



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



Cuantificación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en salchichas de consumo masivo mediante el empleo de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua

Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

El estudio es parte del Proyecto de investigación “Determinación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en alimentos de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación del método analítico, como aporte a la información nutricional”, aprobado por el Honorable Consejo Universitario y financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la Universidad Técnica de Ambato. Resolución **1596-CU-P-2016**.

Autor: Rosa Amelia Pincay Albán

Tutor: Quím. Lander Vinicio Pérez Aldas

Ambato – Ecuador

Octubre - 2019

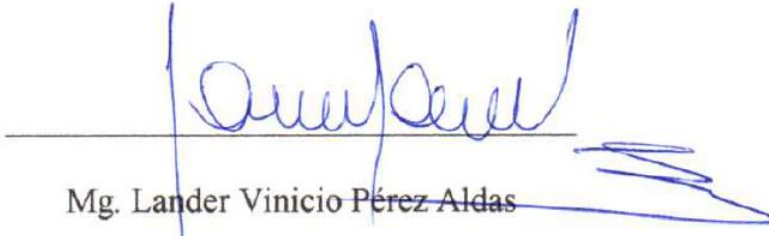
APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 19 de septiembre de 2019



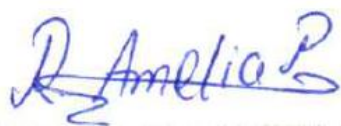
Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

C.I. 180270659-6

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Rosa Amelia Pincay Albán, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas.



Rosa Amelia Pincay Albán

C.I. 095439558-8

AUTORA

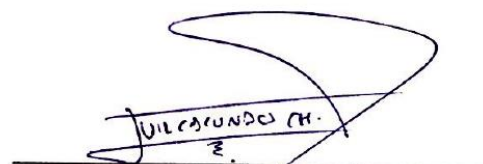
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

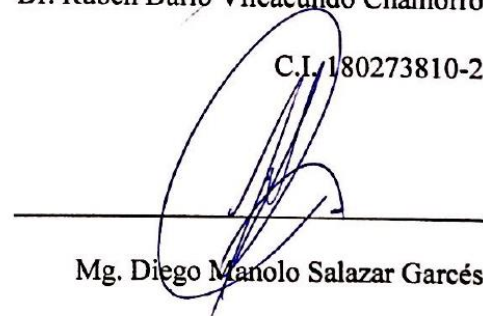


Presidente del Tribunal



Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

C.I. 180273810-2



Mg. Diego Manolo Salazar Garcés


C.I. 180312429-4

Ambato, 14 de octubre de 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto de Investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Srta. Rosa Amelia Pincay Albán

C.I. 095439558-8

AUTORA

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme siempre y brindarme su infinito amor.

A mis padres, Alba y Francisco, por ser el gran ejemplo en mi vida, orientarme a alcanzar mis metas, apoyarme en las decisiones y entregarme siempre su amor.

A mi familia por alentarme siempre a dar lo mejor de mí y a alcanzar mis logros.

A la Sra. Aracelly, por siempre ser un gran apoyo para mí y para mi familia.

A Karen, que a pesar de la distancia siempre conté con ella en todo momento.

A Andrés Enrique, por siempre ser ese amor que me abriga entre las tinieblas y darme su apoyo incondicional.

A mis amigos de carrera, por su cariño sincero, sus consejos, y por darme siempre ese impulso a seguir luchando cada día por los sueños.

A mis profesores, por ser nuestros guías y enseñarnos siempre a superarnos y dar lo mejor de nosotros con todo lo aprendido en las aulas.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Padre celestial, por la vida y la familia que me has regalado.

A mis padres, familia, enamorado y amigos, que en todo momento estuvieron a mi lado motivándome a ser mejor persona y dar lo mejor de mí. En especial a mis tíos, Vivi y Jorge por abrirme las puertas de su casa.

A mi tutor, Quím. Lander Pérez, calificadores Mg. Diego Salazar y Dr. Rubén Vilcacundo e investigadores Mg. Mario Álvarez y PhD. Jorge Briceño por su guía y enseñanza en el desarrollo del proyecto.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por abrirme las puertas a una educación digna y permitir formarme como profesional con amplio conocimiento científico.

Al Proyecto de Canje de Deuda Ecuador-España por abrirme las puertas para el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Seguridad Alimentaria	1
1.1.2 Carne de res.....	2
1.1.3 Salchicha de res.....	2
1.1.4 Los ácidos grasos y su importancia.....	3
1.1.5 Obesidad y problemas cardiovasculares en Ecuador	4
1.1.6 Análisis lipídico	4
1.2 Objetivos.....	5
1.1.1 Objetivo general.....	5
1.1.2 Objetivos específicos	5
1.3 Hipótesis.....	6
1.3.1 Hipótesis Nula.....	6
1.3.2 Hipótesis Alternativa.....	6
CAPÍTULO II	7
METODOLOGÍA	7
2.1 Materiales	7
2.1.1 Materia de análisis.....	7
2.1.2 Material de laboratorio, equipos y reactivos.	7
2.2 Métodos	8
2.2.1 Recolección de las muestras de salchichas	8
2.2.2 Determinación de análisis proximal de las muestras de salchichas	8

2.2.3	Determinación de parámetros físico-químicos.....	10
2.2.4	Evaluación de la calidad de las muestras de salchichas.....	12
2.2.5	Determinación del aporte nutricional de las muestras de salchichas ...	14
2.3	Análisis estadístico	16
CAPÍTULO III.....		17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		17
3.1	Determinación de análisis proximal de las muestras de salchichas	17
3.2	Determinación de los parámetros físico-químicos.	19
3.3	Evaluación de la calidad de las muestras de salchichas	22
3.4	Identificación y cuantificación de los ácidos grasos	26
3.5	Verificación de hipótesis	32
CAPÍTULO IV.....		33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		33
4.1	Conclusiones.....	33
4.2	Recomendaciones	34
MATERIALES DE REFERENCIA		35
	Referencias Bibliográficas.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Provincia y ubicación geográfica del muestreo	7
Tabla 2. Condiciones cromatográficas para la cuantificación de ácidos grasos.	15
Tabla 3. Resultados de los parámetros físico-químicos de las muestras de salchichas	17
Tabla 4. Resultados de los parámetros físico-químicos de las muestras de salchichas	19
Tabla 5. Resultados de calidad de las muestras de salchichas	22
Tabla 6. Resultados los valores de color	24
Tabla 7. Resultados de la cuantificación de los ácidos grasos identificados en las muestras de salchichas	26
Tabla 8. Resultados del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados y trans con sus indicadores	29
Tabla 9. Datos para la identificación y determinación de los ácidos grasos.	52
Tabla 10. Resultados del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados y trans con sus indicadores	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de calibración para la determinación de nitritos	13
Figura 2. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E02	49
Figura 3. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E04	49
Figura 4. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E05	49
Figura 5. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E06	49
Figura 6. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E07	50
Figura 7. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E08	50
Figura 8. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E09	50
Figura 9. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E10	50
Figura 10. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E11	51
Figura 11. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E13	51
Figura 12. Cromatograma de FAME MIX C4-C24	55

RESUMEN

El consumo de salchichas en Ecuador aumenta cada año, así como la obesidad infantil y las enfermedades cardiovasculares que se han estimado como la principal causa de muerte en el país. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el perfil lipídico y la relación de ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados (AGI) de las salchichas producidas en la provincia de Tungurahua, encontrándose entre los ácidos grasos con mayor porcentaje al ácido palmítico ($23,216 \pm 2,558$), ácido esteárico ($12,093 \pm 4,000$), ácido eláídico ($40,849 \pm 3,643$) y ácido linolelaídico ($14,684 \pm 3,647$) determinados mediante cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas y una relación de AGS/AGI ($5,917 \pm 1,685$). Se realizó un análisis proximal de: humedad ($64,451\% \pm 3,677$), cenizas ($3,108\% \pm 0,543$), proteína ($11,718\% \pm 2,059$) y grasa total ($17,988\% \pm 7,466$). Entre los parámetros físico-químicos evaluados se encuentran: actividad de agua ($0,978 \pm 0,006$), ácido láctico ($0,429\% \pm 0,111$) y pH ($6,757 \pm 0,331$). Para el análisis de la calidad se determinaron: cloruros ($2,352\% \pm 0,507$), nitritos ($0,151 \text{ ppm} \pm 0,151$), presencia de almidón y color ($50,422 \pm 2,470 \text{ L}^*$; $20,114 \pm 4,351 \text{ a}^*$; $16,893 \pm 2,421 \text{ b}^*$).

Palabras clave: salchichas, ácidos grasos saturados, ácidos grasos insaturados, ácidos grasos trans, cromatografía de gases acoplado a masas.

ABSTRACT

Sausage consumption in Ecuador increases every year, as does childhood obesity and cardiovascular diseases that have been estimated as the leading cause of death in the country. This study aimed to determine the lipid profile and the ratio of saturated fatty acids (AGS) and unsaturated (AGI) sausages produced in the province of Tungurahua, being among the fatty acids with the highest percentage of palmitic acid ($23,216 \pm 2,558$), stearic acid ($12,093 \pm 4,000$), elaidic acid ($40,849 \pm 3,643$) and linolelaidic acid ($14,684 \pm 3,647$) determined by gas chromatography coupled to mass spectrophotometry and an AGS / AGI ratio ($5,917 \pm 1,685$). A proximal analysis of: humidity ($64,451\% \pm 3,677$), ashes ($3,108\% \pm 0,543$), protein ($11,718\% \pm 2,059$) and total fat ($17,988\% \pm 7,466$) was performed. Among the physical-chemical parameters evaluated are: water activity (0.978 ± 0.006), lactic acid ($0.429\% \pm 0.111$) and pH (6.757 ± 0.331). For the quality analysis were determined: chlorides ($2.352\% \pm 0.507$), nitrites ($0.151\text{ppm} \pm 0.151$), presence of starch and color ($50,422 \pm 2,470 \text{ L }^*$; $20,114 \pm 4,351 \text{ a }^*$; $16,893 \pm 2,421 \text{ b }^*$).

Keywords: sausages, saturated fatty acids, instilled fatty acids, trans fatty acids, gas chromatography coupled to masses.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Seguridad Alimentaria

En la década de los 70 surge el concepto de Seguridad Alimentaria basándose en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global (FAO, 2011). Pero no fue hasta que en 1996 en la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) se definió a la Seguridad Alimentaria como: *“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”*, manteniéndose dicho concepto hasta la actualidad como lo manifiesta la **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Programa Mundial de Alimentos (WFP) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), (2018)**.

Cabe recalcar, que en el Art. 13 de las Normas de Regulación dentro de la **Constitución de la República del Ecuador, (2008)** se señala que “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”. Por ello, la importancia de determinar el contenido de ácidos grasos que presentan las salchichas que son producidas en la provincia de Tungurahua, al ser un alimento de consumo masivo.

Actualmente, en Ecuador la seguridad alimentaria se encuentra en constante crecimiento. Sin embargo, el término seguridad sanitaria que respecta al modo en que se deben consumir los alimentos no ha sido incorporado hasta el momento como lo establece la FAO (Nina, Fernández, Flores, & López; 2016). Entre el predominio de tasas más altas de desnutrición crónica infantil entre los países de América Latina y El Caribe se encuentra Ecuador, a pesar de que cuenta con leyes de alimentación saludable regulando el etiquetado de los productos alimentarios según la **FAO & OPS, (2017)**.

1.1.2 Carne de res

La carne de res ha estado relacionada con la evolución de la humanidad por su componente importante en una dieta saludable y bien equilibrada debido a su riqueza nutricional, considerándose como un alimento de alto valor biológico por su contenido de proteínas, grasas, vitaminas (niacina, colina y B12) y minerales (hierro, calcio, selenio y zinc) (Pereira & Vicente, 2017; Barragán, Mahecha, Angulo & Olivera; 2018). Montoya, García & Barahona, (2015) aseguran haber encontrado como principales ácidos grasos en la carne al ácido palmítico y ácido oleico en un valor de 30,76 y 35,62 g/100 g respectivamente de ácidos grasos totales.

Cabe recalcar que el contenido de grasas en la carne depende de varios factores, siendo el de mayor relevancia la fuente alimenticia de los animales durante la fase de crecimiento. La grasa tiene dos efectos en la carne, puede realzar los sabores y servir como medio de transporte de vitaminas liposolubles existentes en la carne (Ayala, 2018). Los derivados cárnicos pueden contribuir a la ingesta de grasas, ácidos grasos saturados y colesterol, que en cantidades inapropiadas pueden tener consecuencias negativas para la salud (Olmedilla & Jiménez, 2014).

Ecuador produce 181 488 toneladas de carne al año, de las cuales el ecuatoriano consume aproximadamente 10 kg de carne de res anualmente (Revista Líderes, 2015), siendo uno de los alimentos imprescindibles en la dieta de las familias ecuatorianas.

1.1.3 Salchicha de res

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1338, 2012) define a la salchicha como un “*producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos*” e indica que de acuerdo a su contenido proteico se puede clasificar en: TIPO I, II y III. Según datos proporcionados por Ipsa Group, en Ecuador se consumen 3 kilos de embutidos por persona anualmente y la demanda aumenta a una tasa de 5% anual según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2012).

Los alimentos elaborados a base de carne con ingredientes que aportan beneficios a la salud se vuelven cada vez más conocidos con el tiempo, ofreciendo así, una alternativa en el consumo de alimentos que mantengan o mejoren la calidad de vida de las personas (Meneses, Molina & Vargas; 2012).

El aumento del consumo de los derivados cárnicos se ha visto reflejado desde el año 2012 en Ecuador, puesto que, según la encuesta Ensanut, realizada por el Ministerio de Salud y el INEC, su consumo aumenta progresivamente conforme al incremento de edad, disminuyendo a partir de los 51 años y de acuerdo al sexo, los hombres tienden a consumir en mayores cantidades que las mujeres (**Freire et al., 2014**).

El consumo de carnes rojas se debe limitar, como máximo se recomienda consumir 500 gramos semanal y de embutidos muy poco o preferiblemente nada según el World Cancer Research Fund International (**WCRF, 2018**). Un estudio realizado por la IARC ha estimado por datos de 10 investigaciones que por cada 50 gramos de carne procesada que se consume aumenta un 18% el riesgo de cáncer colorrectal diariamente (**Bouvard et al., 2015**).

1.1.4 Los ácidos grasos y su importancia

Las grasas y aceites contribuyen a la forma más común del consumo de los lípidos. Los lípidos son nutrientes tan necesarios como las proteínas y los carbohidratos, aunque a pesar de su importante aporte al beneficio de la salud y nutrición en los seres humanos, estos también son responsables de muchos problemas de salud en la sociedad (**Valenzuela & Morgado, 2005**). Siendo de gran interés social el determinar el contenido lipídico que un alimento presenta y mucho más cuando este se consume de forma masiva.

