mediante la escala CIE L*, a* y b*, al igual que el análisis de fuerza de corte mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y control, indicando que la sustitución de grasa afectó las propiedades físicas del embutido; sin embargo, el análisis sensorial no evidenció diferencias significativas, sugiriendo que la aceptación del producto no se vio comprometida a pesar de la sustitución parcial de grasa animal por emulsiones de aceite de oliva y canola. Los resultados demuestran que es posible sustituir grasa animal por vegetal en embutidos manteniendo tanto la calidad higiénica-microbiológica como la aceptación sensorial del producto.

Palabras clave: Aceites vegetales, embutido, grasa animal, reemplazo de grasa.

Abstract

According to the World Health Organization, the consumption of sausages with a high content of saturated fats represents a health risk, as it is associated with increased LDL cholesterol, cardiovascular diseases, and obesity. The present study aimed to replace 55% of the total fat in a cooked pork sausage with vegetable fat in the form of an emulsion. Two treatments were evaluated: T1 with an emulsion of olive oil and isolated soy protein, and T2 with an emulsion of canola oil and isolated soy protein, in addition to the control, the sausage with a commercial formulation containing pork fat. All treatments met the microbiological counts for aerobic mesophilic bacteria (AMB) and total coliforms, indicating good hygienic-sanitary conditions of the product. Color analyses using the CIE L*, a*, and b* scale, as well as shear force analysis, showed statistically significant differences between treatments and the control, indicating that fat substitution affected the physical properties of the sausage; however, the sensory analysis did not show significant differences, suggesting that the product acceptance was not compromised despite the partial substitution of animal fat with olive and canola oil emulsions. The results demonstrate that it is possible to replace animal fat with vegetable fat in sausages while maintaining both the hygienic-microbiological quality and the sensory acceptance of the product.

Keywords: Animal fat, Fat replacement, Sausage, Vegetable oils.

Introducción

El aumento global del sobrepeso y la obesidad constituye un desafío crítico para la salud pública. En 2022, aproximadamente 2.5 mil millones de adultos de 18 años o más tenían sobrepeso, de los cuales más de 890 millones eran obesos, lo que representa un 43% en la población adulta con sobrepeso y 16 % con obesidad, cifras que se han incrementado significativamente desde 1990 (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025). Este fenómeno se atribuye a un desequilibrio energético causado por una mayor ingesta de alimentos hipercalóricos, la reducción de la actividad física, especialmente durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19 (Lopez de la Torre, Martin et al., 2021), y un bajo consumo de fibra dietética (Gómez Salas et al., 2021). La industria alimentaria, consciente de su rol en la mitigación de estas condiciones, impulsa el desarrollo de alimentos funcionales diseñados para promover la salud y reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Granato et al., 2020).

Los productos cárnicos son parte de una dieta balanceada, reconocidos por su significativo aporte de proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B (especialmente B12), y minerales de alta biodisponibilidad como el hierro hemínico y el zinc (Jiménez-Colmenero et al., 2001). Según la Tabla de Composición de Alimentos Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (2012), los chorizos tradicionales carecen de fibra dietética, lo que limita su perfil nutricional. Esta deficiencia, junto con la alta presencia de grasas saturadas, ofrece una oportunidad para reformular el producto, incorporando ingredientes que mejoren sus propiedades funcionales y respondan a la demanda de los consumidores por alimentos más saludables, bajos en grasas saturadas, colesterol y calorías, y con mayor contenido de ácidos grasos insaturados (Olmedilla-Alonso et al., 2013; Weiss et al., 2010).

La grasa en la dieta es esencial ya que proporciona energía, facilita la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y contribuye al desarrollo y crecimiento (U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services). No obstante, el consumo excesivo de grasas saturadas, predominantes en la grasa animal, representa un riesgo para la salud. El desafío tecnológico radica en que la reducción o sustitución de esta grasa en productos cárnicos puede comprometer

significativamente atributos de calidad sensorial clave, como la jugosidad, la textura suave, el sabor y el color característico del producto (García-García y Totosaus, 2008). Para abordar este desafío, se pueden emplear estrategias como el uso de carne magra, la sustitución de grasa animal por aceites vegetales y la incorporación de proteína aislada de soya, que no solo eleva el contenido proteico, sino que también estabiliza emulsiones cárnicas y de aceite en agua, previniendo la separación de grasa a altas temperaturas (Domínguez et al., 2016; McClements y Gumus, 2016). Aunque la proteína aislada de soya contiene una cantidad mínima de fibra dietética, su alto valor biológico la convierte en un ingrediente clave para mejorar el perfil nutricional de productos cárnicos (McClements y Gumus, 2016).

El consumo de aceites como el de oliva, reconocido por su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) y compuestos antioxidantes, y el de canola, destacado por su perfil balanceado de ácidos grasos poliinsaturados (con una relación omega-6/omega-3 favorable) y bajo contenido de grasas saturadas, ha incrementado debido a sus reconocidos beneficios para la salud cardiovascular y metabólica (Buckland y Gonzalez, 2015; Lin et al., 2013). La incorporación de estos aceites en productos cárnicos, como el chorizo cocido, puede elevar los costos de producción, pero su uso en un producto gourmet de consumo directo justifica la inversión al ofrecer un valor agregado en términos de salud debido a que la alta ingesta de ácidos grasos saturados contribuye al desarrollo de enfermedades cardiovasculares al aumentar el colesterol plasmático (Salter, 2013) y al ser comparado con dietas con grasas insaturadas el consumo elevado de grasa saturada de origen animal puede exacerbar complicaciones metabólicas (Ferreira, 2024). Es por eso por lo que la sustitución de grasa animal por aceite vegetal presentará un perfil lipídico más saludable con ácidos grasos omega-3, los cuales desempeñan un papel fundamental en la salud humana, donde fortalecen las neuronas, ayudan a mantener el corazón sano y protegido contra un accidente cerebrovascular y ayudan a mejorar la salud del corazón al contener una enfermedad cardiovascular presente (MedlinePlus, 2016).

Es por ello por lo que los objetivos planteados para este estudio fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de grasa de cerdo por emulsiones de aceites vegetales en las propiedades de color, textura y grasa cruda.

Analizar la calidad microbiológica del chorizo reformulado para garantizar que los recuentos de mesófilos aerobios y coliformes totales se mantengan dentro de los límites normativos establecidos.

Determinar si la sustitución parcial de grasa afecta las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del producto por emulsiones de aceites vegetales.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el kilómetro 30 de la carretera de Tegucigalpa a Danlí, en el Valle del Yeguaire, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La elaboración de los chorizos se realizó en el laboratorio y la Planta de Cárnicos de Zamorano, el análisis microbiológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LAMZ), los análisis de color, fuerza de corte y grasa cruda fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y los análisis sensoriales, al igual que las emulsiones de los tratamientos, se ejecutaron en la Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano (PIA).

Formulación

Se aplicó una formulación establecida para los tratamientos y control que contiene un 80% de carne animal (grasa y carne magra) y 20% de ingredientes no cárnicos, se utilizaron recortes de res con 10 % y 40% de grasa y recortes de cerdo con 40% de grasa en las mismas proporciones para el control y los Tratamientos, en donde el mayor porcentaje de grasa contenido dentro del embutido son cortes de 95-100% de grasa dorsal de cerdo, que representan el 55% de la grasa total y 16.5% de la grasa en la formulación final del embutido. Este porcentaje de grasa dorsal de cerdo fue sustituido por las emulsiones de aceite de oliva y canola con proteína aislada de soya, representando el Tratamiento 1 y Tratamiento 2, el resto de grasa en los Tratamientos se obtuvieron de la carne animal. El control es el único que no contiene una emulsión vegetal y la grasa contenida dentro de él es 100% grasa animal (Cuadro 1).

Cuadro 1*Formulación para chorizo español del control y dos tratamientos*

| Ingredientes | Matriz del chorizo cocido por Tratamiento | | |
|------------------------------|---|-------|-------|
| | Control | TRT 1 | TRT 2 |
| Cerdo 20% grasa | 21.0% | 21.0% | 21.0% |
| Cerdo 95% grasa | 16.5% | 0.0% | 0.0% |
| Emulsión de aceite de oliva | 0.0% | 16.5% | 0.0% |
| Emulsión de aceite de canola | 0.0% | 0.0% | 16.5% |
| Res 10% grasa | 26.0% | 26.0% | 26.0% |
| Res 40% grasa | 16.0% | 16.0% | 16.0% |
| Almidón de papa | 3.0% | 3.0% | 3.0% |
| Especias | 2.0% | 2.0% | 2.0% |
| Aditivos | 3.2% | 3.2% | 3.2% |
| Sal yodada | 1.7% | 1.7% | 1.7% |
| Agua y hielo | 10.6% | 10.6% | 10.6% |
| Total | 100% | 100% | 100% |

Nota. Trt 1: Tratamiento con emulsión de aceite de oliva con proteína aislada de soya; Trt 2: Tratamiento con emulsión de aceite de canola con proteína aislada de soya

Los ingredientes cárnicos como: la carne de res y cerdo, fueron procesados en la planta de cárnicos de Zamorano con equipo establecido, como el molino, posteriormente los ingredientes cárnicos ya molidos, y los ingredientes no cárnicos con base en la formulación establecida, fueron mezclados y embutidos manualmente, aplicando los distintos productos en donde se establecieron dos Tratamientos (emulsión de aceite de oliva y canola como Tratamiento dos) y un control con tres repeticiones utilizando como referencia el Tratamiento control, donde se sustituye completamente el ingrediente grasa dorsal de cerdo (95-100% grasa) que representa el 55% de la grasa total del embutido (Cuadro 2), utilizando como sustitución emulsiones de aceites de oliva y canola con proteína aislada de soya de la marca ProFam 974 (Código 066974).

Cuadro 2

Sustitución de grasa para los diferentes tratamientos.

| Tratamientos | Nivel de Grasa (%) en embutido | Nivel de Reemplazo (Grasa vegetal en grasa total) (%) | Grasa animal (%) | Emulsión Aceite de Oliva (%) | Emulsión Aceite de Canola (%) |
|--------------|--------------------------------|---|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Control | 30 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| Trt 1 | 30 | 55 | 14.5 | 16.5 | 0 |
| Trt 2 | 30 | 55 | 14.5 | 0 | 16.5 |

Nota. Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola.

Proceso de Emulsión en los Tratamientos

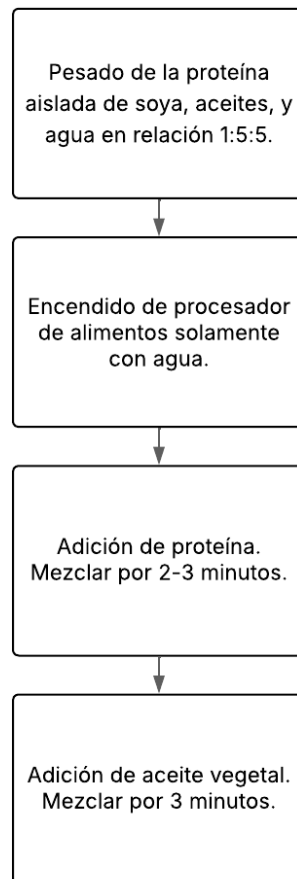
Para la sustitución parcial de grasa en el corte de cerdo con 95% de grasa, se aplicaron distintos aceites en los tratamientos 1 (Aceite de oliva) y 2 (Aceite de canola). Se utiliza el mismo proceso para cada tratamiento en cada una de las repeticiones.

Pesado de ingredientes para cada emulsión: Para los dos tratamientos se utilizó como agente emulsificante la proteína de soya aislada, aceite de oliva para el primer Tratamiento y aceite de canola para el segundo Tratamiento, se aplicó la relación 1:5:5 (masa por masa), 1 gramo de proteína de soya aislada, 5 gramos de aceite, 5 gramos de agua, aplicado como en el estudio de (Avaroma G. et al., 2016). Cada ingrediente fue pesado en una báscula expresada en gramos para cada Tratamiento según la tanda establecida.

Elaboración de emulsión: se elaboró el mismo proceso para los dos tipos de tratamientos en sustitución de grasa por la emulsión de aceite vegetal verter el agua en un procesador de alimentos previamente encendido para facilitar la homogenización. Posteriormente, se adiciona la cantidad requerida de proteína para su solubilización, manteniendo la agitación durante 2 a 3 minutos hasta obtener una mezcla completamente uniforme. Finalmente, se incorpora gradualmente el aceite correspondiente, continuando la mezcla durante aproximadamente tres minutos, hasta alcanzar una emulsión homogénea con la consistencia deseada (Figura 1).

Figura 1

Proceso de emulsión de aceites vegetales (1:5:5 relación masa masa).



Elaboración de Embutido Cocido

Pesado de ingredientes no cárnicos: Para los tres Tratamientos se aplicaron la misma cantidad de ingredientes, almidón de papa, especias, aditivos y sal.

Pesado de ingredientes cárnicos: Se pesaron la misma cantidad de ingredientes cárnicos para la elaboración de cada Tratamiento según la formulación, a excepción de la carne de cerdo con 95% de grasa, en donde en el Tratamiento uno y dos fueron sustituidos por la emulsión de los aceites dados.

Molienda de ingredientes cárnicos. Se molió por separado la res con 10 y 40% de grasa, el cerdo con 20 y 95% de grasa para el control y cada Tratamiento en un disco de 3/16 in.