Los ácidos grasos se clasifican en saturados e insaturados. Los primeros se caracterizan por su simple enlace entre los átomos de carbono, se encuentran presente en las grasas de origen animal y son sólidos a temperatura ambiente en su mayoría. Mientras que los insaturados presentan uno o varios dobles enlaces en su cadena y por lo general son líquidos a temperatura ambiente (**Peñafiel, 2011**). Los ácidos grasos insaturados se clasifican en monoinsaturados y poliinsaturados. Estos se diferencian en que el primero posee un solo doble enlace en su estructura, mientras que los poliinsaturados contienen dos o más dobles enlaces, los mismos que pueden reaccionar fácilmente con el oxígeno produciendo el enranciamiento de la grasa (**Carbajal, 2013**).

La salud y bienestar se ha convertido en una de las decisiones más relevantes por parte de los consumidores actualmente. Dentro de una dieta sana y equilibrada, los derivados cárnicos contribuyen a la ingesta de diversos nutrientes necesarios para ciertos

requerimientos metabólicos, y con ello mantener una nutrición adecuada. Pero, también aporta a la ingesta de grasas, ácidos grasos saturados, colesterol, sal y otras sustancias que tienen efectos negativos sobre la salud (**Bou, Cofrades, & Jiménez; 2017**).

1.1.5 Obesidad y problemas cardiovasculares en Ecuador

En Ecuador el sobrepeso y obesidad afecta a la población adulta en un 62,8% y adultos mayores en un 59%, sobrepasando los 5 millones de habitantes. El consumo inadecuado de proteínas predomina en la Sierra rural con un 10,9%. El Ministerio de Salud junto al Instituto Nacional de estadísticas y Censos a través de la última encuesta Ensanut 2011-2013 ha identificado que de cada 10 ecuatorianos adultos 6 tienen sobrepeso, teniendo más de 5 millones de personas con sobrepeso en el país y para ello recomiendan realizar como mínimo tres horas a la semana de actividad física y mejorar la alimentación (**INEC, 2013**).

La muerte por enfermedades cardiovasculares ha sumado casi 12000 víctimas en Ecuador, siendo el 51,68% hombres. La causa principal de muerte masculina en 2016 fue por enfermedades isquémicas del corazón con un 10,15%. El mismo año, la OPS realizó un estudio sobre el riesgo de llegar a padecer enfermedades cardíacas y registró que la población adulta posee un 30% de riesgo (**INEC, 2016**).

1.1.6 Análisis lipídico

La carne es un alimento que presenta alta humedad y sus lípidos no se encuentran libres, además en alimentos como la salchicha de res, que han sufrido un tratamiento térmico previo su grasa se suele ligar con proteínas o hidratos de carbono, necesitando de un pre-tratamiento la muestra para que se pueda extraer su grasa (**Masson, 2016**).

De acuerdo a la función celular, existen los ácidos grasos esenciales que producen metabolitos que pueden generar efecto positivo o negativo para la salud, dependiendo del ácido graso que se ha consumido en la dieta y sobre todo por la relación ω -6/ ω -3 (**Sanhueza, Durán & Torres; 2015**).

La abundancia de ácidos grasos libres puede causar enfermedades como la lipotoxicidad hepática dado por el alto consumo de ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga ω -3

generan un efecto protector ante las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (**Hernández, Morales, Valenzuela, Morales & Valenzuela; 2016**).

La cromatografía de gases se considera como la técnica más ampliamente utilizada. En comparación con otras técnicas, ésta presenta gran capacidad de separación y sensibilidad al analizar compuestos volátiles (**Gutiérrez & Droguet; 2002**). Esta técnica consiste en la elución de la muestra por una fase móvil de un gas inerte, permitiendo que la muestra no interaccione con la fase móvil, siendo su única función la de transportar el analito a través de la columna (**Pássaro et al., 2016; UA, 2010**).

Previo a la identificación y cuantificación de los ácidos grasos en el cromatógrafo de gases se requiere formar metil-ésteres dado que estos se caracterizan por ser compuestos más volátiles que los propios ácidos grasos (**Medina, 2014**)

1.2 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Cuantificar el perfil de ácidos grasos saturados e insaturados en salchichas tipo II producidas en la provincia de Tungurahua.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en las muestras de salchichas tipo II, empleando cromatografía de gases.
- Analizar la calidad nutricional de las muestras de salchichas tipo II, de acuerdo con su contenido de ácidos grasos.
- Evaluar la calidad y los parámetros fisicoquímicos de las muestras de salchichas tipo II como información complementaria.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis Nula

La relación de ácidos grasos saturados e insaturados no tienen diferencia significativa entre las muestras recolectadas en la provincia de Tungurahua de las empresas de salchicha de res, así como sus parámetros físico-químicos, calidad y aporte nutricional.

1.3.2 Hipótesis Alternativa

La relación de ácidos grasos saturados e insaturados presentan diferencia significativa entre las muestras recolectadas en la provincia de Tungurahua de las empresas de salchicha de res, así como sus parámetros físico-químicos, calidad y aporte nutricional.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Materia de análisis

Las muestras se recolectaron de empresas productoras de derivados cárnicos tanto de manera artesanal como industrial en tres cantones de la provincia de Tungurahua: Ambato, Pelileo y Píllaro. Se tomaron las muestras de 10 empresas en referencia a la información facilitada por el Ministerio de Industrias y Productividad de acuerdo a su base de datos y registro de la provincia.

Tabla 1. Provincia y ubicación geográfica del muestreo

Código de muestra	Provincia	Ubicación geográfica*
UTA-FCIAL-DC-E02	Ambato	17S 767574 9866260
UTA-FCIAL-DC-E04	Ambato	17S 768518 9864247
UTA-FCIAL-DC-E05	Pelileo	17S 773300 9852681
UTA-FCIAL-DC-E06	Ambato	17S 768339 9864731
UTA-FCIAL-DC-E07	Ambato	17S 760144 9858249
UTA-FCIAL-DC-E08	Ambato	17S 765584 9865186
UTA-FCIAL-DC-E09	Ambato	17S 768481 9864282
UTA-FCIAL-DC-E10	Píllaro	17S 764117 9862491
UTA-FCIAL-DC-E11	Pelileo	17S 773562 9853074
UTA-FCIAL-DC-E13	Pelileo	17S 773513 9853027

*El sistema de coordenadas corresponde al Sistema Universal Transversal del Mercator 1940 (UTM), expresadas en metros al nivel del mar.

2.1.2 Material de laboratorio, equipos y reactivos.

Se empleó material de vidrio de laboratorio descrito en cada método desarrollado, así como equipos de los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, y reactivos de laboratorios certificados.

2.2 Métodos

2.2.1 Recolección de las muestras de salchichas

Las muestras de salchichas se recolectaron aplicando un protocolo colombiano del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA, 2015) en empresas de la provincia de Tungurahua dedicadas a la elaboración del producto, ya sea de forma artesanal o industrial, garantizando que la muestra sea representativa. Al ser un alimento sólido, la cantidad de muestra que se requirió fue de 200 g, se recogieron asépticamente con instrumentos esterilizados y depositados en fundas Ziploc. Se refrigeró y mantuvo a una temperatura de 4-6°C durante la experimentación.

2.2.2 Determinación de análisis proximal de las muestras de salchichas

○ **Humedad**

Para la determinación de la humedad en las muestras se utilizó el equipo (Mettler Toledo HX204 Moisture Analyzer), donde se pesó aproximadamente 3 g de la muestra previamente cortado en pequeñas partes para su análisis. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado.

○ **Cenizas**

La determinación de cenizas se realizó según el método AOAC 39.1.09 que consistió en pesar aproximadamente 3 g de cada muestra en crisoles previamente tarados, se colocaron los crisoles en una estufa (HASUC) a 105°C por 1 hora para eliminar el agua contenida en la muestra y luego se realizó la eliminación de compuestos orgánicos de la muestra y oxidación de sustancias minerales mediante su calcinación por vía seca en la mufla (Nabertherm) a una temperatura de 550 ± 5°C por 4 horas, se los colocó en un desecador hasta que llegaron a temperatura ambiente y se registró su peso final. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado. El cálculo del porcentaje de cenizas se determina mediante la Ec. 1.

$$\% \text{ Cenizas} = \left[\frac{(PC - C)}{P} \right] * 100$$

(Ec. 1)

Dónde: PC: Peso final (Peso del crisol después de la calcinación) (g)

C: Peso del crisol tarado (g)

P: Peso de la muestra (g)

○ **Contenido proteico**

La determinación de proteína se llevó a cabo por el método AOAC 2001.11. Para ello se pesó 1 g de muestra previamente rallada sobre el papel celofán, este se envolvió y se colocó en el tubo de digestión junto con la pastilla Kjeldahl y 15 ml de ácido sulfúrico al 96% (EMSURE) para ser introducidos en el digestor (Kjeldatherm, Gerhardt) por 1 hora. Realizada la reacción de digestión se esperó que los tubos estén a temperatura ambiente, para añadir 70 ml de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) en cada uno de los tubos.

Posterior a ello, se embocó el tubo de digestión y un matraz Erlenmeyer que contenía 30 ml de ácido bórico (ACS, MERCK) al 4% en el destilador de nitrógeno (Vapodest, Gerhardt); para llevarse a cabo la destilación de nitrógeno. La destilación se llevó a cabo en 3 tiempos: se absorbió hidróxido de sodio (EMSURE) al 40% por 5 segundos, se programó para el tiempo de reacción en 10 segundos y el tiempo de destilación en 390 segundos con una salida de vapor de 100% hasta que se obtuvo un volumen aproximado de 250 ml en el matraz. Por último, se realizó un lavado con agua destilada después de cada muestra por 280 segundos.

Finalmente, el contenido del matraz Erlenmeyer se tituló con ácido clorhídrico (ACS FISHER SCIENTIFIC) 0,0946 N previamente valorado hasta que se viró la coloración de verde a fucsia. El cálculo del porcentaje de cloruros se realizó mediante la Ec. 2.

$$\% \textit{Proteína} = 6,25 * 14,007 * \left[\frac{(V_{HCl} * N_{HCl})}{P} \right] * 100$$

(Ec. 2)

Dónde: 6,25: Factor proteínico

14,007: Peso atómico del nitrógeno

V_{HCl}: Volumen de nitrato de plata titulado (ml)

N_{HCl}: Concentración normal del nitrato de plata

P: Peso de la muestra (mg)

○ **Contenido de Grasa Total**

Se basó en el método AOAC 991.36, para ello se pesó de 8 a 10 g de cada muestra en cápsulas previamente taradas, se colocaron los crisoles en una estufa (HASUC) a 105°C por 1 hora para eliminar el agua contenida en la muestra. Se empleó el equipo (VELP SCIENTIFICA, SER 148) para la extracción de grasa total, se colocó la muestra en los dedales y sobre ella se colocó algodón. Se colocaron 50 mL de hexano de grado reactivo (ACS FISHER SCIENTIFIC) en vasos (VELP SCIENTIFICA) y la extracción se efectuó durante 6 horas 30 minutos. El tiempo de extracción consistió en 3 horas de calentamiento, 3 horas de lavado y 30 minutos de recuperación del solvente.

Los vasos (VELP SCIENTIFICA) se colocaron en la estufa (HASUC) a 105°C por 1 hora para eliminar completamente el solvente. Se colocó en el desecador y se registró su peso. El cálculo del porcentaje de grasa total se realizó mediante la Ec. 3.

$$\% \text{ Grasa Total} = \left[\frac{(PC - C)}{P} \right] * 100$$

(Ec. 3)

Dónde: **PC**: Peso final (Peso del vaso después de la extracción sin solvente) (g)

C: Peso del vaso tarado (g)

P: Peso de la muestra (g)

2.2.3 Determinación de parámetros físico-químicos

○ **Actividad de agua**

Para determinar la actividad de agua se empleó el equipo (AQUA LAB Dew Point Water Activity Meter 4TE), en el cual se requería realizar un pre-tratamiento que consistió en moler cada muestra de salchicha en un mortero con la ayuda de un pistilo, se llenó totalmente el recipiente circular del equipo con agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) para su calibración, y así mismo se enrasó con la muestra y

se colocó en el equipo para su lectura. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado.

○ **Acidez titulable**

Se pesaron 10 g de muestra y se licuaron con 60 mL de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) en una licuadora (Osterizer). Posteriormente, se colocó la muestra licuada en los vasos porta muestra del titulador automático (Mettler Toledo G20 Compact Titrator), el equipo se encargó de realizar la titulación con hidróxido de sodio (EMSURE) 0,1 N y empleando 0,5 mL de fenolftaleína como indicador. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado. El cálculo del porcentaje de ácido láctico se realizó mediante la Ec. 4.

$$\% \text{ Ácido láctico} = 0,09 * 1,01 * \left[\frac{(V_{NaOH} * N_{NaOH})}{P} \right] * 100$$

(Ec. 4)

Dónde: 0,09: Factor del peso equivalente del ácido láctico

1,01: Factor de dilución

V_{NaOH}: Volumen de hidróxido de sodio titulado (ml)

N_{NaOH}: Concentración normal de hidróxido de sodio

P: Peso de la muestra (g)

○ **pH**

Se pesaron 10 g de muestra y se licuaron con 60 mL de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) en una licuadora (Osterizer). Posteriormente, se colocó la muestra licuada en vasos de precipitación de 100 mL y se midió el pH con un potenciómetro (Mettler Toledo SevenCompact). El análisis de cada muestra se realizó por duplicado.

2.2.4 Evaluación de la calidad de las muestras de salchichas

○ **Concentración de cloruros**

Se pesó 1 g aproximadamente de la muestra en un matraz Erlenmeyer, se extrajo el cloruro de sodio agregando agua hirviendo ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) y se tituló los cloruros con nitrato de plata 0,1 N según el método de Mohr. Este método consistió en emplear 2 gotas de cromato de potasio al 5% como indicador. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado. El cálculo del porcentaje de cloruros se realizó mediante la Ec. 5.

$$\% \text{ Cloruro de sodio} = 0,05844 * \left[\frac{(V_{AgNO_3} * N_{AgNO_3})}{P} \right] * 100$$

(Ec. 5)

Dónde: 0,05844: Factor del peso equivalente del cloruro de sodio

V_{AgNO₃}: Volumen de nitrato de plata titulado (ml)

N_{AgNO₃}: Concentración normal del nitrato de plata

P: Peso de la muestra (g)

○ **Concentración de Nitritos**

La metodología para nitritos se basó en la medición espectrofotométrica de un cromóforo formado por la reacción de los nitritos que se encontraron presentes en la muestra analizada, con 1-naftil-etilen-diamina (NED) y sulfanilamida. Se empleó el método AOAC 973.31 donde se pesó 1 g aproximadamente de la muestra previamente molida, se diluyó en 8mL de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) caliente a 80°C, se trasvasó en balones de aforo de 50 mL y se hizo 2 lavados con 2 mL de agua caliente. Los balones de aforo con las muestras se mantuvieron a baño maría por 2 horas y el extracto acuoso luego de alcanzar la temperatura ambiente se aforó y se filtró. Se transfirió una alícuota de 2 mL del filtrado a un balón de 10 mL, 0,5 mL de sulfanilamida y se agitó. Después, de 5 minutos se adicionaron 0,5 mL de NED y se midió la absorbancia a 540 nm en celdas de cuarzo en espectrofotómetro UV-VIS (Hach, DR 5000). El análisis de cada muestra se realizó por duplicado y cada

una con 3 repeticiones. Se determinó la concentración de nitritos en las muestras por interpolación de la curva de calibración de la Figura 1 mediante la Ley de Beer con la ecuación de la recta (Ec. 6), la misma que se realizó a partir de soluciones estándar de nitrito de sodio a concentraciones de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 ppm y sus lecturas de absorbancia.