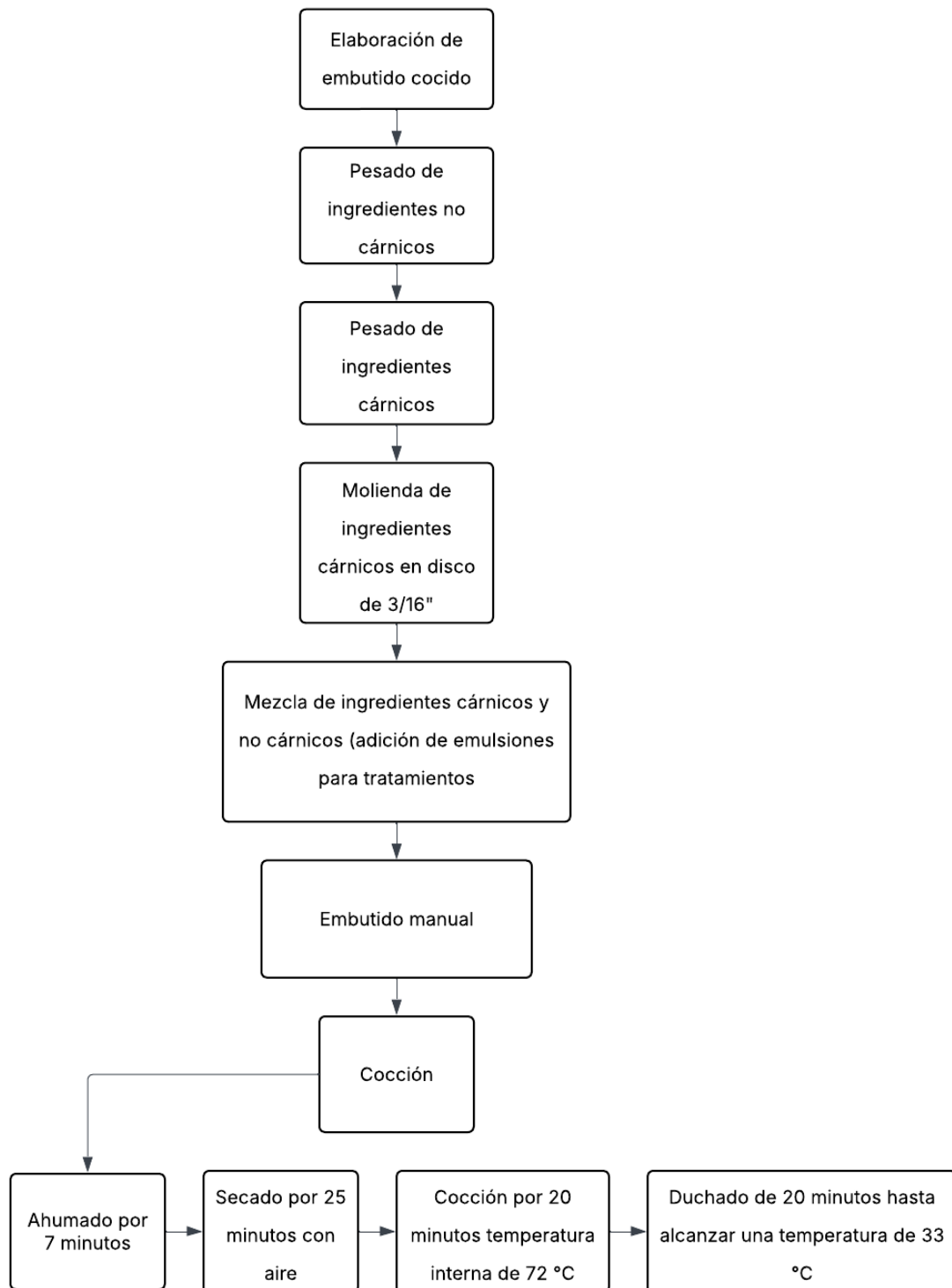
Mezcla de ingredientes cárnicos y no cárnicos. Se mezcló res con 10 y 40% de grasa y cerdo con 20 y 95% de grasa, posteriormente, se agregaron las especias, aditivos, recortes de 95% grasa de cerdo, emulsión de aceite para los Tratamientos.

Embutido. Se embutió cada Tratamiento por separado con una embutidora manual en tripa de colágeno de 32 mm de diámetro y se etiquetó cada tratamiento respectivamente.

Cocción: posteriormente el embutido que se encuentra a 7 °C se llevó a un ahumado donde estuvo por 7 minutos, luego en un secado por 25 usando una corriente de aire a temperatura ambiente, posteriormente se llevó a cocción por 15 minutos hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C y finalmente un duchado de 20 minutos hasta alcanzar una temperatura de 33 °C y finalmente se llevó a refrigeración.

Figura 2

Flujo de proceso para la fabricación del embutido



Diseño Experimental

En el presente estudio se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$). En los casos donde se detectaron diferencias, se realizó una separación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, con el propósito de identificar los tratamientos estadísticamente distintos entre sí.

Pruebas y Análisis

Se realizó la fabricación de cada Tratamiento y el control según la formulación para posteriormente realizar una prueba afectiva con un análisis sensorial para obtener el grado de aceptación de los siguientes atributos sensoriales: apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general de los diferentes Tratamientos. Además, se realizaron pruebas de color con la escala CIE* L* a* b* determinando luminosidad, el color rojizo y amarillento por Tratamiento, un análisis de textura midiendo la fuerza de corte, y un análisis de grasa cruda o total por cada repetición y Tratamiento establecido.

Análisis

Análisis Físicoquímicos

Análisis de Color.

En la medición del color del chorizo modificado se utilizó el equipo Color Flex Hunter Lab de acuerdo con el estándar CIE (Commission Internationale de l'Éclairag) L*a*b*, el cual midió la claridad e intensidad y tonalidad de los distintos colores. Esta variable fue evaluada únicamente el día 1 para determinar las características iniciales del color del chorizo. El equipo midió el color en la escala L a b a través de diferentes gamas de luz. La "L" indica la claridad (luminosidad) de los colores, donde el valor de 100 corresponde al blanco y el de 0 al negro. La "a" indica cromaticidad y representa la tonalidad de verde a rojo, donde +60 es el valor más alto que representa el color rojo y el valor más bajo es -60, que representa el color verde. La "b" representa la tonalidad de amarillo a azul, donde +60

es el valor más alto que representa el color amarillo y el valor más bajo es -60, que representa el color azul (Hunter Associates Laboratory, s.f.).

Análisis de Grasa Cruda (AOAC 991.36).

Se midió la grasa cruda siguiendo el método para embutidos de la AOAC (AOAC 2003.06). En la preparación de la muestra se homogenizó el chorizo y se secaron las tasas con cinco perlas de ebullición a 105 °C por 30 min. En el pesado se agregó 2 g de dióxido de silicio por dedal, se pesó 1 g \pm 0.0001 de muestra. La muestra en el dedal fue secada a 105 °C por 2 horas. Las tasas son pesadas después de los 30 min de secado y 30 min de enfriamiento. En la extracción se colocaron los dedos en el Soxtec 2050, luego las tasas. Se introdujeron 80 ml de Éter de Petrolero 40 - 60 °C por cada tasa. El proceso de extracción conto con 20 min de inmersión, 30 min de extracción, 10 min de secado y 5 min de enfriamiento para un total de 1 hora y 5 min. La temperatura de extracción fue de 135 °C. Se retiraron las tasas y fueron colocadas en el horno a 105 °C por 30 min y luego enfriadas por 30 min. Se pesaron las tasas con una variación de \pm 0.0001 g. Para obtener la cantidad de grasa cruda se realizó el cálculo de acuerdo con la Ecuación 1. La ecuación se basa en restar el peso de la taza inicial con la taza final que contiene la grasa (el diferencial es el contenido de grasa), esta se divide por el peso de la muestra y el resultado es multiplicado por cien obteniendo un porcentaje.

$$\text{Grasa cruda \%} = \frac{\text{Peso de taza con grasa} - \text{Peso de taza vacía}}{\text{Peso de muestra}} \times 100 \quad [1]$$

Fuerza de Corte

La fuerza de corte de un producto cárnico depende del grado de trituración de la carne, tipo de carne, porcentaje de agua y grasa, así como del proceso de cocción y secado, tanto en tiempo como temperatura. Se evaluó con el equipo "BROOKFIELD CT3", se usó el acople TA53, usando Newtons de unidad para medir. Se realizó un triplicado para cada Tratamiento cortado con una velocidad de 10 mm/s.

Análisis Microbiológicos

Mesófilos Aerobios

Se pesaron 10 g de muestra para cada tratamiento en una balanza analítica, luego la muestra se colocó en una bolsa estéril a la cual se le agregó 90 mL de buffer de fosfato para obtener la dilución 10^{-1} . La muestra fue homogenizada por un min en el homogeneizador STOMACHER®. A partir de esta dilución se preparon diluciones seriadas hasta llegar a la dilución 10^{-3} . Luego, se sembró 1 mL de las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} en platos Petri por medio de la técnica de vertido en plato, para el análisis de mesófilos aerobios se utilizó agar cuenta estándar (ACE), los platos fueron incubados a 35 °C durante 48 horas.

Coliformes Totales

Se pesaron 10 g de muestra para cada tratamiento en una balanza analítica, luego la muestra se colocó en una bolsa estéril a la cual se le agregó 90 mL de buffer fosfato, para obtener la dilución 10^{-1} . Posteriormente, se homogenizó por un minuto en el homogeneizador STOMACHER®. Luego, se extrajo 1 mL de la muestra homogenizada para sembrada en platos Petri por medio de la técnica vertido en plato utilizando el medio de cultivo Violet Red Bile Agar (VRBA), fue incubada a 35 °C durante 24 horas.

Análisis Sensorial

El análisis sensorial fue una prueba afectiva con tres repeticiones, cada una con 36 panelistas no entrenados, para un total de 108 participantes. Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general utilizando una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”. Cada panelista se ubicó en una cabina del laboratorio de análisis sensorial y se le proporcionó un vaso con agua y una galleta de soda para limpiar el paladar tras probar cada muestra. Los chorizos fueron rebanados en rodajas de 5 a 7 mm, horneados a 105 °C durante 3 minutos, codificados con números de tres cifras al azar y servidos en bandejas de poliestireno expandido.

Resultados y Discusión

Post Fabricación

Al finalizar la elaboración del embutido cocido, se realizaron diversos análisis fisicoquímicos y sensoriales, con el propósito de evaluar las posibles diferencias entre el control y los tratamientos con sustitución parcial de grasa. A nivel visual, los embutidos presentaron una apariencia general similar, sin cambios notorios en el color superficial o la homogeneidad del producto. Sin embargo, al tacto y durante la manipulación, se percibieron ligeras diferencias en la textura, lo que sugiere que la sustitución de grasa animal por emulsiones con aceites vegetales y proteína aislada de soya pudo influir en la estructura interna de la matriz cárnica. Estos resultados iniciales permitieron establecer una base para la discusión de las variaciones encontradas en los parámetros analíticos posteriores, tales como: grasa, color, fuerza de corte y aceptación sensorial, con el fin de comprender el impacto de los tratamientos sobre la calidad final del producto.

Grasa Cruda

El análisis de contenido disponible de grasa cruda extraído de cada tratamiento determinó que no existieron diferencias significativas entre los Tratamientos y el control ($P < 0.05$). Esto concuerda con los análisis realizados por Kayaardı y Gök (2004) donde al aplicar un reemplazo de grasa animal por una emulsión de aceite de oliva con proteína aislada de soya al 20, 40 y 60% de sustitución al control, no encontraron diferencias significativas en el análisis de grasa entre los Tratamientos y control sin la inclusión de la emulsión de aceite de soya. Aunque la sustitución parcial de grasa animal por aceites vegetales no alteró el contenido de grasa total, si genera una reducción en ácidos grasos trans (Choi et al., 2009) y el contenido de colesterol en embutidos con contenido de carne de cerdo (Lee et al., 2015) a pesar de no haber realizado estos análisis realizando esta sustitución en comparación con dichos estudios se considera más saludable para el consumidor (Cuadro 3).

Cuadro 3

Separación de medias y desviación estándar (DE) de la variable grasa cruda.

| Tratamiento | Grasa cruda en los diferentes Tratamientos (%) |
|-------------|--|
| | Media \pm DE (%) ^{NS} |
| Control | 16.988 \pm 0.735 |
| Trt 1 | 16.820 \pm 1.513 |
| Trt 2 | 15.758 \pm 1.006 |
| CV (%) | 7.3223 |

Nota. CV: Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos. Pr |F|: probabilidad < 0.05.; Control:

tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola.

Fuerza de Corte

La evaluación de la fuerza de corte mostró que el control (elaborado con grasa de cerdo) presentó diferencias significativas respecto a los Tratamientos, registrando mayor dureza que las formulaciones con emulsiones de aceites vegetales. En cambio, no se observaron diferencias significativas entre el Tratamiento 1 (emulsión con aceite de oliva) y el Tratamiento 2 (emulsión con aceite de canola) (Cuadro 4). Estos resultados indican que la sustitución parcial de grasa animal por aceites vegetales reduce la fuerza necesaria para cortar el embutido, lo que se traduce en una textura más blanda.

Esta tendencia concuerda con lo reportado por Parra Galindo, A. M. y Vásquez González, J. G. (2017) en donde la inclusión de aceites vegetales como emulsiones dieron resultados en donde todos los Tratamientos presentaron diferencias significativas con respecto al control esto debido a que los aceites emulsionados generan una textura más suave en comparación con la grasa sólida. De manera similar, Jaramillo Licardie (2009) encontró que las frankfurters elaboradas con aceites vegetales (canola y soya) presentaron menor fuerza de corte que las elaboradas con grasa animal, atribuyendo esta diferencia a que los aceites líquidos no brindan la misma estructura firme que la grasa animal. Asimismo, Muguerza et al. (2001) reportaron que la incorporación de aceites vegetales emulsionados en salchichas produjo una disminución en los valores de dureza en comparación con el control, confirmando que la modificación en la fuente de grasa influye directamente en los parámetros texturales.

Cuadro 4

Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable fuerza de corte.

| Tratamiento | Fuerza de corte (Newtons) |
|-------------|-------------------------------|
| | Media \pm DE |
| Control | 36.36 \pm 4.90 ^a |
| Trt 1 | 20.02 \pm 6.30 ^b |
| Trt 2 | 16.82 \pm 1.70 ^b |
| CV (%) | 13 |

Nota. CV: Coeficiente de variación; a-b: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre Tratamiento ($P < 0.05$);

Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0.05 hay diferencias significativas.

Análisis de Color

Escala L

En el Cuadro 5 se observa que se presentaron diferencias significativas entre el control y el Tratamiento 2 ($p < 0.05$), mientras que no se observaron diferencias significativas entre el control y el Tratamiento 1 ($p < 0.05$). De igual forma, al comparar el Tratamiento 1 (con emulsión de aceite de oliva) y el Tratamiento 2 (con emulsión de aceite de canola), no se reflejaron diferencias significativas ($p < 0.05$). Sin embargo, ambos Tratamientos mostraron un incremento en la claridad en comparación con el control, siendo el Tratamiento 2 el único que presentó una diferencia significativa frente a este (Cuadro 5). El aumento de la claridad es relacionado con los glóbulos de aceite mucho más pequeños, los cuales reflejan más luz (mayor área de superficie) que los glóbulos de grasa de res más grandes (Claus et al., 1990), en donde al comparar con un estudio de (Youssef y Barbut, 2011) presentaron valores de luminosidad de 64 para el control y 70 en un tratamiento con el 17.5% de sustitución de grasa animal por aceite de canola en un embutido.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Cheetangdee (2017) donde menciona que la incorporación de una emulsión de aceite vegetal con proteína aislada en reemplazo de grasa de cerdo en salchichas aumentó el valor L^* de los Tratamientos a comparación del control.

Escala a^*

En relación con la escala a^* de rojo (60) a verde (-60), no hubo diferencias significativas entre los Tratamientos evaluados con el control ($P < 0.05$). Aunque la sustitución parcial de grasa de cerdo por

una emulsión podría disminuir la intensidad del color rojo, debido a que el color rojizo es debido a la presencia de mioglobina y al estado de esta proveniente de la carne (Demeyer D., 2004), la grasa en sí contiene una proporción muy baja de este pigmento, por lo que, su reemplazo no afectó de manera significativa el valor de a^* .

Estos resultados coinciden con lo reportado por Parra Galindo, A. M. y Vásquez González, J. G. (2017), quienes señalaron que, al utilizar una emulsión elaborada con aceite vegetal y proteína aislada de soya en sustitución de parcial de la grasa animal en salchichas tipo Frankfurt, no se observaron diferencias significativas en el parámetro a^* respecto al control elaborado con grasa de cerdo.