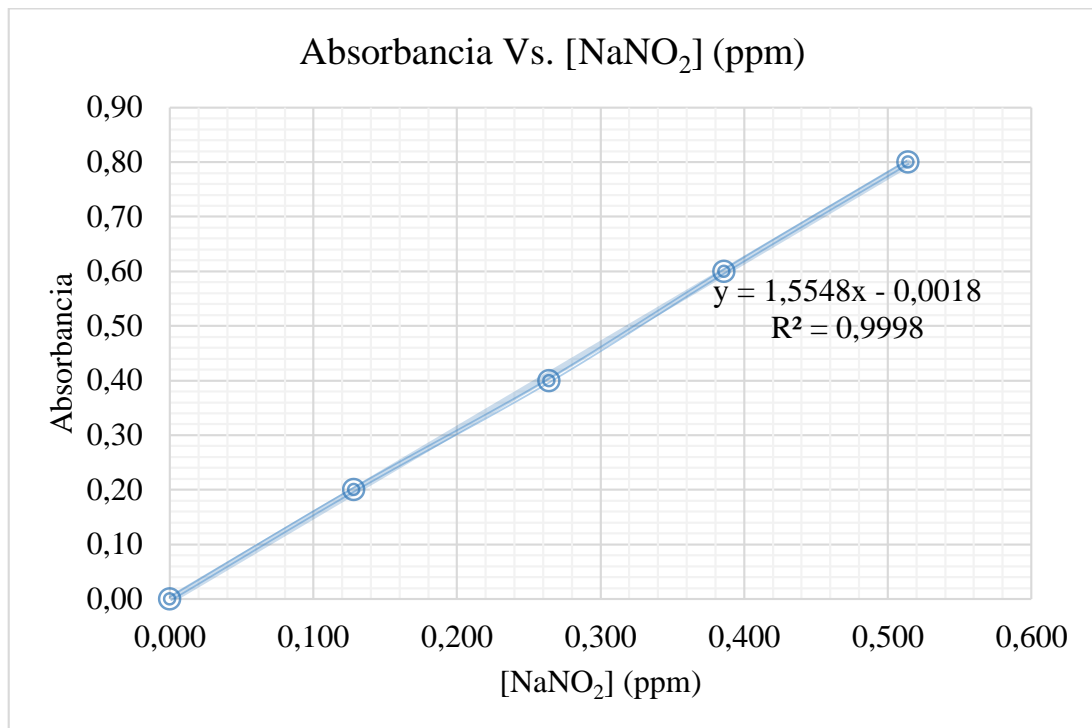


Figura 1. Curva de calibración para la determinación de nitritos

$$[NaNO](ppm) = \left[\frac{\overline{Abs} * 0,0018}{1,5548} \right]$$

(Ec. 6)

Dónde: \overline{Abs} : Media de las 3 lecturas de las réplicas

0,0018: Valor de la pendiente de la curva de calibración

1,5548: Valor de la ordenada al origen de la curva de calibración

- **Almidón**

Para reconocer la presencia de almidón se emplearon dos gotas del reactivo de Lugol, produciendo una coloración azul intensa. El análisis de cada muestra se realizó por duplicado. Se indicó si la prueba fue positiva o negativa para cada muestra.

- **Color**

En la determinación de color se empleó el equipo Lovibond. Primero, se calibró el equipo con su base de color blanco mate con el botón lateral y luego se realizó la lectura de la muestra. Previamente, la muestra se cortó transversalmente y se la colocó en una caja Petri de vidrio de 60 x 11 mm y se realizó su lectura por duplicado y cada una con 10 mediciones de los valores L*, a* y b*.

2.2.5 Determinación del aporte nutricional de las muestras de salchichas

- **Extracción de grasas**

La grasa de las salchichas se extrajo por el método de Bligh & Dyer (1959), donde se pesó 5 g de muestra en tubos de centrifuga de 50 mL. Se agregaron 6,7 mL de cloroformo (AR LOBACHEMIE), 1,7 mL de metanol extra puro 99,5% (LOBACHEMIE) y 1,4 mL de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) en la campana de extracción de gases, se colocaron los tubos cubiertos de papel aluminio en un agitador horizontal por 1 hora a 280 rpm, se centrifugaron por 10 minutos a 5000 rpm y se agregaron 5 mL de KCl a 0,88%. Los tubos se dejaron reposar por 72 horas en un lugar oscuro para permitir la separación de las dos fases y se succionó la fase acuosa. Se colocó la fase orgánica en el rotavapor (EYELA) a 33°C, 26% de velocidad de vórtice y 400 mbar de presión para recuperar el solvente.

- **Metil-esterificación de ácidos grasos**

Para este proceso se tomó una cantidad de muestra de la grasa extraída previamente y se le agregaron 2 mL de hidróxido de potasio (EMSURE) con metanol extra puro 99,5% (LOBACHEMIE) al 0,5 M. La mezcla se llevó a un baño María en ebullición por 10 minutos. Luego, se dejó enfriar a temperatura ambiente, se colocó 1 mL de ácido clorhídrico (ACS FISHER SCIENTIFIC) metanólico (1:4 v/v) y posteriormente

se mantuvo en baño María de 50°C por 25 minutos. Finalmente, se añadieron 3 mL de agua ultra pura Milli-Q (THERMO SCIENTIFIC) y 10 mL de hexano de grado cromatográfico (FISHER SCIENTIFIC) y se homogenizó en el VORTEX. Para la lectura en el cromatógrafo se dejó reposando un lapso de 2 horas como mínimo y se extrajo 1,5 mL del extracto de hexano con jeringas de 1 mL. Finalmente, se inyectó la muestra en viales Agilent Technology con la ayuda de microfiltros (Econofilter) para su posterior lectura.

○ **Identificación y cuantificación de los ácidos grasos**

Para ello se empleó la técnica de cromatografía gaseosa, la cual, se llevó a cabo en el cromatógrafo Agilent Technologies 7890B GC System acoplado a un detector de masas 5977^a GC/MSD, autosampler 7693. Las condiciones en el que se realizó el análisis se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Condiciones cromatográficas para la cuantificación de ácidos grasos.

Parámetros	Condiciones
Volumen de inyección	0,3 µL
Temperatura de inyector	250°C
Tipo de inyección	Split a 15 mL/min
	Agilent HP-88
Columna	Longitud: 60m
	Diámetro; 0,25mm
	Espesor: 0,25µm
Flujo	1,4 ml/min
Gas portador	Helio 99,999% de pureza
Temperatura inicial	80°C
Rampa de temperatura 1	10°C/min hasta 120°C; 4 min
Rampa de temperatura 2	20°C/min hasta 140°C; 5 min
Rampa de temperatura 3	2°C/min hasta 200°C; 45 min
Temperatura del detector	240°C
Tiempo total de análisis	53 min
Sistema de detección	Detector de masas

La proporción se determinó con el patrón de referencia (FAME MIX C4-C24, Supelco), por medio de una analogía con la biblioteca NIST14.L y el factor de calibración, el mismo que se calculó a partir de la relación entre porcentaje de área determinada para cada pico en su tiempo de retención y el porcentaje en peso del metil de cada uno de los compuestos que forma el patrón. Esto dado que la intensidad de la señal del detector depende no sólo de la concentración sino también del tipo de compuesto en el cromatograma (Esteves, 1991). El factor de calibración se determinó mediante la Ec. 7.

$$f_i = \left[\frac{C_{iM}}{A_{iM}} \right]$$

(Ec. 7)

Dónde: f_i : Factor de calibración para el compuesto i

C_{iM} : Concentración del compuesto i en la mezcla del patrón (%)

A_{iM} : Porcentaje de área del compuesto i (%)

2.3 Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA de un solo factor en el paquete estadístico Statgraphics Centurion para determinar si existía o no diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el análisis proximal, los parámetros físico-químicos, la calidad nutricional y el perfil lipídico de las muestras de salchichas, aplicando la prueba de Tukey. El análisis se realizó por duplicado expresando su media y la desviación estándar, a excepción del contenido proteico.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación de análisis proximal de las muestras de salchichas

El análisis proximal permite conocer el contenido de humedad, cenizas, proteína y grasa total en los alimentos por medio de porcentajes. En la siguiente tabla 3, se muestran los resultados del análisis en las salchichas.

Tabla 3. Resultados de los parámetros físico-químicos de las muestras de salchichas

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína bruta (%)	Grasas Total (%)
UTA-FCIAL-DC-E02	66,715±1,450	2,668±0,020	9,546	6,691±1,306
UTA-FCIAL-DC-E04	66,275±0,827	3,242±0,102	12,969	18,005±2,476
UTA-FCIAL-DC-E05	70,760±0,255	2,523±0,068	12,159	9,324±0,285
UTA-FCIAL-DC-E06	66,515±1,563	3,436±0,179	10,840	18,132±6,546
UTA-FCIAL-DC-E07	59,905±0,290	3,443±0,024	10,658	16,449±0,481
UTA-FCIAL-DC-E08	63,165±0,148	4,311±0,008	15,685	12,860±0,973
UTA-FCIAL-DC-E09	67,265±0,021	2,682±0,080	13,626	19,787±0,366
UTA-FCIAL-DC-E10	64,135±0,714	3,331±0,110	12,175	21,055±0,112
UTA-FCIAL-DC-E11	59,505±1,181	2,679±0,154	10,896	32,330±1,509
UTA-FCIAL-DC-E13	60,270±0,014	2,766±0,096	8,630	25,247±0,235

Los valores corresponden a la media \pm la desviación estándar

El porcentaje de humedad en las muestras se encuentran entre 59,505 a 67,265 % y se aprecia diferencia significativa entre las muestras, siendo la E11 y la E5 la de menor y mayor porcentaje respectivamente, esto se puede deber a la cantidad de agua que se agrega en cada muestra de acuerdo a la formulación de cada empresa. Según el **INEN (1996)** el valor de humedad máximo es de 65%, lo que permite deducir que hay sólo cinco empresas que cumplen con la normativa.

Valores similares se han reportado en un estudio realizado por **Mahecha, Molina & Galeano (2011)** donde se determinó la humedad en cuatro formulaciones diferentes, arrojando datos entre 55,84 a 62,71%, mencionando que los de valores más altos pudieron haberse dado por la mezcla de especias. Así mismo se han indicado valores diferentes a los determinados, como en el estudio de salchicha Frankfurt elaborado por **Banda (2010)**, donde determinó 67,87 % de humedad, un valor mayor al de las muestras.

Gallastegui et al., (2018) determinaron la relación de la composición química de salchichas, así como un valor de humedad de 69,08%. **Tirado, Montero & Acevedo, (2015)** indican que en un estudio realizado para comparar métodos de determinación de humedad se señaló un valor de 57,32% por el método convencional en estufa. Los valores de los dos estudios se encuentran dentro de los determinados en las muestras de salchichas estudiadas.

En una comparación de salchichas portuguesas y serbias se determinó que éstas contenían un 24,3 y 29,9% de humedad respectivamente (**Alves et al., 2015**), valores dados por el proceso de fermentación al que se sometieron las salchichas.

Los valores de porcentaje de cenizas se encuentran en un rango de 2,523 a 4,311%, presentando diferencia significativa entre las muestras, siendo la E8 la de mayor porcentaje, encontrándose fuera del valor de la media. La diferencia significativa se puede dar por la variación de contenido mineral que se puede hallar entre las salchichas de estudio. Los valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma (**INEN ,1996**), siendo de 5% el máximo. **Banda (2010)** registró 7,35 % de cenizas en su análisis de la salchicha tipo Frankfurt con grasa vegetal y almidón de papa de 75 y 5% correspondientemente.

González, Totosaus, Caro, & Mateo (2013) reportaron valores de 5,02 y 5,22% de cenizas en chorizos de carnicerías y mercados rurales en la ciudad de México, valores que se pueden presentar por la adición de sales. Por lo que, se puede inferir que las muestras no tienen mayor contenido de sales, sin embargo, aumenta la probabilidad de que se puedan desarrollar bacterias.

El porcentaje de proteína bruta se encuentra entre 8,630 y 15,685 %. **INEN 1338 (2010)** indica que el porcentaje de proteína mínimo debe ser de 12 %, por lo tanto, la mitad

de muestras no cumplen la normativa. Las proteínas se encuentran siendo fundamentales para el crecimiento y buen desarrollo de los huesos de los niños (Jiménez, 2014).

En un estudio realizado por Méndez *et al.* (2015) determinaron un porcentaje similar de proteína en salchichas, siendo de 10,24%. Mientras, Sousa *et al.* (2017) reportaron un valor de 18,31 %, mayor al de las muestras de estudio. Guerrero, Ríos & Ancona (2003) indican que un contenido proteico óptimo de 3,5 % favorece la calidad fisicoquímica y nutritiva del producto.

El contenido de grasa total presenta valores entre 6,691 a 32,330%, por lo tanto, existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las muestras, siendo E2 y E5 las de menor porcentaje y E13 y E11 las de mayor contenido total lipídico. La diferencia significativa se puede deber a la procedencia de la carne empleada en la elaboración de las salchichas, debido a que la alimentación del ganado desempeña un rol fundamental en la composición de los productos. Las empresas E13 y E11 no se encuentran dentro del valor permitido según la INEN (1996) siendo de 25% como máximo, mientras que el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 1982) señala que el contenido de grasa total no debe sobrepasar el 28%.

Mahecha, Molina & Galeano (2011) reportaron que las diferencias que se pueden encontrar en el contenido de grasa y proteína entre muestras pueden deberse a variaciones en las formulaciones del producto. Y entre sus porcentajes de proteína también reportaron valores entre 8,46 y 12,81%, cercanos a los determinados.

3.2 Determinación de los parámetros físico-químicos.

Los parámetros físico-químicos permiten que el alimento mantenga la estabilidad necesaria, por ello se requirió determinar la actividad de agua, ácido láctico y pH. En la siguiente tabla 4, se muestran los resultados de los parámetros físico-químicos en las salchichas.

Tabla 4. Resultados de los parámetros físico-químicos de las muestras de salchichas

Muestra	Actividad de agua (aw)	Ácido láctico (%)	pH
UTA-FCIAL-DC-E02	0,983±0,004	0,389±0,017	7,165±0,007

UTA-FCIAL-DC-E04	0,978±0,001	0,482±0,012	7,140±0,014
UTA-FCIAL-DC-E05	0,984±0,000	0,473±0,003	6,970±0,014
UTA-FCIAL-DC-E06	0,979±0,002	0,420±0,008	7,100±0,071
UTA-FCIAL-DC-E07	0,971±0,002	0,364±0,009	6,645±0,474
UTA-FCIAL-DC-E08	0,964±0,000	0,706±0,002	6,245±0,007
UTA-FCIAL-DC-E09	0,984±0,001	0,416±0,003	6,480±0,014
UTA-FCIAL-DC-E10	0,978±0,000	0,419±0,008	6,705±0,007
UTA-FCIAL-DC-E11	0,978±0,001	0,310±0,002	6,650±0,028
UTA-FCIAL-DC-E13	0,981±0,003	0,310±0,005	6,470±0,014

Los valores corresponden a la media \pm la desviación estándar

La actividad de agua presenta valores que van desde 0,964 a 0,984, existiendo diferencia significativa entre las muestras, siendo la E8 y la E9 la de menor y mayor valor respectivamente, esto se pudo dar por la diferencia en textura entre las muestras de salchichas. Este parámetro permite determinar el tiempo de vida útil en un alimento, y los derivados cárnicos se encuentran entre los intermedios (Arévalo, 2017). Aunque según los valores determinados las muestras se encontrarían con alto contenido de agua y su vida útil sería menor.

Según González, Totosaus, Caro, & Mateo (2013) un valor alto de actividad de agua se puede dar al bajo contenido de sal y alto porcentaje de humedad. El crecimiento de *Salmonella spp* se inhibe en valores menores a 0,94 de actividad de agua; de *L. monocytogenes* \leq 0,94; *Staphylococcus aureus* $<$ 0,83; la reducción de la actividad de agua en derivados cárnicos depende de la temperatura, humedad relativa y principalmente de la formulación (ICMSF, 1996; CE, 2005; Lücke, 1998; Leistner, 1995). Por lo tanto, la actividad de agua se encuentra en valores críticos para el crecimiento de bacterias patógenas.

Valores diferentes se han encontrado en el estudio comparativo de salchichas portuguesas y serbias se determinó que la actividad de agua fue de 0,86 para las salchichas portuguesas, mientras que para las serbias fue de 0,83; y el pH de 5,26 y 4,79 respectivamente, esto dado que se fermentan (Alves *et al.*, 2015).

De acuerdo al porcentaje de ácido láctico los valores de las muestras se encuentran entre 0,310 a 0,706 % y se observa diferencia significativa entre sí, siendo la E11 y E13 las muestras de menor porcentaje y la E8 la de mayor porcentaje, encontrándose fuera

del valor de la media. La diferencia significativa se puede deber a cantidades diferentes de glucógeno presentes en la carne antes de la elaboración de las salchichas, dado que el ácido láctico se produce a partir del glucógeno.

Demeyer et al. (2000) indican que los chorizos europeos fermentados presentan valores entre 1600-2500 mg de lactato por cada 100 g de materia seca. Consecuentemente, los valores de salchichas se encuentran en un rango menor y no pertenecen a esta clasificación.

El ácido láctico producido por la fermentación de los hidratos de carbono genera un descenso en el pH, mismo que inhibe el crecimiento de microorganismos perjudiciales, precipita la deshidratación retardando la retención de agua e influye en el color del producto terminado (**Ramírez et al., 2011**). Sin embargo, entre los valores de ácido láctico y pH de las muestras no existen una estrecha relación, esto pudo atribuirse debido a que el pH no sólo depende del ácido láctico, ya que en productos curados y refrigerados se ha observado que la velocidad de reducción de nitrito residual se halla relacionada exponencialmente con el pH y la temperatura, dado que la tasa de agotamiento se duplica por cada aumento de 12 °C de temperatura y por cada disminución de 0,86 unidades de pH (**Zurera, 1984 ;Welti, Gallardo & García, 2015**), como es el caso de la muestra E8 que presenta baja concentración de nitritos y un valor de pH bajo.

Las bacterias productoras de ácido láctico conocidas como BAL que se encuentran formando parte de la microbiota cárnica, jugando un rol fundamental en la conservación de los derivados cárnicos al inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos al competir por los nutrientes (**Rubio, 2014**). Entre los metabolitos producidos por las bacterias ácido lácticas se encuentran ácidos orgánicos, sustancias preservantes, polisacáridos, vitaminas, endulzantes, olores, entre otros (**Travez, 2016**).

De acuerdo al pH determinado en las muestras los valores obtenidos se encuentran entre 6,245 a 7,165, pudiéndose observar que los valores se acercan a la neutralidad y existe diferencia significativa entre las muestras, siendo la E8 la de menor valor y la E6, E4 Y E2 las de mayor. **González et al. (2013)** registraron un pH de 5,06 en carnicerías y 5,01 en mercados rurales en el centro de México, valores menores a los

determinados en las muestras, que pueden deberse parcialmente al aporte de azúcares fermentables y con ello se podría esperar una mayor concentración de ácido láctico.

Los valores de pH entre 4,5 a 9,3 permite el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, bacteria patógena perjudicial para la salud de los consumidores (Flores & Dante, 2017). En la carne fresca se contiene gran cantidad de nutrientes, presenta un pH entre 5,6 a 6,0 y una actividad de agua con valores mayores a 0,98, permitiendo que se produzca un óptimo medio para el desarrollo de microorganismos (Campbell, 1995), valores similares a los determinados en las salchichas de estudio.

3.3 Evaluación de la calidad de las muestras de salchichas

La calidad permite evaluar el estado nutricional de las salchichas, por ello se necesitó determinar cloruros, nitritos, almidón, y color. En la siguiente tabla 5, se muestran los resultados del análisis de calidad en las salchichas de cloruros, nitrito y almidón.

Tabla 5. Resultados de calidad de las muestras de salchichas

Muestra	Cloruros (%)	[Nitritos] (ppm)	Almidón
UTA-FCIAL-DC-E02	1,811±0,098	0,073±0,003	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E04	2,607±0,118	0,097±0,022	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E05	1,813±0,065	0,060±0,015	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E06	2,625±0,169	0,146±0,079	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E07	2,869±0,204	0,334±0,008	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E08	3,410±0,016	0,042±0,005	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E09	1,978±0,088	0,109±0,003	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E10	2,142±0,005	0,214±0,029	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E11	2,158±0,020	0,223±0,010	Positivo
UTA-FCIAL-DC-E13	2,109±0,025	0,216±0,002	Positivo

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar

El porcentaje de cloruros se encuentra en un rango entre 1,811 y 3,410 % y se determinó diferencia significativa entre las muestras, siendo la muestra E8 de mayor porcentaje, encontrándose fuera del valor de la media. Esto se pudo dar por las diferentes cantidades de sal agregadas en las salchichas, de acuerdo a las formulaciones de cada empresa. Los valores permitidos de cloruro de sodio en

muestras de salchichas se encuentran entre 1,5 a 3,0 % según **INEN (1996)**, y se puede inferir que las muestras de estudio cumplen con la normativa.

Según **Freixanet (2010)** la sal favorece que las proteínas miofibrilares se solubilizan y se expandan sus estructuras cuaternarias, además ayuda en la estabilización microbiológica, sin embargo, su consumo excesivo puede ser perjudicial para la salud de los consumidores. Las proteínas miofibrilares tienen un comportamiento según la capacidad de retención de agua dependiente del pH (**Schmidt, 1984**).

El cloruro de sodio se agrega en los productos cárnicos para intensificar la capacidad de retención de agua, su ablandamiento y la estabilidad de la emulsión. Permite que se generen interacciones electrostáticas entre el aceite y el agente emulsionante. Además, se considera el componente principal en el rendimiento de los derivados cárnicos (**Amanqui & Maricela, 2014; Doellin, 2005; Espinoza, Hernández & Yelby, 2010**).

La concentración de nitritos con valores entre 0,042 y 0,334 ppm presentaron diferencia significativa, siendo la muestra E8 y E5 las de menor concentración y la E7 la de mayor concentración. Esto se pudo dar por las diferentes cantidades de nitritos adicionadas en las salchichas, de acuerdo a las formulaciones de cada empresa.

Palavecino & Palacio (2017) indican valores de 0,002 a 0,009 ppm de nitritos y señala que estos se encuentran por debajo del límite establecido por el Codex Alimentarius siendo de 50 a 150 ppm. Por lo tanto, los valores determinados en las muestras sobrepasan los permitidos por normativas internacionales.

El requerimiento de una mínima concentración de nitrito residual se refiere a que por debajo del límite establecido en normativas internacionales existe alto riesgo de desarrollo de *Clostridium botulinum* y el límite máximo por riesgo tóxico en la salud en los consumidores. *C. botulinum* produce toxinas que permiten el desarrollo una enfermedad con alta tasa de mortalidad denominada botulismo (**FAO/OMS, 2016; FAO/OMS, 2019**).

El empleo de nitrito se emplea para el curado de los productos cárnicos, produciendo enrojecimiento, aroma y sabor y efecto conservador y antioxidante (**Zurbriggen, 2009**). Sin embargo, **Celada & Sánchez (2016)** mencionan que un estudio realizado por la OMS menciona la relación entre el consumo de derivados cárnicos y el cáncer de colon, atribuyéndolo a la presencia de nitritos.

En la prueba cualitativa de almidón se encontró que todas las muestras dieron positivo. Según la **INEN 1338 (2010)** las muestras no deben contener almidón en los productos cárnicos cocidos, sin embargo, las muestras no se encuentran dentro de lo estipulado dentro de la normativa.

Desde hace años las salchichas se elaboran con almidón, las cuales se pueden mejorar física o químicamente impidiendo que los almidones naturales no abarquen la serie de propiedades físico-químicas que se requiere en la industria cárnica (**Vera & Rocío, 2006; Belitz & Groch, 1998**). Se registraron valores de almidón menores al 1 % en el estudio realizado por **Pérez et al. (2013)**, indicando la presencia de contenido de almidón.

El color permite visualizar el estado de las salchichas antes de su análisis. En la siguiente tabla 6, se muestran los resultados de los valores L*, a* y b* correspondientes a color.

Tabla 6. Resultados los valores de color

Muestra	L*	a*	b*
UTA-FCIAL-DC-E02	50,090±0,528	21,450±0,161	16,975±0,168
UTA-FCIAL-DC-E04	46,450±0,332	23,085±0,088	16,525±0,186
UTA-FCIAL-DC-E05	52,200±0,480	16,155±0,272	14,820±0,276
UTA-FCIAL-DC-E06	53,985±1,844	14,650±0,796	13,235±0,771
UTA-FCIAL-DC-E07	49,450±0,515	25,915±0,380	17,980±0,174
UTA-FCIAL-DC-E08	47,560±0,442	20,480±0,136	16,270±0,336
UTA-FCIAL-DC-E09	51,645±1,143	12,015±0,173	22,925±0,483
UTA-FCIAL-DC-E10	51,280±1,471	20,325±0,483	16,735±0,370
UTA-FCIAL-DC-E11	48,855±1,561	25,545±0,219	17,050±0,973
UTA-FCIAL-DC-E13	52,705±0,291	21,515±0,464	16,415±0,427

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar

Según **Pinzón, Hleap & Ordóñez (2015)** el color de los derivados cárnicos está dado por reacciones bioquímicas entre la mioglobina, hemoglobina y oxígeno, siendo compuestos propios de la carne, además de la acción de nitritos y nitratos. También, realizaron un estudio adicionando extracto oleoso de carotenoides y observaron que al agregar el aceite aumentan los valores de L* y b*, mientras que para a* los valores

disminuyeron; también menciona que al disminuir la cantidad de nitritos los valores de L* incrementan y los de a* disminuyen.

Los colorímetros determinan la cantidad de luz que transmite una muestra a una determinada longitud de onda (**Luzardo, 2017**). La coordenada L* hace referencia a la claridad, la a* al punto acromático de la luminosidad hacia el rojo si fuese positivo, si fuese negativo hacia el verde y la b* hacia el amarillo o azul, dependiendo de si fuese positivo o negativo (**Mathias & Ah-Hen, 2014**).

El valor L* de color presenta un rango de 46,450 a 53,985; a* de 12,015 a 25,915 y b* entre 13,235 a 22,925, en los tres valores existe diferencia significativa entre las muestras de salchicha de res estudiadas; siendo la muestra E6 de mayor valor para L*, E9 y E7 de menor y mayor valor respectivamente para a*, y E7 y E9 las de mayor valor para b*. Esto se pudo dar por las diferentes cantidades de nitritos agregados en las salchichas, de acuerdo a las formulaciones de cada empresa.

Similares a valores reportados por **Martínez & Sánchez (2013)** para L* y a*, con valores de 48,0 a 51,5 y 10,1 a 12,5 respectivamente, mientras que el b* se encuentra entre 5,4 a 6,0. **Palavecino & Palacio (2017)**, señalan la determinación de color e indica valores de 46,99 a 57,16, 14,31 a 18,73 y 9,08 a 12,92 para L*, a* y b* respectivamente, que comparando con los obtenidos tiene similitud. Indicando así que las muestras presentan claridad, y tienden al color rojo y amarillo.

Según **Deda et al. (2007)** la disminución del valor de a* tiene relación directa con la concentración de nitritos porque la reducción del nitrito a óxido nítrico y la reacción que esta mantiene con la mioglobina forma nitrosomioglobina. En otro estudio realizado por **Amensour et al. (2010)** indican que en los derivados cárnicos el valor a* se encuentra influenciado por factores tecnológicos y de composición.

3.4 Identificación y cuantificación de los ácidos grasos

En la tabla 7 se encuentran los valores del perfil lipídico. Entre los ácidos grasos con mayor porcentaje en las muestras se encuentran el ácido palmítico (23,216±2,558), ácido esteárico (12,093±4,000), ácido elaídico (40,849±3,643) y ácido linolelaídico (14,684±3,647).