Escala b^*

En relación a la escala b^* de amarillo (60) a azul (-60), presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en donde el control elaborado con grasa de cerdo mostró el valor más bajo, mientras que el Tratamiento 1 con emulsión de aceite de oliva presentó un valor intermedio de 33.91 ± 3.08 , y el Tratamiento 2 con emulsión de aceite de canola alcanzó el mayor valor, en donde si existieron diferencias significativas entre el control y el Tratamiento dos, excepto el Tratamiento 1 que a pesar de ser mayor que el control y menor que el Tratamiento dos, no presento diferencias significativas siendo igual al control y el Tratamiento dos. El incremento observado en el Tratamiento con aceite de canola concuerda con lo señalado por Youssef y Barbut (2011), quienes reportaron que el uso de la emulsión de este aceite tiende a aumentar los valores de b^* debido a su tonalidad amarilla natural. No obstante, de acuerdo con Konieczny et al. (2007), las variaciones en los valores de b^* no ejercen una influencia significativa en la preferencia de los consumidores, por lo cual estos cambios de color no afectarían la aceptabilidad del producto.

Cuadro 5

Separación de medias y desviación estándar (DE) de las variables: L, a*, b*, en los distintos

Tratamientos.

| Tratamiento | Escala de color | | |
|-------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | L | a* | b* |
| | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE |
| Control | 48.015 ± 0.520 ^b | 19.535 ± 0.279 ^a | 31.002 ± 0.853 ^b |
| Trt 1 | 48.728 ± 0.562 ^{ab} | 19.041 ± 2.095 ^a | 33.916 ± 3.081 ^{ab} |
| Trt 2 | 49.024 ± 1.160 ^a | 18.926 ± 0.271 ^a | 35.391 ± 3.634 ^a |
| CV (%) | 1.59 | 5.53 | 8.73 |

Nota. CV: Coeficiente de variación; L*: Escala luminosidad de color de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco.; a*: Escala entre rojo +60 y verde -60.; b*: Escala entre amarillo +60 y azul -60.; a-b: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre Tratamiento (P<0.05).; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0.05 hay diferencias significativas.

Análisis Microbiológico

Bacterias Mesófilas Aerobias

El recuento de bacterias aerobias mesófilas en el Cuadro 6, mostró valores bajos en todos los tratamientos, lo que se encuentra dentro del rango óptimo establecido por el (INCAP, 2012). Esto indica que el producto fue manipulado de manera adecuada y que el proceso de elaboración se realizó bajo condiciones higiénicas apropiadas.

Cuadro 6

Conteo microbiológico en Bacterias Mesófilas Aerobias.

| Tratamiento | BMA (Log UFC/g) |
|-------------|-----------------|
| Control | 2.17 |
| TRT 1 | 2.23 |
| TRT 2 | 2.34 |

Nota. BMA: Bacterias aerobias mesófilas; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola.

Coliformes Totales

Los resultados de coliformes totales, presentados en el Cuadro 7, donde todos los Tratamientos (Control, TRT 1 y TRT 2) mostraron recuentos menores a 10 UFC/g, evidencian una calidad microbiológica satisfactoria y cumpliendo con los límites establecidos en el Reglamento Técnico

Centroamericano (RTCA) para productos cárnicos procesados. Esto indica que se mantuvieron condiciones higiénicas adecuadas durante la elaboración del chorizo.

La baja cantidad en los recuentos de coliformes totales entre los Tratamientos confirma que la sustitución de la grasa de cerdo (95% grasa) por emulsiones con proteína aislada de soya (ProFam 974) y aceites vegetales (oliva en Trt 1AO y canola en Trt 2AC) no compromete la calidad microbiológica del chorizo. Esto es consistente con estudios que indican que la reformulación lipídica en embutidos no altera significativamente la carga microbiana inicial ni favorece el crecimiento de indicadores como coliformes, siempre que se mantengan las prácticas de higiene y los parámetros de procesamiento (Toldrá, 2010).

Cuadro 7

Recuento de coliformes totales en cada Tratamiento.

| Tratamiento | Coliformes totales (Log UFC/g) |
|-------------|--------------------------------|
| Control | < 1 |
| TRT 1 | < 1 |
| TRT 2 | < 1 |

Nota. (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión

con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0.05.

Análisis Sensorial

Apariencia

En el Cuadro 8 se puede observar que no se presentaron diferencias significativas entre Tratamientos para el atributo sensorial de apariencia ($P > 0.05$). Todos los Tratamientos recibieron una calificación en la escala hedónica superior a 7, la cual se interpreta como "me gusta". Según los panelistas, la sustitución de grasa de cerdo por emulsiones de aceite de oliva (Trt 1) o de canola (Trt 2) no afectó negativamente la apariencia de los chorizos. La apariencia es el primer atributo evaluado por el consumidor y es decisivo para la aceptación inicial del producto, ya que este juzga características visuales como la presentación general, la uniformidad y la distribución de la grasa (Resurreccion, 2004).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son consistentes con los reportados por (Melgar, 2021), quien al evaluar la adición de fibra de arveja en chorizos cocidos no encontró

diferencias significativas en la apariencia entre los Tratamientos y el control, manteniendo una alta aceptabilidad. Esto sugiere que ciertos ingredientes sustitutos, al integrarse adecuadamente a la matriz cárnica, pueden mantener las características visuales del producto tradicional.

La similitud en la apariencia entre el control y los Tratamientos reformulados sugiere que las emulsiones de aceite vegetal con proteína de soya lograron una integración visual homogénea en la matriz del chorizo, sin generar defectos como manchas, separación de fases o una apariencia grasa diferente que fuera detectable por los panelistas. Por lo tanto, desde el punto de vista visual, los chorizos reformulados tienen una alta probabilidad de ser bien aceptados por los consumidores, ya que su apariencia se ajusta a las expectativas del producto convencional.

Cuadro

8

Separación de medias y desviación estándar (DE) para apariencia.

| Tratamiento | Apariencia ^{NS} |
|-------------|--------------------------|
| TRT C | 7.5 ± 0.5 |
| TRT 1 | 7.3 ± 0.3 |
| TRT 2 | 7.2 ± 0.2 |
| CV (%) | 6.2 |

Nota. CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre

Tratamientos ($P > 0.05$); Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad $< 0,05$

Color

En el Cuadro 9 se puede observar que no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los Tratamientos para el atributo sensorial de color. Todos los Tratamientos obtuvieron calificaciones en la escala hedónica superiores a 7.0, las cuales se interpretan como "me gusta". Específicamente, el Tratamiento Control (TRT C) obtuvo una puntuación de 7.4, mientras que los Tratamientos reformulados TRT 1 y TRT 2 alcanzaron una puntuación de 7.2. Según la percepción de los panelistas, la sustitución de la grasa de cerdo por emulsiones de aceite de oliva (TRT 1) o de canola (TRT 2) no generó un cambio perceptible en el color del chorizo, manteniendo una aceptabilidad similar a la del producto tradicional. El color es el primer atributo sensorial evaluado por el consumidor

y es fundamental para la aceptación inicial, ya que este juzga el producto basándose en tonalidades rojizas y una apariencia general atractiva (Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014; Resurreccion, 2004).

Los resultados del presente estudio concuerdan con los hallazgos de Melgar (2021), quien al evaluar la adición de fibra de arveja en chorizos cocidos no encontró diferencias significativas en el color entre los Tratamientos reformulados y el control, manteniendo una alta aceptabilidad. Esto indica que modificaciones en la formulación, cuando se integran adecuadamente, pueden preservar las características cromáticas esperadas por el consumidor.

La similitud en las puntuaciones de color sugiere que las emulsiones de aceite vegetal no interfirieron con los pigmentos cárnicos (mioglobina) ni con las reacciones de pardeamiento o del ahumado que definen el color característico del chorizo. La homogeneidad visual lograda es crucial, ya que cualquier alteración perceptible en el color podría ser rechazada por el consumidor. Por lo tanto, se determinó que la reformulación no afectó negativamente la aceptación sensorial del color, lo cual es un resultado sumamente favorable para el éxito potencial de estos productos mejorados en el mercado.