Tabla 7. Resultados de la cuantificación de los ácidos grasos identificados en las muestras de salchichas

Nombre común	Proporción en masa del ácido graso (%)									
	E02	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E13
Ácido láurico	0,217±0,045	0,150±0,036	0,157±0,046	0,222±0,091	0,118±0,017	0,125±0,057	0,138±0,000	0,098±0,049	0,110±0,022	0,302±0,146
Ácido mirístico	1,347±0,076	1,690±0,068	1,544±0,043	1,054±0,324	1,247±0,163	2,133±0,005	1,678±0,054	1,304±0,178	0,743±0,049	1,371±0,237
Ácido miristoleico	0,312±0,035	0,416±0,006	0,348±0,082	-	0,430±0,002	0,409±0,031	0,216±0,017	0,146±0,045	0,163±0,008	0,208±0,104
Ácido pentadecílico	0,369±0,043	0,340±0,013	0,255±0,049	-	0,373±0,055	0,312±0,008	0,208±0,041	0,119±0,003	0,115±0,015	0,193±0,111
Ácido palmítico	23,219±0,956	25,083±0,056	18,599±5,587	22,044±2,404	22,736±2,548	23,655±0,081	24,278±0,752	24,464±1,789	25,228±0,600	22,852±2,981
Ácido palmitoleico	3,658±0,005	4,654±0,208	2,904±0,284	4,261±0,552	4,933±0,068	3,156±0,027	3,040±0,162	2,359±0,387	4,908±0,087	2,909±0,543
Ácido margárico	0,723±0,007	0,729±0,013	0,650±0,201	-	0,766±0,114	0,765±0,002	0,588±0,112	0,447±0,057	0,253±0,019	0,318±0,000
Ácido cis-10-heptadecanoico	0,284±0,031	0,347±0,006	0,432±0,044	-	0,283±0,070	0,382±0,029	0,279±0,033	0,323±0,075	-	0,177±0,039
Ácido esteárico	12,828±0,392	13,176±0,104	12,430±3,336	6,064±1,190	13,920±1,356	16,071±0,131	13,873±0,144	17,600±3,944	7,132±0,864	7,842±2,474
Ácido oleico	2,222±0,063	1,304±0,102	2,368±0,012	0,116±0,164	1,440±0,029	1,664±0,076	0,868±0,157	0,323±0,067	0,301±0,137	0,551±0,025
Ácido elaídico	35,813±1,324	38,959±0,061	45,147±6,952	44,257±3,844	39,184±2,466	39,521±0,361	40,128±1,600	38,542±3,131	43,875±0,782	43,064±1,113
Ácido linolelaídico	17,507±2,005	11,268±0,398	13,745±1,666	21,064±0,218	13,377±1,527	9,967±0,262	12,360±0,032	12,475±2,020	16,376±1,129	18,704±3,003
Ácido araquídico	0,305±0,104	-	-	-	0,141±0,011	0,227±0,077	0,387±0,361	0,271±0,051	0,098±0,028	0,134±0,004
Ácido linoléico	0,879±0,278	1,557±0,127	0,668±0,060	0,918±0,167	0,677±0,037	0,631±0,174	0,630±0,304	0,520±0,069	0,457±0,010	0,800±0,044
Ácido cis-11-eicosanoico	0,317±0,052	0,327±0,062	0,388±0,019	-	0,374±0,071	0,491±0,106	0,680±0,293	0,502±0,030	0,240±0,016	0,309±0,018
Ácido eicosadienoico	-	-	0,364±0,052	-	-	0,493±0,245	0,647±0,641	0,505±0,018	-	0,267±0,068

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar

En la industria cárnica el análisis de ácidos grasos representa gran interés por sus importancias nutricionales, sensoriales y tecnológicas; entre los ácidos grasos presentes en los derivados cárnicos se encuentran el linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico, además de ácidos grasos trans (**García & Díaz, 2006**).

Entre los ácidos grasos con mayor porcentaje en las muestras se encuentran el ácido palmítico ($23,216 \pm 2,558$), ácido esteárico ($12,093 \pm 4,000$), ácido elaídico ($40,849 \pm 3,643$) y ácido linolelaídico ($14,684 \pm 3,647$), los dos primero perteneces a los ácidos grasos saturados, mientras los otros dos perteneces a los ácidos grasos trans. No existe diferencia significativa en la determinación del ácido palmítico y elaídico determinados en las muestras, sin embargo, sí se encuentra diferencia significativa respecto el ácido esteárico y linolelaídico.

Franco, Iglesias, Prieto & Carballo (2004) indican que en chorizos tradicionales de Galicia encontraron entre los ácidos grasos totales mayoritarios el oleico (45% de los ácidos grasos totales), palmítico (21%), linoleico (14%), esteárico (13%) y palmitoleico (2%), porcentajes cercanos a los determinados en las muestras de salchichas estudiados. Se ha evidenciado que el ácido oleico contrae la intensidad de ciertos procesos inflamatorios, al reducir la producción de mediadores quimiotácticos de la inflamación (**García, García & Gil; 2006**).

Guzmán (2011) indica que determinó 0,1 % de ácido láurico, 3,3 % de ácido mirístico, 25,5 % de ácido palmítico y 21,6 % de ácido esteárico. Valores similares a los determinados en las muestras, a excepción del ácido esteárico. La rapidez de oxidación de los ácidos grasos depende de su grado de saturación, es decir, mientras mayor es la insaturación se oxidan con más precipitación (**Maya, Molina & Vargas, 2016**).

La variación en la composición de ácidos grasos en cárnicos depende fundamentalmente de la alimentación de los animales o alimentos concentrados (**Van Elswyk & McNeill, 2014**).

En derivados cárnicos los ácidos grasos se encuentran mayormente el oleato, palmitato, estearato, miristato, palmitoleato y linoleato (**Rincón & Albarracín, 2013**), muy similar al contenido lipídico encontrado en las muestras. **Pasquale (2009)** menciona que las grasas que el cuerpo no produce llegan a ser de mayor relevancia,

encontrándose entre estas el ácido linoleico y el ácido alfa-linolénico. En las muestras sólo se encuentra el último de estos.

En chorizos los porcentajes de ácidos grasos más elevados se presentaron en ácido mirístico, ácido esteárico y ácido palmitoleico y el porcentaje más bajo de ácido linolelaídico (**González *et al.*, 2013**), teniendo diferencia con el determinado en las muestras. Mientras, en salchichas con contenido reducido de carne de res se encontraron bajos niveles de grasa, con ácido esteárico y ácido oleico menor al de alto contenido de carne (**Yılmaz, Şimşek & Işıklı; 2002**).

Cabezas, Hernández & Vargas (2016) señalan que los ácidos grasos saturados presentan influencia en varios tipos de cáncer y que la reducción de su ingesta tiene un efecto protector frente a las enfermedades cardiovasculares, también menciona que la reducción de este tipo de ácidos grasos y el aumento de los monoinsaturados y poliinsaturados pueden llegar a reducir el colesterol LDL.

Arias *et al.*, (2016) destacan que el ácido láurico, ácido palmítico y mirístico tienen efectos negativos en la salud, sobre todo las altas concentraciones de ácido palmítico se encuentran asociada al riesgo de enfermedades cardiovasculares y ataques cardíacos, aunque no se llega a concluir que el consumo de ácidos grasos saturados se encuentre asociado a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares por falta de evidencia.

Los ácidos grasos saturados en cárnicos principalmente están conformados en ácido esteárico, palmítico y mirístico, considerados perjudiciales para la salud de los consumidores a excepción del ácido esteárico que su ingesta no se asocia con enfermedades cardiovasculares (**Saadoun & Cabrera, 2016**).

En la tabla 8 se encuentran los valores correspondientes los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, trans y la relación de ácidos grasos saturados/insaturados, ω -6/ ω -3 y de aterogenicidad.

Tabla 8. Resultados del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados y trans con sus indicadores

Perfil de Ácidos Grasos	Proporción en masa del ácido graso (%)									
	E02	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E13
Sumatoria de Ácidos Grasos Saturados	39,008	41,168	33,636	29,384	39,301	43,288	41,151	44,304	33,679	33,012
Sumatoria de Ácidos Grasos Monoinsaturados	6,792	7,049	6,440	4,377	7,461	6,101	5,083	3,653	5,612	4,153
Sumatoria de Ácidos Grasos Poliinsaturados	0,879	1,557	1,032	0,918	0,677	1,124	1,278	1,026	0,457	1,067
Sumatoria de Ácidos Grasos Insaturados	7,671	8,605	7,473	5,295	8,137	7,225	6,360	4,679	6,069	5,220
Sumatoria de Ácidos Grasos Trans	53,321	50,226	58,892	65,321	52,561	49,487	52,488	51,017	60,252	61,768
Ácidos Grasos Saturados/Ácidos Grasos Insaturados	5,085	4,784	4,501	5,550	4,830	5,992	6,470	9,469	5,549	6,324
ω-6/ω-3	0,000	0,000	0,545	0,000	0,000	0,782	1,027	0,971	0,000	0,334
Índice de aterogenicidad (I.A.)	3,758	3,718	3,337	5,002	3,422	4,472	4,894	6,364	4,665	5,486

La importancia de determinar los tipos de ácidos grasos contenidos en las muestras y sus índices tienen gran relevancia para la salud. Los porcentajes de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM), poliinsaturados (AGP) y trans presentan valores de $37,793 \pm 5,725$; $5,672 \pm 1,319$; $1,001 \pm 0,389$; $55,533 \pm 6,098$ respectivamente. Los ácidos grasos insaturados (AGI) se determinan con la sumatoria de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados teniendo un valor de $6,673 \pm 1,412$. Se calculó el índice de AGS/AGI, la relación de omega-6 y omega-3 (ω -6/ ω -3) e índice de aterogenicidad arrojando valores de $5,917 \pm 1,685$; $0,350 \pm 0,424$ y $4,556 \pm 1,128$. La diferencia significativa se puede deber a la procedencia de la carne empleada en la elaboración de las salchichas.

En carnicerías del centro de México se determinó que las muestras contenían $37,95 \pm 3,34$ % de ácidos grasos saturados, $48,45 \pm 2,02$ % de monoinsaturados y $13,61 \pm 3,74$ % de poliinsaturados (**González et al., 2013**), valores diferentes a excepción de ácidos grasos saturados. Según **Celada & Sánchez (2016)** los productos cárnicos aportan el 23 % de grasa total, de este el 29% es de AGD, el 21% de AGM y el 16% AGP.

Según **Cabrera & Saadoun (2013)** la carne se compone por 45% de ácidos grasos saturados, 40% de ácidos grasos monoinsaturados y 5% de ácidos grasos poliinsaturados. En embutidos estudiados en el Distrito Metropolitano de Quito se determinaron valores de ácidos grasos saturados de 32,670%, monoinsaturados de 41,409% y 25,921% de poliinsaturados por cromatografía de gases (**Bravo, 2014**), valores diferentes a los determinados a las muestras de estudio, a excepción de los ácidos grasos saturados.

Los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans se relacionan con efectos negativos para la salud, a diferencia de los ácidos grasos insaturados que funcionan como protectores de la salud (**Tvrzicka et al., 2011**). En derivados cárnicos **Griguol, León & Vicario (2007)** determinaron 21,30 % de ácidos grasos trans, la mitad de lo determinado en las muestras. **Ballesteros et al., (2012)** mencionan que se ha recaudado evidencia epidemiológica y clínica señalando a las grasas trans como un factor de

riesgo significativo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y se encuentran muy relacionadas con las inflamaciones, diabetes y cáncer.

Montoya et al., (2015) indican que el índice de ácido graso saturado entre ácido graso insaturado se recomienda que se encuentre por encima de 2,5 y valores inferiores requieren aumentar para una óptima relación de ácidos poliinsaturados y saturados para su consumo. Por lo tanto, se puede inferir que los valores en las muestras de salchichas no tienen un efecto negativo en la salud de los consumidores.

Los estudios anticipados manifiestan que el aumento del riesgo de obesidad proporcional al nivel de ácidos grasos ω -6 y la relación ω -6/ ω -3, este cociente juega un papel fundamental en el aumento de la obesidad a través de metabolitos eicosanoides (**Simopoulos, 2016**). **Carrero et al. (2005)** mencionan que la ingesta de ácidos grasos ω -3 tiene relación con la reducción de riesgo a enfermedades cardiovasculares.

La dieta relativamente baja de ω -3 frente a ω -6, siendo insuficiente el índice ω -6/ ω -3, con mayor incidencia en niños con alteraciones neurológicas, afectando principalmente a la visión, olfato y sistema cognitivo y desgaste de memoria espacial, esto se da por la competencia de los ácidos grasos de ω -3 y ω -6 por las elongasas y desaturasas provocando el déficit de síntesis de ácidos grasos poliinsaturados ω -3 a partir de ácido linolénico (**Salem, et. al.; 2001; Cortés, et. al.; 2013**).

Molina & Martín (2010) señalan que una relación óptima de ω -6/ ω -3 se debe encontrar entre 5:1 a 10:1 en peso, y las muestras se encuentran por debajo de estos valores, por lo tanto, respecto a este índice las salchichas representan un efecto negativo para la salud.

El índice de aterogenicidad denominado por Ulbricht y Southgate define la relación del contenido de ácidos grasos con la capacidad de aumentar los niveles de colesterol sérico, conformado por el ácido láurico, mirístico y palmítico y ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, los mismos que cumplen una acción protectora reduciendo el riesgo de desarrollar enfermedades coronarias (**Castro, Herrera & Lutz, 2005**).

3.5 Verificación de hipótesis

Se acepta la hipótesis nula, puesto que la relación de ácidos grasos saturados e insaturados no tienen diferencia significativa entre las muestras recolectadas en la provincia de Tungurahua de las empresas de salchicha de res. Sin embargo, sí se encontró diferencia significativa con respecto al análisis proximal, los parámetros físico-químicos, calidad y aporte nutricional, esto se puede deber a que las salchichas producidas de manera artesanal no llevan el control necesario.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se cuantificó el perfil de ácidos grasos saturados e insaturados en salchichas producidas en la provincia de Tungurahua mediante cromatografía de gases acoplado a masas empleando el patrón de referencia FAME MIX C4-C24, Supelco y observando que entre los ácidos grasos con mayor porcentaje en las muestras se encontraron al ácido palmítico ($23,216 \pm 2,558$), ácido esteárico ($12,093 \pm 4,000$), ácido elaídico ($40,849 \pm 3,643$) y ácido linolelaídico ($14,684 \pm 3,647$).

Se determinó la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en las muestras de salchicha, infiriendo el efecto positivo en la salud con los resultados que se obtuvieron, estos valores se determinaron con la sumatoria de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentando valores la relación de AGS/AGI entre 4,501 y 9,469.

Se analizó la calidad nutricional de las muestras de salchichas, de acuerdo con su contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans, y con ellos se pudo determinar la relación ω -6/ ω -3 y el índice de aterogenicidad, con porcentajes de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM), poliinsaturados (AGP) y trans de $37,793 \pm 5,725$; $5,672 \pm 1,319$; $1,001 \pm 0,389$ y $55,533 \pm 6,098$, respectivamente; el índice de AGS/AGI, la relación de omega-6 y omega-3 (ω -6/ ω -3) e índice de aterogenicidad arrojaron valores de $5,917 \pm 1,685$; $0,350 \pm 0,424$ y $4,556 \pm 1,128$, respectivamente.

Se evaluó la calidad, el análisis proximal y los parámetros fisicoquímicos de las muestras de salchichas como información complementaria, determinándose los valores de humedad ($64,451\% \pm 3,677$), cenizas ($3,108\% \pm 0,543$), proteína ($11,718\% \pm 2,059$), grasa total ($17,988\% \pm 7,466$), actividad de agua ($0,978 \pm 0,006$), ácido láctico ($0,429\% \pm 0,111$) y pH ($6,757 \pm 0,331$). Para el análisis de la calidad se determinaron: cloruros ($2,352\% \pm 0,507$), nitritos

(0,151ppm±0,151), presencia de almidón y color (50,422±2,470 L*; 20,114±4,351 a*; 16,893±2,421 b*).

Se infirió que las salchichas producidas en la provincia de Tungurahua de manera artesanal e industrial, representan un efecto negativo en la salud de los consumidores respecto a los valores determinados de nitritos por su tendencia al desarrollo de bacterias patógenas y el contenido de ácidos grasos trans, relacionados con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

4.2 Recomendaciones

Realizar la determinación de ácidos grasos en otros tipos de derivados cárnicos que son de gran consumo a nivel provincial.

Identificar el perfil de ácidos grasos en embutidos por cromatografía de gases a través del método FID.

Determinar el perfil lipídico estandarizando el método a diferentes concentraciones conocidas y en varios tiempos.

Realizar un estudio de la alimentación del ganado del cual procede la carne con la cual se realizan los derivados cárnicos elaborados en la provincia de Tungurahua.

Ampliar el estudio a través de la determinación microbiológica de las salchichas estudiadas, con el fin de ampliar el conocimiento de la calidad de los productos cárnicos.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Alves, S. P., Alfaia, C. M., Škrbić, B., Đurišić-Mladenović, N., Fernandes, M. J., Bessa, R. J., & Fraqueza, M. J. (2015). Tracing nutritional composition of dry fermented sausages from distinct origins. *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 2969-2978.
- Amanqui, M., & Maricela, M. (2014). Cloruro de sodio y estandarización de sales, Calidad y Centrifugación. *Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos*. Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4192/IAmoammm035.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amensour, M. y otros siete autores, Estabilidad del color en salchichas de pollo tipo Frankfurt adicionadas con extracto acuoso de hoja de *Myrtus communis*. *Óptica pura y aplicada*, 43 (4), 251-257 (2010)
- Arévalo, S. T. (2017). Agua en los alimentos. *Universidad Nacional de la Amazonía*. Iquitos, Perú. Recuperado de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5052/Syumey_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias, R., Keim, J. P., Velásquez, A., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2016). ¿Son los ácidos grasos de la carne y la leche bovina nocivos para la salud de las personas? *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 420-427.
- Ayala, C. (2018). Importancia nutricional de la carne. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5 (ESPECIAL), 54-61.
- Ballesteros-Vásquez, M. N., Valenzuela-Calvillo, L. S., Artalejo-Ochoa, E., & Robles-Sardin, A. E. (2012). Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 54-64.

- Banda, D. M. (2010). El Efecto de la sustitución de grasa animal (cerdo) por grasa vegetal (Danfat FRI – 1333) en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt. *Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos*. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/850/1/AL443%20Ref.%203289.pdf>
- Barragán, W., Mahecha, L., Angulo, J., & Olivera, M. (2018). Percepción de consumidores frente a información nutricional de la carne bovina. *Idesia (Arica)*, (ahead), 0-0.
- Belitz, H. & Grosch, W. (1988). Química de los alimentos. Ed. Acribia. *Zaragoza, España*. Pp. 262-269.
- Bou, R., Cofrades, S., & Jiménez-Colmenero, F. (2017). Fermented meat sausages. *In Fermented Foods in Health and Disease Prevention* (pp. 203-235). Academic Press.
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L. & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncology*, 16(16), 1599.
- Bravo Carranco, M. F. (2014). Determinación del perfil de ácidos grasos en embutidos y mayonesas de mayor consumo en el Distrito Metropolitano de Quito por cronatografía de gases. *Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 761-768.
- Cabrera, M.C., y Saadoun, A. (2013). Caracterización del Valor Nutricional de Alimentos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. *Potencial Implicancia para la Salud Humana*. Procisur, 2013, 234 páginas.
- Campbell-Platt, G. 1995. Fermented meats- A world perspective. En Campbell-Platt, G. y Cook, P.E. (Ed.), *Fermented meats*. Black academic & professional, London, UK: pp. 39-52.

- Carbajal, A. (2013). Manual de Nutrición y Dietética: Grasas y lípidos. *Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Nutrición*. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-6-grasas.pdf>
- Carrero, J. J., Martín-Bautista, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J. J., & López-Huertas, E. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición hospitalaria*, 20(1), 63-69.
- Castro-Bolaños, M., Herrera-Ramírez, C. H., & Lutz-Cruz, G. (2005). Composición, caracterización y potencial aterogénico de aceites, grasas y otros derivados producidos o comercializados en Costa Rica. *Acta medica costarricense*, 47(1), 36-42.
- Celada, P., & Sánchez-Múniz, F. J. (2016). Are meat and meat product consumptions harmful? Their relationship with the risk of colorectal cancer and other degenerative diseases. *An Real Acad Farm*, 82(1), 68-90.
- Commission Regulation [CE]. (2005). Commission Regulation No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union* L338, 1-26.
- Cortés, E., Hidalgo, M. J., Rizo-Baeza, M. M., Aguilar, M. J., & Gil, V. (2013). Índice elevado de ácidos grasos omega 6/omega 3 en niños con neuropatías causa o efecto. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 1165-1170.
- Deda, M.S., J.G, Bloukas, y G.A, Fista, Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science*, 76 (3), 501-508 (2007)
- Demeyer, D., y otros 19 autores., Control of bioflavour and safety in fermented sausages: first results of a European project. *Food Research International*, 33, 171-180 (2000).
- Doellin, 2005. Análisis de los alimentos. pág.5-7,22-28.
- Espinoza, I., Elsy, A., Hernández, L., & Yelby, L. (2010). Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos de lactato de potasio en las características sensoriales y

- microbiológicas de tres productos cárnicos. *Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.*
- Esteves, W. (1991). Métodos Padrões DGF: Cromatografía gás-líquido. Pp: 1-9. Campinas, Brasil. FEA-UNICAMP
- Flores, C., & Dante, D. (2017). Eficacia de un desinfectante biodegradable a base de residuos de naranja y quinua en el control del crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1213/TESIS%20CORILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Franco, I., Iglesias, S., Prieto, B. & Carballo, J. (2004). Perfiles de ácidos grasos totales y libres en embutidos crudo-curados tradicionales de Galicia. *Grasas y aceites*, 55(3), 273-281.
- Fraqueza, M.J. and Barreto, A.S. 2015. HACCP: Hazard analysis and critical control points. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 2nd Ed. (F. Toldra, Y.H. Hui, I. Astiasaran, J. Sebranek and R. Talon, eds.) pp. 469– 486, Wiley-Blackwell, West Sussex, U.K.
- Freire W. B., Ramírez-Luzuriaga M. J., Belmont P., Mendieta M. J., Silva-Jaramillo M. K., Romero N., Sáenz K., Piñeiros P., Gómez LF., Monge R. (2014). Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años. ENSANUT-ECU 2012. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador
- Freixanet, L. (2010). Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. *Metalquimia SA Artículos tecnológicos. Editado por Metalquimia SA Gerona, España.*
- Gallastegui, K., Frías, A., González, F., & Gandón, J. (2018). Relación de la composición química de salchichas con la estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 28(1).
- García Martínez, E. M., & Fernández Segovia, I. (2012). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación.

- García Regueiro, J. A., & Díaz López, I. (2006). Nuevas tendencias en el análisis de ácidos grasos.
- García, M., García, A., & Gil Hernández, A. (2006). Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 30-43.
- González-Tenorio, R., Totosa, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). Caracterización de propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Información tecnológica*, 24(2), 3-14.
- Griguol Chulich, V., León-Camacho, M., & Vicario Romero, I. (2007). Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos. *Grasas y aceites*, 58 (1), 87-98.
- Guerrero, L. A. C., Ríos, L. C., & Ancona, D. A. B. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 34-43.
- Gutiérrez Bouzán, M., & Droguet, M. (2002). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. *Boletín Intexter, juliol 2002*, núm. 122, p. 35-41.
- Guzmán, A. (2011). Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo. *Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Hernández-Rodas, M. C., Morales, J., Valenzuela, R., Morales, G., & Valenzuela, A. (2016). Beneficios de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga n-3 en la enfermedad por hígado graso no alcohólico. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 196-205.
- Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M.T. & Monfort, J.M. (2002). Bacterial cultures and metabolites for the enhancement of safety and quality in meat products. En Toldrà, F. (Ed.), *Research Advances in the Quality of Meat Products*. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India: pp. 225-247.

- International Commission on Microbiological Specifications for Food [ICMSF]. (1996). *Microorganisms in foods 5. Microbiological specifications of food pathogens*. ICMSF (Ed.), Blackie Academic & Professional, Suffolk.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC]. (1982). Norma No. 1325 *Industrias alimentarias: Productos cárnicos procesados (no enlatados)*. Cuarta revisión de 1998. Icontec, Bogotá.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1996). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1996). NTE INEN 1344: *Carne y productos cárnicos: Chorizo*. *Normativa Técnica Ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2010). NTE INEN 1338: *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos*. *Normativa Técnica Ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2012). NTE INEN 1338: *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos: Requisitos*. *Normativa Técnica Ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2012). *Ficha Técnica de Alimentos*. Recuperado de https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=21174.01.03
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ENSANUT.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2016). *Registro Estadístico de Nacidos Vivos y Defunciones 2016*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/2016/Presentacion_Nacimientos_y_Defunciones_2016.pdf

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [INVIMA]. (2015). Manual de toma de muestras de alimentos y bebidas para entidades territoriales de salud. Bogotá. Recuperado de https://www.invima.gov.co/images/pdf/inspeccion_y_vigilancia/direccion-alimentos/Articulacion_Entidades_Territoriales_Salud/19-Manual-de-toma-de-muestras-de-alimentos-y-bebidas-para-Entidades-Territoriales-de-Salud.pdf

Jiménez, F. (2014). Declaraciones de propiedades saludables en carne y derivados cárnicos. *Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición*. Recuperado de http://www.eurocarne.com/daal/a1/boletin_imagenes/a2/22902.pdf

Leistner, L. (1995). Stable and safe fermented sausages world-wide. En Campbell-Platt, G. y Cook, P.E. (Ed.), *Fermented meats*. Black academic & professional, Glasgow: pp. 160-175.

Lücke, F.K. (1998). Fermented sausages. En Wood, B.J.B. (Ed.), *Microbiology of Fermented Foods*. Blackie Academic & Professional, London: pp. 441-483.

Luzardo, S. (2017). Técnicas de laboratorio para analizar la calidad de carnes. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*. Uruguay. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7128/1/Luzardo-Calidad-de-carnes.pdf>

Mahecha, H. S., Molina, D. A. R., & Galeano, L. A. C. (2011). Influencia de Especies Naturales en la Vida Útil y Aceptación Sensorial de Salchicha Bratwurst. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6007-6013.

Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.

- Marcos Muntal, B. (2007). Mejora de la seguridad alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes. *Universitat de Girona*.
- Martínez, B. & Sánchez, F. (2013, febrero 15). Evaluación de los efectos de la humidificación en carne fresca refrigerada vendida al detalle y en mostrador. *Irta-Tecnología Alimentaria, Monells*. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/105713-Evaluacion-efectos-humidificacion-carne-fresca-refrigerada-vendida-detalle-mostrador.html>
- Masson, L. (2016, junio 1). Determinación de Grasa Total, Ácidos Grasos, Colesterol. Recuperado de <http://www.achipia.cl/wp-content/uploads/2016/06/7-M--todos-Grasa-Total---c.-Grasos-Colesterol-Dra.-Lilia-Masson.pdf>
- Maya, Y. L. I., Molina, D. A. R., & Vargas, J. H. L. (2016). Oxidación lipídica y antioxidantes naturales en derivados cárnicos. *Journal of Engineering and Technology*, 2(2).
- Medina, J. I. (2014). Determinación de contenido de ácido oleico, linoleico, linolénico y trans-elaídico en margarinas, aceites y mayonesas por cromatografía de gases. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2602/1/T-UCE-0017-70.pdf>
- Méndez, G., García, J. A., Santellano, E., Chávez, A., Durán, L. A., Silva, R., & Quintero, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35(1), 25-31. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6417>
- Meneses, S. M. O., Molina, D. A. R., & Vargas, J. H. L. (2012). Derivados cárnicos como alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2).
- Montoya, C., García, J. F., & Barahona, R. (2015). Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano. *Vitae*, 22(3), 205-214.
- Molina, M., & Martín, A. (2010). Ácidos grasos esenciales omega-3 y omega-6 papel en el embarazo y la lactancia. *España. Offarm*, 29(1), 66-72.

- Nina, V. D. A., Fernández, G. M. Q., Flores, M. R., & López, P. F. (2016). Avances y progresos de las políticas y estrategias de seguridad alimentaria en Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18(2), 1.
- Olmedilla-Alonso, B., & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1197-1209.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). *Seguridad Alimentaria Nutricional: Conceptos Básicos*. Tercera edición. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] & Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2016). Programa Conjunto De La FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias Comité Del Codex Sobre Aditivos Alimentarios 49.A Reunión. Macao, China. Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-49%252FWD%252Ffa49_11s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] & Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias Comité Del Codex Sobre Aditivos Alimentarios 51.^a Reunión. Roma, Italia. Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-51%252FWD%252Ffa51_09s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], Organización Panamericana de la Salud [OPS], Programa Mundial de Alimentos [WFP] & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia[UNICEF]. 2018. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2018*. Santiago. Recuperado de <https://www.unicef.org/lac/media/4261/file>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], & Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2017). 2016: América Latina y el Caribe: panorama de la seguridad alimentaria y nutricional. Sistemas alimentarios sostenibles para poner fin al hambre y la malnutrición.
- Palavecino, F. & Palacio, M. (2018). Determinación de la concentración de nitritos en salchichas tipo Viena de marcas comerciales. Recuperado de <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1509/Palavecino%20Ferraro%2C%20Flavia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pasquale, M. G. (2009). The essentialsof essential fatty acids. *J Diet Suppl.* 2009;6(2):143-61. doi: 10.1080/19390210902861841
- Pássaro, C. P., et. al. (2016). Guía sobre principios básicos de cromatografía y sus aplicaciones. Antioquía, Colombia. Recuperado de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4694/1/guia_cromatografia.pdf
- Peñañiel, S. (2011). Capítulo 5: Ácidos Grasos. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/5/capitulo5.pdf>
- Pereira, P. M. D. C. C., & Vicente, A. F. D. R. B. (2017). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat science*, 93(3), 586-592.
- Pérez, W. R., Rincón, P. A. G., Sereno, D. M., Arias, D. S., & Lozano, W. G. (2013). Análisis fisicoquímico y microbiológico de embutidos cárnicos producidos en la Universidad de la Amazonía. *Momentos de Ciencia*, 10(1).
- Pinzón-Zárate, L. X., Hleap-Zapata, J. I., & Ordóñez-Santos, L. E. (2015). Análisis de los parámetros de color en salchichas Frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Información tecnológica*, 26(5), 45-54.
- Ramírez, J. C., Rosas, P., Velázquez, M. Y., Ulloa, J. A., & Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *CONACYT*.
- República del Ecuador. (2008). Constitución Política. Ecuador: Asamblea Nacional.