Cuadro 9

Separación de medias y desviación estándar (DE) para color.

| Tratamiento | Color ^{NS} |
|-------------|---------------------|
| TRT C | 7.4 ± 0.4 |
| TRT 1 | 7.2 ± 0.2 |
| TRT 2 | 7.2 ± 0.2 |
| CV (%) | 5.1 |

Nota. CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos $P > 0.05$; Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0,05

Textura

Los resultados del análisis sensorial para el atributo de textura, presentados en el Cuadro 10, muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los Tratamientos evaluados. El Tratamiento Control (TRT C) obtuvo una puntuación de 7.1 ± 0.2 , el Tratamiento 1 (TRT

1) de 6.8 ± 0.8 y el Tratamiento 2 (TRT 2) de 7.1 ± 0.4 , lo que se corresponde con el nivel de aceptación "me gusta" en la escala hedónica utilizada.

La similitud en las puntuaciones de textura entre el producto tradicional y los Tratamientos reformulados puede atribuirse al efecto tecnológico de la proteína aislada de soya utilizada en las emulsiones. (Guerra et al., 2008) destacan que componentes como la fibra de soya y por extensión, la proteína de soya tiene un efecto tecnológico en productos cárnicos, mejorando características como la capacidad de retención de agua y grasa, lo cual influye directamente en la textura final del producto. En esta investigación, la proteína aislada de soya actuó como un eficaz agente emulsificante que permitió mantener la estabilidad de la matriz lipídica, replicando las características texturales propias del chorizo tradicional.

Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por (Campagnol et al., 2013), quienes al evaluar el efecto de la fibra de soya en embutidos fermentados encontraron que su incorporación permitió mantener la aceptabilidad sensorial del producto, incluso con reducción de grasa. En el presente estudio, la utilización de proteína aislada de soya en las emulsiones de aceites vegetales demostró ser igualmente efectiva para preservar las propiedades texturales del chorizo, confirmando la viabilidad tecnológica de esta estrategia de reformulación.

La ausencia de diferencias significativas en la textura entre los Tratamientos evidencia que la sustitución de grasa animal por emulsiones de aceite de oliva y canola con proteína de soya es una alternativa tecnológicamente viable para la elaboración de chorizos con un perfil lipídico más saludable, sin comprometer sus características sensoriales.

Cuadro 10

Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable textura.

| Tratamiento | Textura (NS) |
|-------------|---------------|
| TRT C | 7.1 ± 0.2 |
| TRT 1 | 6.8 ± 0.8 |
| TRT 2 | 7.1 ± 0.4 |
| CV (%) | 7.3 |

Nota: CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos ($P > 0.05$); Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad $< 0,05$

Olor

De acuerdo con los resultados presentados en el Cuadro 11, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los Tratamientos para el atributo de olor. Todos los Tratamientos obtuvieron una calificación de 7.3 en la escala hedónica, que corresponde a "me gusta", con una baja desviación estándar y un coeficiente de variación de 1.25%, lo que indica una alta consistencia en las evaluaciones de los panelistas.

Estos resultados demuestran que la sustitución de grasa de cerdo por emulsiones de aceite de oliva (TRT 1) y aceite de canola (TRT 2) no afectó la aceptación del olor del chorizo. La percepción de los panelistas fue uniformemente favorable hacia los tres Tratamientos, lo que sugiere que los aceites vegetales utilizados en las emulsiones no impartieron olores extraños o desagradables al producto final. Este hallazgo coincide con lo reportado por Jaramillo Licardie (2009), quien tampoco encontró diferencias significativas en el olor de salchichas frankfurter al incorporar ingredientes alternativos como la inulina.

La similitud en las puntuaciones de olor entre el control y los Tratamientos reformulados indica que el proceso de emulsificación con proteína de soya logró integrar eficazmente los aceites vegetales en la matriz del chorizo, sin que sus compuestos volátiles característicos generaran un impacto sensorial negativo. Como señala Champagne (2008), los ingredientes adicionales pueden introducir aromas específicos, pero en este caso, dichos aromas fueron bien aceptados o imperceptibles para los panelistas. Se concluye que los resultados confirman que la reformulación del chorizo cocido mediante emulsiones de aceites vegetales mantiene el perfil del olor característico del producto tradicional, sin afectar su aceptabilidad sensorial.

Cuadro 11

Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable olor.

| Tratamiento | Olor ^{NS} |
|-------------|--------------------|
| TRT C | 7.3 ± 0.1 |
| TRT 1 | 7.3 ± 0.2 |
| TRT 2 | 7.3 ± 0.1 |
| CV (%) | 1.2 |

Nota. CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos $P > 0.05$); Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0,05

Sabor

En el Cuadro 12 no se presentaron diferencias significativas entre los Tratamientos para el atributo sensorial de sabor ($P > 0.05$). Todos los Tratamientos obtuvieron calificaciones en la escala hedónica que se ubican entre "me gusta poco" y "me gusta moderadamente". El Tratamiento control (TRT C) alcanzó una puntuación de 7.4 ± 0.3 , que corresponde a "me gusta moderadamente", mientras que los Tratamientos modificados TRT 1 (7.3 ± 0.6) y TRT 2 (7.2 ± 0.4) también se situaron en el umbral superior de "me gusta poco" o en la transición hacia "me gusta moderadamente". La baja desviación estándar y el coeficiente de variación ($Cv = 7.15\%$) indican una evaluación consistente por parte de los panelistas.

Los resultados del presente estudio son consistentes con los reportados por Melgar (2021), quien al evaluar adición de fibra en chorizos encontró una alta aceptabilidad sensorial. La similitud en las calificaciones, sin diferencias estadísticas, sugiere que la modificación aplicada en los Tratamientos TRT 1 y TRT 2 no generó defectos de sabor perceptibles que afectaran drásticamente la aceptación. Sin embargo, la ligera disminución numérica en la puntuación de los Tratamientos modificados en comparación con el control coincide con lo reportado por Arildsen Jakobsen et al. (2014), donde los panelistas mostraron una leve preferencia por el sabor del Tratamiento tradicional, aunque en nuestro caso esta diferencia no fue significativa.

El que no existan diferencias significativas es un resultado positivo, ya que indica que los sabores asociados a los nuevos ingredientes en los Tratamientos reformulados no fueron detectados

como desagradables o extraños por los panelistas, manteniendo una aceptabilidad cercana a la del producto tradicional. El sabor es un atributo crucial para la aceptación final, por lo que estos resultados son alentadores para el desarrollo de productos reformulados.

Cuadro 12

Separación de medias y desviación estándar (DE) para la variable sabor.

| Tratamiento | Sabor ^{NS} |
|-------------|---------------------|
| TRT C | 7.4 ± 0.3 |
| TRT 1 | 7.3 ± 0.6 |
| TRT 2 | 7.2 ± 0.4 |
| CV (%) | 7.1 |

Nota. CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre Tratamientos ($P > 0.05$); Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F|: probabilidad < 0,05

Aceptación General

En el Cuadro 13 se presentan los resultados del análisis de aceptación general. No se encontraron diferencias significativas entre los Tratamientos ($P > 0.05$). El Tratamiento control (TRT C) obtuvo la calificación más alta (7.6 ± 0.3), ubicándose en el rango de "me gusta". Los Tratamientos reformulados, TRT 1 (7.3 ± 0.5) y TRT 2 (7.3 ± 0.4), también alcanzaron puntuaciones dentro del mismo nivel de aceptación ("me gusta"). El bajo coeficiente de variación ($CV = 6.2\%$) refleja una homogeneidad en las respuestas de los panelistas, indicando consenso en la evaluación.

La ausencia de diferencias significativas es un hallazgo de suma relevancia, ya que la aceptación general es un indicador integral de la percepción global del consumidor. El hecho de que los chorizos reformulados (TRT 1 y TRT 2) hayan sido aceptados de manera similar al Tratamiento control sugiere que la sustitución de grasa de cerdo por emulsiones de aceites vegetales no comprometió las características sensoriales que determinan el agrado del producto. Esto implica que las emulsiones de aceite de oliva y canola lograron integrarse eficazmente en la matriz cárnica, manteniendo la calidad sensorial esperada por el consumidor de un chorizo tradicional.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son consistentes con los reportados por Melgar (2021), quien no encontró diferencias significativas en la aceptación general de chorizos con

sustitución de ingredientes, lo que atribuyó a una adecuada integración de los nuevos componentes en la matriz del producto. Por el contrario, los hallazgos difieren de los de Flores Hernández (2016), quien sí observó una disminución significativa en la aceptación general en productos con adición de fibras, la cual fue correlacionada con cambios negativos en el sabor y la textura. La similitud en la aceptación encontrada en esta investigación sugiere que la estrategia de emulsión utilizada pudo mitigar esos efectos negativos, preservando la experiencia sensorial global.

En conclusión, para el atributo de aceptación general, la reformulación de los chorizos mediante la sustitución de grasa de cerdo por emulsiones de aceite de oliva y canola demostró ser una estrategia exitosa, ya que los productos resultantes mantuvieron un nivel de aceptación alto y estadísticamente igual al del producto tradicional. Esto posiciona a los chorizos reformulados como productos con un alto potencial de aceptación en el mercado, cumpliendo con el objetivo de ofrecer una alternativa sin detrimento de su calidad sensorial.

Al aplicar un análisis sensorial de aceptación utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos para evaluar el grado de agrado o desagrado que los consumidores presentaron ante los diferentes tratamientos del embutido cocido, el interés principal del estudio se centró en determinar cómo la sustitución parcial de grasa animal por emulsiones con aceites vegetales (oliva y canola) afectaba la aceptación general del producto, más que establecer una comparación directa de preferencia entre muestras. A diferencia del análisis de preferencia, que busca identificar cuál muestra es preferida entre dos o más productos mediante pruebas comparativas.

La escala hedónica de 9 puntos aplicada en dicho análisis ofrece una medida sensible del grado de aceptación del consumidor, donde el punto medio (5 = "ni me gusta ni me disgusta") sirve como referencia neutral. Además, permite realizar un análisis estadístico robusto de los resultados mediante pruebas de comparación de medias lo que facilita la interpretación de las diferencias significativas entre tratamientos. Por lo tanto, el análisis de aceptación fue el más apropiado para evaluar si los consumidores aceptarían o no el producto reformulado con sustitutos de grasa.

Cuadro 13

Separación de medias y desviación estándar (DE) para aceptación general.

| Tratamiento | AG ^{NS} |
|-------------|------------------|
| TRT C | 7.6 ± 0.3 |
| TRT 1 | 7.3 ± 0.5 |
| TRT 2 | 7.3 ± 0.4 |
| CV (%) | 6.2 |

Nota. CV: Control: tratamiento sin sustitución de emulsión vegetal; Coeficiente de variación; (NS) no hay diferencias significativas entre

Tratamientos (P>0.05); Trt 1: adición de emulsión con aceite de oliva; Trt 2: adición de emulsión con aceite de canola; Pr |F| : probabilidad < 0,05

Conclusiones

La sustitución parcial de grasa de cerdo por emulsiones de aceites vegetales modifica significativamente las propiedades de color del chorizo, aumentando la luminosidad (L^*) y el componente amarillo (b^*), especialmente en el tratamiento con aceite de canola, mientras que el color rojo (a^*) no mostró cambios significativos, al igual que el contenido de grasa cruda no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que demuestra que la sustitución parcial de grasa de cerdo por emulsiones de aceites vegetales permite mantener el contenido lipídico total del producto.

La calidad microbiológica del chorizo reformulado se mantuvo dentro de los parámetros normativos establecidos, a pesar de los procesos de manipulación y sustitución parcial de grasa durante su elaboración. Los recuentos de microorganismos mesófilos aerobios y coliformes totales se encontraron por debajo de los límites permitidos por la normativa sanitaria, lo que demuestra que las condiciones higiénicas durante la producción fueron adecuadas y que la incorporación de emulsiones con aceites vegetales no comprometió la inocuidad del producto final evaluado.

La reformulación con emulsiones vegetales no representa significativas entre el producto tradicional y los chorizos reformulados, manteniéndose en el rango de "me gusta" para todos los atributos evaluados.

Recomendaciones

Evaluar la vida anaquel de los chorizos bajo condiciones de almacenamiento reales (refrigeración y congelación) para optimizar la formulación y extender su comercialización.

Considerar la realización de pruebas de preferencia para validar la aceptación en mercados específicos, como Honduras o regiones con alta prevalencia de obesidad.

Realizar un análisis del costo de producción de los Tratamientos, considerando el incremento por aceites vegetales, para evaluar su potencial en productos gourmet o funcionales en la Universidad Zamorano y el mercado local.

Realizar en futuros estudios el análisis del perfil de ácidos grasos, particularmente la determinación de los niveles de ácidos grasos insaturados y un análisis para determinación de proteínas.

Referencias

- Arildsen Jakobsen, L. M., Vuholm, S., Aaslyng, M. D., Kristensen, M., Sørensen, K. V., Raben, A. y Kehlet, U. (2014). Sensory characteristics and consumer liking of sausages with 10% fat and added rye or wheat bran. *Food Science & Nutrition*, 2(5), 534–546. <https://doi.org/10.1002/fsn3.126>
- Avaroma G., L., Fajardo, M. y A.Marco. (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* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras]. COInS. <https://buscador.una.edu.ni/Record/ZAMORANO5750/Details>
- Buckland, G. y Gonzalez, C. A. (2015). The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *British Journal of Nutrition*, 113(S2), S94–S101. <https://doi.org/10.1017/S0007114514003936>
- Campagnol, P. C. B., Dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N. y Pollonio, M. A. R. (2013). The Effect of Soy Fiber Addition on the Quality of Fermented Sausages at Low-Fat Content. *Journal of Food Quality*, 36(1), 41–50. <https://doi.org/10.1111/jfq.12013>
- Champagne, E. T. (2008). Rice Aroma and Flavor: A Literature Review. *Cereal Chemistry*, 85(4), 445–454. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-4-0445>
- Cheetangdee, N. (2017). Effect of partial replacement of porcine fat with pre-emulsified soybean oil using fish protein isolate as emulsifier on characteristic of sausage. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1901–1909. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2623-7>
- Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., Jeong, J.-Y. y Kim, C.-J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, 82(2), 266–271. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.019>
- Claus, J. R., Hunt, M. C. y Kastner, C. L. (1990). Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory, and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods*, 1(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1990.tb00349.x>
- Demeyer D. (Ed.). (2004). *Meat fermentation: principles and application*. In: Hui H. *Handbook of food and beverage fermentation technology*. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203913550-27/meat-fermentation-principles-applications-daniel-demeyer>
- Domínguez, R., Agregán, R., Gonçalves, A. y Lorenzo, J. M [J. M.] (2016). Effect of fat replacement by olive oil on the physico-chemical properties, fatty acids, cholesterol and tocopherol content of pâté. *Grasas Y Aceites*, 67(2), e133. <https://doi.org/10.3989/gya.0629152>
- Ferreira, J. (2024). Health impact of different fats in rats. *Lab Animal*, 53(10), 265. <https://doi.org/10.1038/s41684-024-01448-6>