- Revista Líderes [El Comercio]. (2015, marzo 15). En ocho provincias se concentra el mayor consumo de cárnicos. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-carnicos-ecuador.html>
- Rincón, E. M., & Albarracín, W. (2013). Puesta a punto de un método analítico mediante cromatografía de gases para la determinación del perfil lipídico en carnes. *Vitae*, 20(2), 111-117.
- Rubio, R. (2014). Productos cárnicos fermentado-curados funcionales y seguros. Nueva vía de ingestión de probióticos. *Universitat de Girona*.
- Saadoun, A., & Cabrera, M. C. (2016). Calidad nutricional de la carne bovina: desde la oxidabilidad hasta el valor salud. *Universidad de la República, Montevideo-Uruguay*.
- Salem N Jr, Litman B, Kim H. Y., *et al.* (2001). Mechanisms of action of docosahexaenoic acid in the nervous system. *Lipids* 2001; 36 (9): 945-59
- Sanhueza Catalán, J., Durán Agüero, S., & Torres García, J. (2015). Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1362-1375.
- Schmidt Hebbel, H. (1984). Carne y productos cárnicos: su tecnología y análisis. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidth05.pdf>
- Simopoulos, A. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3), 128.
- Sousa, S. C., Fragoso, S. P., Penna, C. R., Arcanjo, N. M., Silva, F. A., Ferreira, V. C., Barreto, M. D. & Araújo, Í. B. (2017). Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 320-325.
- Tirado, D. F., Montero, P. M., & Acevedo, D. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias. *Información tecnológica*, 26(2), 03-10.

- Travez, J. S. (2016). Biodiversidad microbiana asociada a los procesos fermentativos de la bebida chaguarmishqui. *Bachelor's Thesis, Ciencias De La Ingeniería E Industrias Facultad: Ingeniería De Alimentos.*
- Tvrzicka, E., Kremmyda, L. S., Stankova, B. & Zak, A. (2011). Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2011 Jun;155(2):117-30.*
- Universidad de Alicante [UA]. (2010). Cromatografía de gases. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8247/4/T3gascromat.pdf>
- Valenzuela, A., & Morgado, N. (2005). Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. *Revista chilena de nutrición, 32(2)*, 88-94.
- Van Elswyck, M. y McNeill, S. (2014). Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. *Meat Science, 96*, 545-540.
- Vera, P., & Rocío, D. (2006). El estudio de la adición de almidón modificado en la elaboración de Salchicha Frankfurt. *Bachelor's thesis.* Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3346/1/P84%20Ref.2973.pdf>
- Welti-Chanes, J., Gallardo, C., & García, R. G. (2015). Innovación en el desarrollo y mejora de productos cárnicos a través del uso de altas presiones hidrostáticas. *Nacameh, 9(1)*, 19-53.
- World Cancer Research Fund [WCRF]. (2018). Recommendations and public health and policy implications. Pp. 29. *American Institute for Cancer Research.* Available from <https://www.wcrf.org/sites/default/files/Recommendations.pdf>
- Yılmaz, I., Şimşek, O., & Işıklı, M. (2002). Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat science, 62(2)*, 253-258.
- Zurbriggen, C. J. (2009). Comparación de los diversos factores que influyen sobre el desarrollo del color en las distintas etapas de elaboración de pastas de productos cárnicos crudo-curados. *Universidad Nacional del Litoral, Facultad de*

Ciencias Veterinarias. Recuperado de
<http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/265/tesis.pdf?sequence=1>

Zurera, G. (1984). Influencia del pH sobre los niveles de nitrito residual en salchichas envasadas al vacío. *Arch. Zootec*, 33, 181-187.

ANEXOS

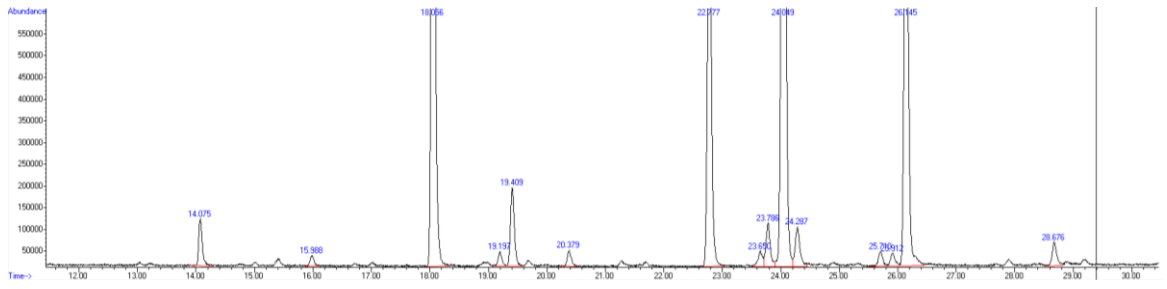


Figura 2. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E02

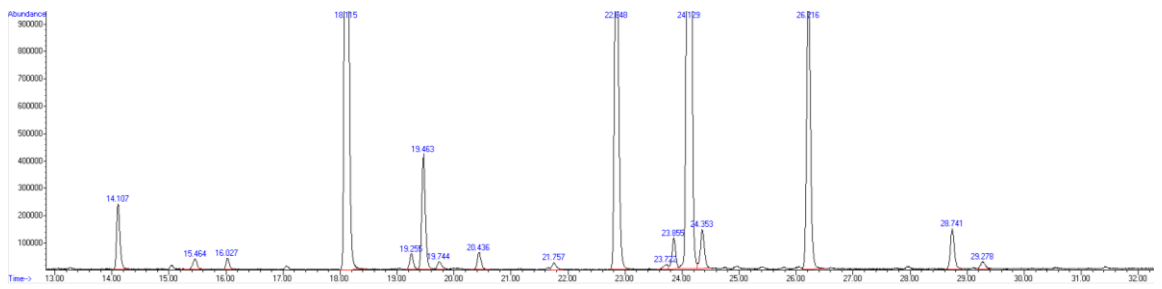


Figura 3. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E04

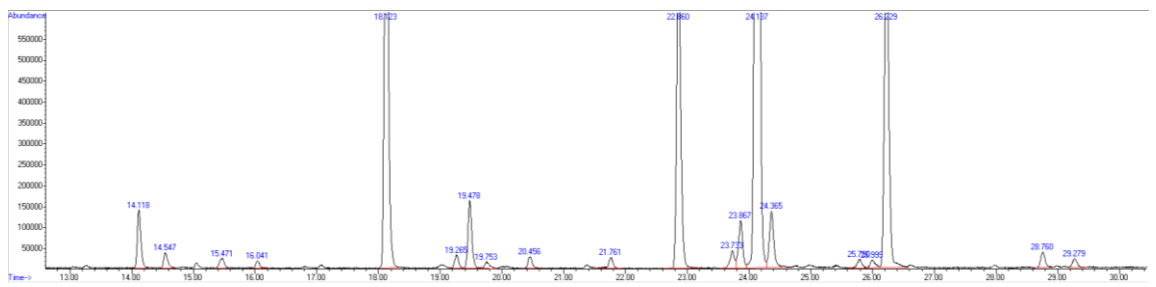


Figura 4. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E05

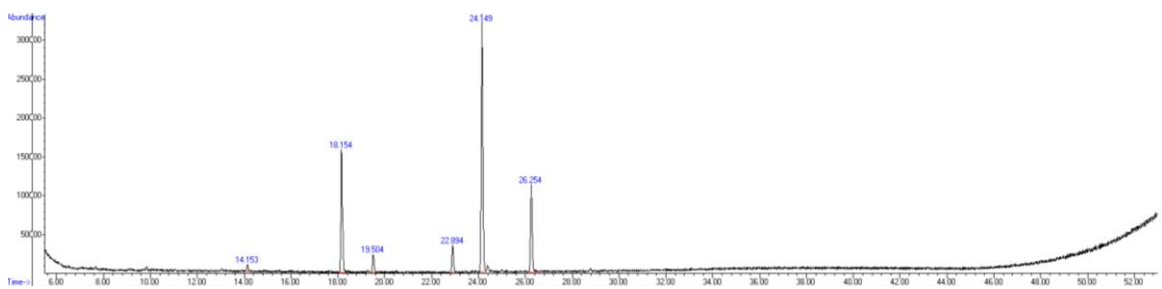


Figura 5. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E06

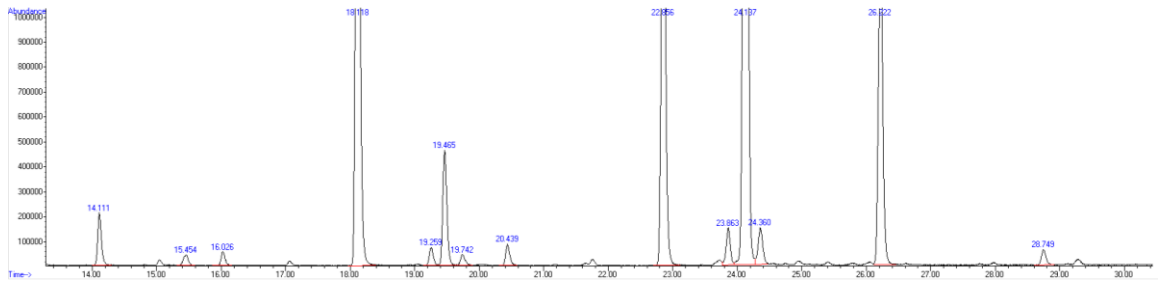


Figura 6. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E07

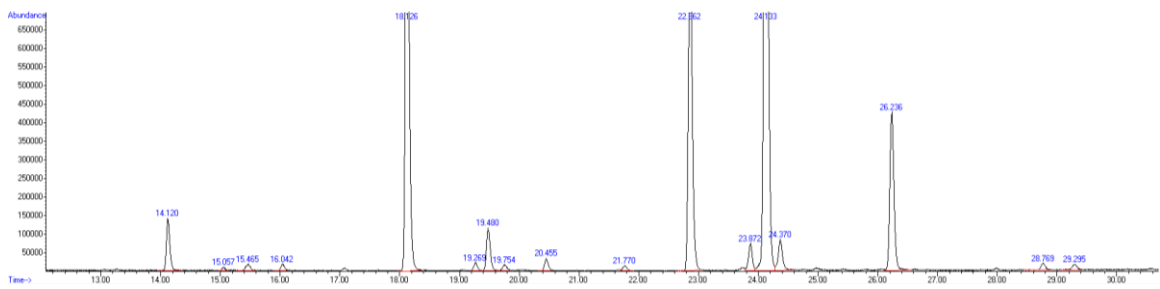


Figura 7. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E08

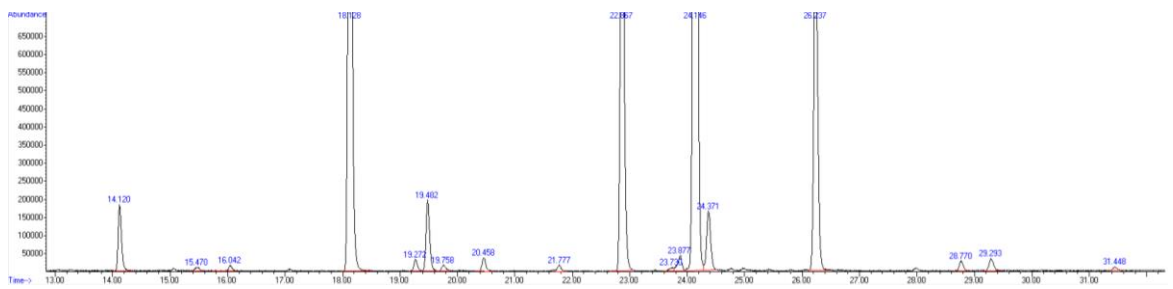


Figura 8. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E09

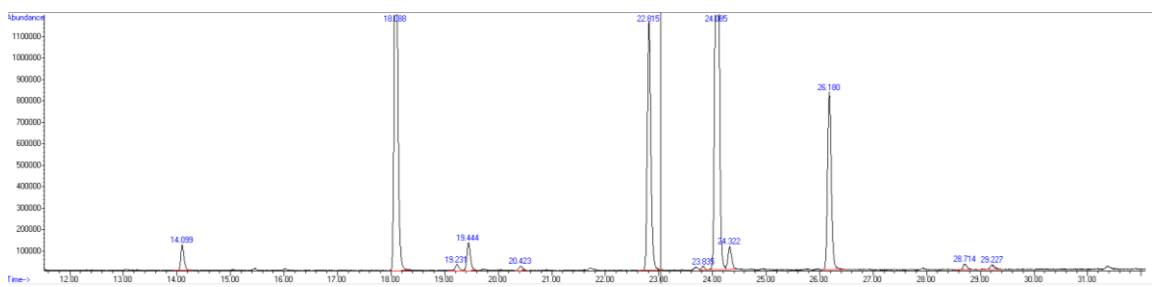


Figura 9. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E10

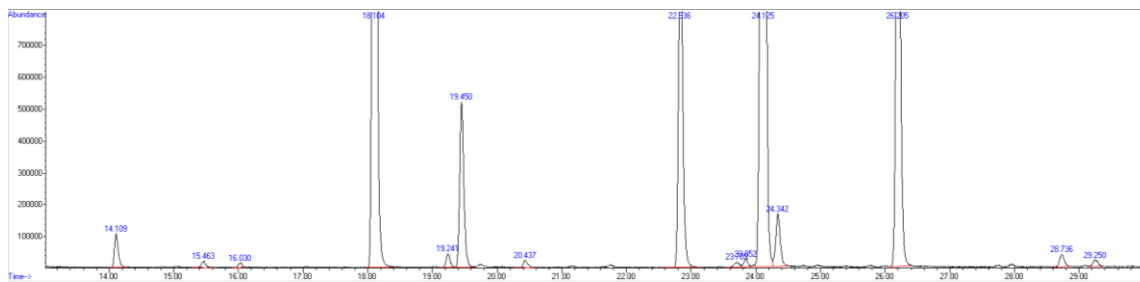


Figura 10. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E11

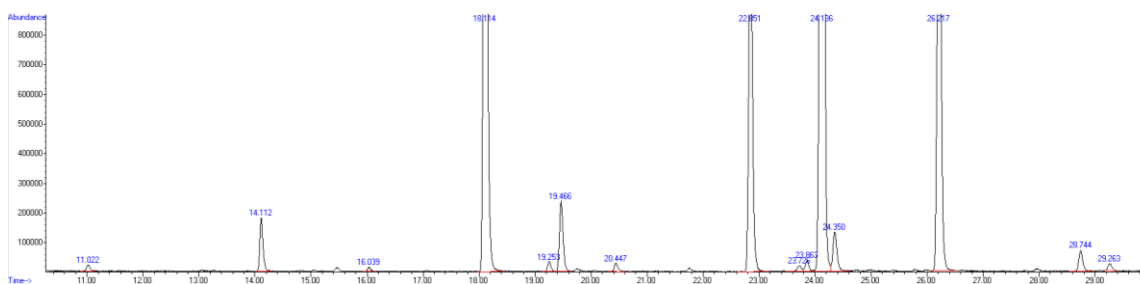


Figura 11. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DC-E13

Tabla 9. Datos para la identificación y determinación de los ácidos grasos.