- Flores Hernández, J. L. (2016). *Efecto de la harina de fibra de trigo (Triticum aestivum) o de soya (Glycine max) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://share.google/wBJDEeJVq6Nlj7t9E>
- García-García, E. y Totosaús, A. (2008). Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ -carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*, 78(4), 406–413. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.003>
- Gómez Salas, G., Arce Rodríguez, M. y Chinnock McNeil, A. (2021). Consumo de fibra dietética en la población urbana Costarricense. *Revista Médica De La Universidad De Costa Rica*, 15(2), 1–13. <https://doi.org/10.15517/rmucr.v15i2.48617>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M [José M.], Cruz, A. G. y Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11(1), 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Guerra, M., Pérez, D., Fernández, M., Hernández, U., Beldarraín, T., Hombre, R. y Rodríguez Frank. (2008). *Productos cárnicos con fibra de soya: una alternativa para la población celíaca*. <https://andeguat.org.gt/wp-content/uploads/2015/03/Productos-c%C3%A1rnicos-con-fibra-de-soya-alternativa-cel%C3%ACacos.pdf>
- Hunter Associates Laboratory. (s.f.). *User's manual for ColorFlex EZ*. https://www.hunterlab.com/media/documents/users_manual_for_colorflex_ez.pdf
- Instituto de nutrición de Centro América y Panamá. (2012). *Tabla de composición de alimentos de centroamérica*. <https://www.sennutricion.org/media/tablas/INCAP.pdf>
- Jaramillo Licardie, M. A. (2009). *Efecto de la adición de aceites de canola y soya en las características físicas, químicas y sensoriales en una salchicha frankfurter de pollo reducida en grasa* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/2813fd7b-d842-4f1c-88fa-1c2aa7c0d0fa>
- Jiménez-Colmenero, F [F.], Carballo, J. y Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5–13. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00053-5)
- Kayaardı, S. y Gök, V. (2004). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, 66(1), 249–257. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00098-6)
- Konieczny, P., Stangierski, J. y Kijowski, J. (2007). Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. *Meat Science*, 76(2), 253–257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.11.006>
- Lee, H.-J., Jung, E.-H., Lee, S.-H., Kim, J.-H., Lee, J.-J. y Choi, Y.-I. (2015). Effect of Replacing Pork Fat with Vegetable Oils on Quality Properties of Emulsion-type Pork Sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(1), 130–136. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.1.130>
- Lin, L., Allemekinders, H., Dansby, A., Campbell, L., Durance-Tod, S., Berger, A. y Jones, P. J. H. (2013). Evidence of health benefits of canola oil. *Nutrition Reviews*, 71(6), 370–385. <https://doi.org/10.1111/nure.12033>

- Lopez de la Torre, Martin, Bellido, D., Monereo, S., Lecube Torelló, A., Sánchez Peña, E. y Tinahones, F. J. (2021). *Ganancia de peso durante el confinamiento por la COVID-19; encuesta de la Sociedad Española de Obesidad*. <https://www.recercat.cat/handle/10459.1/71618>
- Mathias-Rettig, K. y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57–66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- McClements, D. J. y Gumus, C. E. (2016). Natural emulsifiers — Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in Colloid and Interface Science*, 234, 3–26. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2016.03.002>
- MedlinePlus. (2016). *Grasas omega-3: buenas para su corazón*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000767.htm>
- Melgar, E. (2021). *Desarrollo de un chorizo cocido más sostenible y nutricionalmente funcional por medio de la disminución de carne de res por harina de fibra de arveja* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. y Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona — a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59(3), 251–258. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00075-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00075-4)
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F [Francisco] y Sánchez-Muniz, F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(4), 919–930. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.030>
- Organización Mundial de la Salud. (2025). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Parra Galindo, A. M. y Vásquez González, J. G. (2017). *Utilización de una premulsión con aislado de soya (Glycine max) y aceite de palma (Elaeis Guineensis) como sustituto de la grasa de cerdo en una emulsion cárnica* [Tesis de pregrado]. Universidad de Córdoba, España. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/0ed3137a-98cf-4c48-a1c5-b5d730a57ad6/content>
- Resurreccion, A. (2004). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66(1), 11–20. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00021-4)
- Salter, A. M. (2013). Impact of consumption of animal products on cardiovascular disease, diabetes, and cancer in developed countries. *Animal Frontiers*, 3(1), 20–27. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0004>
- Toldrá, F. (2010). *Handbook of Meat Processing*. https://ubblab.weebly.com/uploads/4/7/4/6/47469791/handbook_of_meat_processing.pdf
- U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025*. https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2021-03/Dietary_Guidelines_for_Americans-2020-2025.pdf

- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V. y Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86(1), 196–213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>
- Youssef, M. K. y Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science*, 87(4), 356–360. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.011>

Anexos

Anexo A

Boleta de evaluación sensorial.

Boleta de evaluación sensorial

Prueba de aceptación de chorizo

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Se le presentarán 3 muestras de chorizo, sírvase a evaluar cada muestra de izquierda a derecha. Antes y después de cada muestra debe tomar un sorbo de agua para limpiar su paladar. Indique el grado en que le gusta o disgusta los atributos de cada muestra de acuerdo con los puntajes de la Tabla No.1 anotando sus respuestas en la Tabla No.2, las cuales usted deberá calificar de acuerdo a los siguientes criterios:

Tabla No. 1

| | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------|------------------|-------------------------|---------------|----------|------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente | Me disgusta | Me disgusta poco | Ni me gusta ni disgusta | Me gusta poco | Me gusta | Me gusta moderadamente | Me gusta mucho |

Tabla No. 2

| No Muestra | Apariencia | Color | Olor | Textura | Sabor | Aceptación general |
|------------|------------|-------|------|---------|-------|--------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Comentarios:

Anexo B

Contenido de ácidos grasos en las diferentes grasas utilizadas.

| Contenido de ácidos grasos (g/100 g de grasa total) | | | |
|---|------------------|------------------------|----------------|
| Ácido graso | Aceite de canola | Aceite de oliva virgen | Grasa de cerdo |
| C16:0 (Palmítico) | 4.3 – 4.5 | 10.0 – 14.0 | 22.0 – 26.0 |
| C18:0 (Esteárico) | ≈ 2.0 | ≈ 3.5 | ≈ 12.0 |
| C18:1 cis (Oleico) | ≈ 65.4 | ≈ 70.0 | ≈ 40.0 |
| C18:2 cis,cis (Linoleico) | ≈ 16.3 | ≈ 8.0 | ≈ 15.0 |
| C18:3 (Linolénico) | ≈ 7.5 | ≈ 0.5 | ≈ 1.0 |
| Suma SFA (saturados) | 5 – 8 % | 12 – 20 % | 30 – 40 % |
| Suma MUFA (monoinsaturados) | 60 – 65 % | 65 – 75 % | 35 – 45 % |
| Suma PUFA (poliinsaturados) | 20 – 30 % | 5 – 15 % | 10 – 18 % |

Anexo C

Coefficiente de correlación en atributos de análisis sensorial

| Coeficientes de correlación Pearson, N = 9 | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Prob > r suponiendo H0: Rho=0 | | | | | | |
| | Apariencia | Color | Olor | Textura | Sabor | AG |
| Apariencia | 1 | 0.96178 <.0001 | 0.38032 0.3126 | 0.67696 0.0452 | 0.86415 0.0027 | 0.8878 0.0014 |
| Color | 0.96178 <.0001 | 1 | 0.44907 0.2253 | 0.76301 0.0168 | 0.88323 0.0016 | 0.88318 0.0016 |
| Olor | 0.38032 0.3126 | 0.44907 0.2253 | 1 | 0.64524 0.0606 | 0.6206 0.0745 | 0.58244 0.0998 |
| Textura | 0.67696 0.0452 | 0.76301 0.0168 | 0.64524 0.0606 | 1 | 0.92054 0.0004 | 0.9133 0.0006 |
| Sabor | 0.86415 0.0027 | 0.88323 0.0016 | 0.6206 0.0745 | 0.92054 0.0004 | 1 | 0.97536 <.0001 |
| AG | 0.8878 0.0014 | 0.88318 0.0016 | 0.58244 0.0998 | 0.9133 0.0006 | 0.97536 <.0001 | 1 |