Nombre del ácido graso (IUPAC)	Nombre común	Nomenclatura	Número Lipídico	(% m) Metil Éster	RT* (min)	% Área	F _i **	PM Éster Metílico (g/mol)	PM Ácido graso (g/mol)
Ácido butanoico	Ácido butírico	C ₄ H ₈ O ₂	C4:0	4,000				102,133	88,110
Ácido hexanoico	Ácido caproico	C ₆ H ₁₂ O ₂	C6:0	4,000	5,899	1,980	0,495	130,180	116,160
Ácido octanoico	Ácido caprílico	C ₈ H ₁₆ O ₂	C8:0	4,000	7,070	3,860	0,965	158,240	144,210
Ácido decanoico	Ácido cáprico	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	C10:1n7	4,000	8,704	4,690	1,173	186,290	172,260
Ácido undecanoico	Ácido hendecanoico	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	C11:0	2,000	9,744	2,410	1,205	200,320	186,290
Ácido dodecanoico	Ácido láurico	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	C12:0	4,000	10,955	5,270	1,318	214,340	200,328
Ácido tridecanoico	Ácido tridéclico	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	C13:0	2,000	12,396	2,600	1,300	228,370	214,340
Ácido tetradecanoico	Ácido mirístico	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	C14:0	4,000	14,054	5,590	1,398	242,400	228,370
Ácido (Z)-tretadec-9-enoico	Ácido miristoleico	C ₁₄ H ₂₆ O ₂	C14:1n5	2,000	15,404	2,480	1,240	240,380	226,350
Ácido pentadecanoico	Ácido pentadéclico	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	C15:0	2,000	15,957	2,680	1,340	256,420	242,400
Ácido <i>cis</i> -10-pentadecanoico	-	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	C15:1n5	2,000	17,466	2,470	1,235	254,410	254,410
Ácido hexadecanoico	Ácido palmítico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	C16:0	6,000	18,055	8,920	1,487	270,500	256,400
Ácido <i>cis</i> -9-hexadecenoico	Ácido palmitoleico	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	C16:1n7	2,000	19,404	2,370	1,185	268,400	254,410

Ácido heptadecanoico	Ácido margárico	C17H34O2	C17:0	1,200	20,36 7	1,270	1,058	284,500	270,500
Ácido <i>cis</i> -10-heptadecanoico	-	C17H32O2	C17:1n7	2,000	21,78 2	2,440	1,220	282,500	268,400
Ácido octadecanoico	Ácido esteárico	C18H36O2	C18:0	4,000	22,77 7	5,500	1,375	298,500	284,500
Ácido <i>trans</i> -9-octadecenoico	Ácido elaídico	C18H34O2	C18:1n9t	2,000	23,63 9	2,480	1,240	296,500	282,500
Ácido <i>cis</i> -9-octadecanoico	Ácido oleico	C18H34O2	C18:1n9 c	4,000	24,04 5	5,650	1,413	296,500	282,500
Ácido <i>trans</i> -9, 12-octadecadienoico	Ácido linolelaídico	C18H32O2	C18:2n6t	2,000	25,19 0	2,250	1,125	294,500	280,450
Ácido <i>cis</i> -9,12-octadecadienoico	Ácido linoleico	C18H32O2	C18:2n6 c	2,000	26,14 9	2,260	1,130	294,500	280,400
Ácido <i>cis</i> -6,9,12-octadecatrienoico	Ácido γ -linolénico	C18H30O2	C18:3n6	2,000	27,66 1	2,230	1,115	292,500	278,400
Ácido eicosanoico	Ácido araquídico	C20H40O2	C20:0	4,000	27,85 8	4,320	1,080	326,600	312,500
Ácido <i>cis</i> -9,12,15-octadecatrienoico	Ácido linolénico	C18H30O2	C18:3n3	2,000	28,65 6	2,190	1,095	292,500	278,400
Ácido <i>cis</i> -11-eicosenoico	-	C20H38O2	C20:1n9	2,000	29,16 9	2,480	1,240	324,500	310,500
Ácido heneicosanoico	-	C21H42O2	C21:0	2,000	30,44 6	1,420	0,710	340,600	326,600
Ácido <i>cis</i> -11,14-eicosadienoico	-	C20H36O2	C20:2n6	2,000	31,33 2	2,060	1,030	322,500	308,500
Ácido <i>cis</i> -8,11,14-eicosatrienoico	Ácido dihomo- γ -linolenico	C20H34O2	C20:3n6	1,560	32,84 4	1,000	0,641	320,500	306,500

Ácido docosanoico	Ácido behénico	C22H44O2	C22:0	4,000	33,00 9	2,180	0,545	354,600	340,600
Ácido <i>cis</i> -11,14,17-eicosatrienoico	-	C20H34O2	C20:3n3	1,500	33,84 7	1,760	1,173	320,500	306,500
Ácido <i>cis</i> -5,8,11,14-eicosatetraenoico	Ácido araquidónico	C20H32O2	C20:4n6	2,000	33,93 8	2,270	1,135	318,500	304,500
Ácidos <i>cis</i> -13-docosenoico	Ácido erúcido	C22H42O2	C22:1n9	2,000	34,31 9	2,100	1,050	352,600	338,600
Ácido tricosanoico	-	C23H46O2	C23:0	1,830	35,55 4	0,640	0,350	368,600	354,600
Ácido <i>cis</i> -13,16-docosadienoico	-	C22H40O2	C22:2n6	2,000	36,52 6	2,500	1,250	350,600	336,600
Ácido <i>cis</i> -5,8,11,14,17-eicosapentanoico	Ácido timnodónico	C20H30O2	C20:5n3	1,760	36,62 9	2,400	1,364	316,500	302,500
Ácido tetracosanoico	Ácido lignocérico	C24H48O2	C24:0	4,000	38,37 0	0,810	0,203	382,700	368,600
Ácido <i>cis</i> -15-tetracosanoico	Ácido nervónico	C24H46O2	C24:1n9	2,000	40,02 3	1,300	0,650	380,600	366,600
Ácido <i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-docosaheptanoico	Ácido cervónico	C22H32O2	C22:6n3	1,860	45,32 2	1,190	0,640	342,500	328,500

*Tiempo de retención; *Factor de calibración

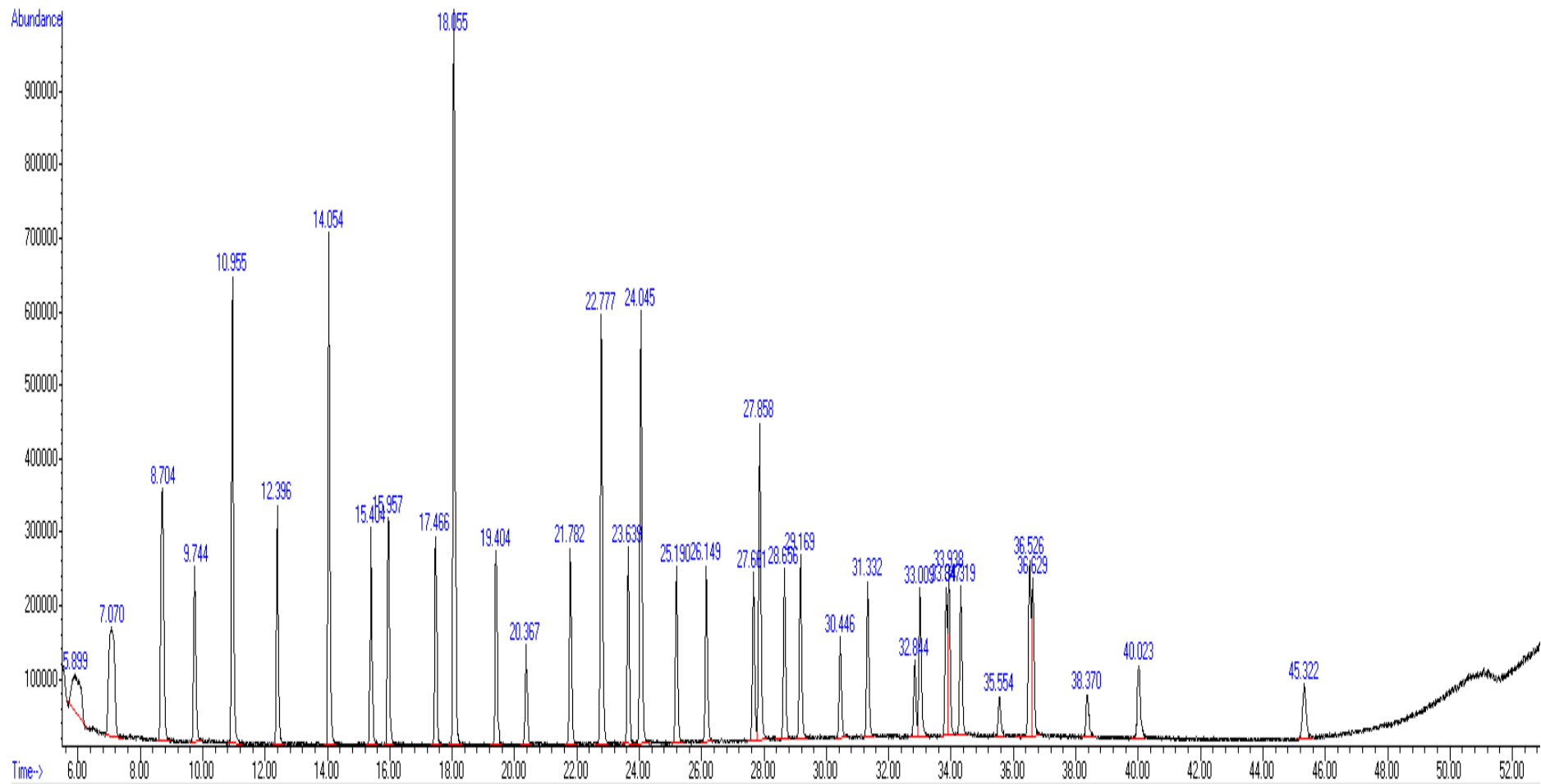


Figura 12. Cromatograma de FAME MIX C4-C24

Tabla 10. Resultados del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados y trans con sus indicadores

Clasificación	Ácido Graso	Número Lipídico	Proporción en masa del ácido graso (%)									
			E02	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E13
Ácidos Grasos Saturados	Ácido láurico	C12:0	0,217	0,150	0,157	0,222	0,118	0,125	0,138	0,098	0,110	0,302
	Ácido mirístico	C14:0	1,347	1,690	1,544	1,054	1,247	2,133	1,678	1,304	0,743	1,371
	Ácido pentadecanoico	C15:0	0,369	0,340	0,255	0,000	0,373	0,312	0,208	0,119	0,115	0,193
	Ácido palmítico	C16:0	23,219	25,083	18,599	22,044	22,736	23,655	24,278	24,464	25,228	22,852
	Ácido margárico	C17:0	0,723	0,729	0,650	0,000	0,766	0,765	0,588	0,447	0,253	0,318
	Ácido esteárico	C18:0	12,828	13,176	12,430	6,064	13,920	16,071	13,873	17,600	7,132	7,842
	Ácido araquídico	C20:0	0,305	0,000	0,000	0,000	0,141	0,227	0,387	0,271	0,098	0,134
Ácidos Grasos Monoinsaturados	Ácido miristoleico	C14:1n5	0,312	0,416	0,348	0,000	0,430	0,409	0,216	0,146	0,163	0,208
	Ácido palmitoleico	C16:1n7	3,658	4,654	2,904	4,261	4,933	3,156	3,040	2,359	4,908	2,909
	Ácido cis-10-heptadecanoico	C17:1n7	0,284	0,347	0,432	0,000	0,283	0,382	0,279	0,323	0,000	0,177
	Ácido oleico	C18:1n9c	2,222	1,304	2,368	0,116	1,440	1,664	0,868	0,323	0,301	0,551
	Ácido cis-11-eicosanoico	C20:1n9	0,317	0,327	0,388	0,000	0,374	0,491	0,680	0,502	0,240	0,309
Ácidos Grasos Poliinsaturados	Ácido linolénico	C18:3n3	0,879	1,557	0,668	0,918	0,677	0,631	0,630	0,520	0,457	0,800
	Ácido cis-11,14-eicosadienoico	C20:2n6	0,000	0,000	0,364	0,000	0,000	0,493	0,647	0,505	0,000	0,267
Ácidos Grasos Trans	Ácido elaídico	C18:1n9t	35,813	38,959	45,147	44,257	39,184	39,521	40,128	38,542	43,875	43,064
	Ácido linolelaídico	C18:2n6t	17,507	11,268	13,745	21,064	13,377	9,967	12,360	12,475	16,376	18,704
Sumatoria de Ácidos Grasos Saturados			39,008	41,168	33,636	29,384	39,301	43,288	41,151	44,304	33,679	33,012
Sumatoria de Ácidos Grasos Monoinsaturados			6,792	7,049	6,440	4,377	7,461	6,101	5,083	3,653	5,612	4,153
Sumatoria de Ácidos Grasos Poliinsaturados			0,879	1,557	1,032	0,918	0,677	1,124	1,278	1,026	0,457	1,067
Sumatoria de Ácidos Grasos Insaturados			7,671	8,605	7,473	5,295	8,137	7,225	6,360	4,679	6,069	5,220
Sumatoria de Ácidos Grasos Trans			53,321	50,226	58,892	65,321	52,561	49,487	52,488	51,017	60,252	61,768
Ácidos Grasos Saturados/Ácidos Grasos Insaturados			5,085	4,784	4,501	5,550	4,830	5,992	6,470	9,469	5,549	6,324
ω-6/ω-3			0,000	0,000	0,545	0,000	0,000	0,782	1,027	0,971	0,000	0,334
Índice de aterogenicidad (I.A.)			3,758	3,718	3,337	5,002	3,422	4,472	4,894	6,364	4,665	5,486