

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN QUÍMICA MENCIÓN QUÍMICA – FÍSICA

Tema: DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA Y BROMATOLÓGICA DE LA CARNE DE RES Y CERDO COMERCIALIZADA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado académico de

Magister en Química Mención Química Física

Modalidad de titulación Proyecto de Desarrollo

Autora: Ing. Andrea Verónica Delgado Ramos

Director: Quím. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg.

Ambato - Ecuador

2022

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Magíster, e integrado por los señores: Ingeniero Diego Manolo Salazar Garcés, Magister y Licenciada Noroska Gabriela Salazar Mogollón, PhD, designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Determinación de la incidencia de la composición lipídica y bromatológica de la carne de res y cerdo comercializada en la provincia de Tungurahua”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Andrea Verónica Delgado Ramos, para optar por el Grado Académico de Magister en Química mención Química-Física; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg.

Miembro del Tribunal de Defensa

Lic. Noroska Gabriela Salazar Mogollón, PhD.

Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Determinación de la incidencia de la composición lipídica y bromatológica de la carne de res y cerdo comercializada en la provincia de Tungurahua”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Andrea Verónica Delgado Ramos, Autora bajo la Dirección de: Químico Lander Vinicio Pérez Aldás Magister., Director del Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Andrea Verónica Delgado Ramos

AUTORA

Químico Lander Vinicio Pérez Aldás Magister

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Andrea Verónica Delgado Ramos
c.c.0401305008

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| Contenido | |
| PORTADA..... | i |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DE AUTOR | iv |
| AGRADECIMIENTO | x |
| DEDICATORIA | xi |
| RESUMEN EJECUTIVO | xii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1. Introducción..... | 1 |
| 1.2. Justificación..... | 2 |
| 1.3. Objetivos | 4 |
| 1.3.1. Objetivo General | 4 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 4 |
| CAPITULO II. | 5 |
| ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 5 |
| 2.1. Composición fisicoquímica, nutricional y bromatológica de la carne de res y carne de cerdo | 5 |
| 2.2. Composición Lipídica | 7 |
| 2.2.1. Determinación de materia grasa..... | 7 |
| 2.3. Ácidos Grasos (AG) | 8 |
| 2.3.1. Identificación y cuantificación de AG | 13 |
| 2.4. Cromatografía de gases acoplado a espectrómetro de masas..... | 14 |
| 2.5. Índice de saturación e índice de aterogenicidad | 16 |
| CAPÍTULO III..... | 17 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 17 |
| 3.1. Ubicación..... | 17 |
| 3.2. Equipos y materiales | 21 |
| 3.2.1. Materiales de laboratorio..... | 21 |
| 3.2.2. Equipos de Laboratorio | 21 |
| 3.2.3. Reactivos | 22 |
| 3.3. Tipo de Investigación | 22 |
| 3.4. Prueba de Hipótesis | 23 |
| 3.4.2. Hipótesis alternativa..... | 23 |
| 3.5. Población y muestra. | 23 |
| 3.6. Recolección de información | 24 |
| 3.6.1. Muestreo..... | 24 |
| 3.6.2. Determinación humedad | 25 |
| 3.6.3. Determinación de cenizas | 25 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.6.4. | Determinación pH | 26 |
| 3.6.5. | Determinación actividad de agua (a_w)..... | 26 |
| 3.6.6. | Determinación contenido graso | 27 |
| 3.6.7. | Transesterificación de ácidos grasos..... | 28 |
| 3.6.8. | Análisis por Cromatografía de Gases acoplada a Espectroscopía de Masas 28 | |
| 3.6.9. | Índice de Saturación e índice de aterogenicidad | 31 |
| 3.7. | Procesamiento de la información y análisis estadístico. | 32 |
| 3.8. | Variables de respuesta o resultados alcanzados: | 32 |
| CAPÍTULO IV | | 33 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 33 |
| 4.1. | Parámetros físico - químicos | 33 |
| 4.1.1. | Humedad | 33 |
| 4.1.2. | Cenizas | 35 |
| 4.1.3. | pH..... | 38 |
| 4.1.4. | Actividad de agua (a_w) | 41 |
| 4.2. | Contenido graso..... | 43 |
| 4.3. | Identificación y cuantificación de ácidos grasos | 46 |
| 4.3.1. | Perfil lipídico, índice de saturación e índice de aterogenicidad de la carne de res | 46 |
| 4.3.2. | Perfil lipídico, índice de saturación e índice de aterogenicidad de la carne de cerdo | 50 |
| CAPITULO V | | 54 |
| CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS ... | | 54 |
| 5.1. | Conclusiones | 54 |
| 5.2. | Recomendaciones | 55 |
| 5.3. | BIBLIOGRAFIA | 56 |
| 5.4. | ANEXOS | 62 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE | 6 |
| TABLA 2. ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA DE LOS ÁCIDOS GRASOS MÁS ABUNDANTES | 10 |
| TABLA 3. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS LUGARES DE MUESTREO | 17 |
| CUADRO 4. CENTROS DE FAENAMIENTO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA | 23 |
| TABLA 5. PARÁMETROS DE CONTROL DEL CROMATÓGRAFO DE GASES AGILENT TECHNOLOGIES 7890B GC SYSTEM ACOPLADO A UN DETECTOR DE MASAS 5977A GC/MSD | 29 |
| TABLA 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO..... | 33 |
| TABLA 7. PORCENTAJE DE CENIZAS EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO | 36 |
| TABLA 8. pH EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO | 38 |
| TABLA 9. ACTIVIDAD DE AGUA EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO | 41 |
| TABLA 10. CONTENIDO GRASO EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO | 43 |
| TABLA 11. DATOS OBTENIDOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN CARNE DE RES | 47 |
| TABLA 12. PERFIL LIPÍDICO DE CARNE DE RES | 48 |
| TABLA 13. DATOS OBTENIDOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN CARNE DE CERDO | 51 |
| TABLA 14. PERFIL LIPÍDICO DE CARNE DE CERDO | 52 |
| TABLA 15. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD | 67 |
| TABLA 16. ANOVA DE HUMEDAD PARA CARNE DE RES | 70 |
| TABLA 17. ANOVA DE HUMEDAD PARA CARNE DE CERDO | 70 |
| TABLA 18. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CENIZA | 71 |
| TABLA 19. ANOVA DE CENIZAS PARA CARNE DE RES..... | 74 |
| TABLA 20. ANOVA DE CENIZAS PARA CARNE DE CERDO..... | 74 |
| TABLA 21. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE PH..... | 75 |

| | |
|---|----|
| TABLA 22. ANOVA DE PH PARA CARNE DE RES..... | 78 |
| TABLA 23. ANOVA DE PH PARA CARNE DE CERDO | 78 |
| TABLA 24. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE a_w | 79 |
| TABLA 25. ANOVA DE a_w PARA CARNE DE RES | 82 |
| TABLA 26. ANOVA DE a_w PARA CARNE DE CERDO..... | 82 |
| TABLA 27. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTENIDO GRASO | 83 |
| TABLA 28. ANOVA DE CONTENIDO GRASO PARA CARNE DE RES..... | 85 |
| TABLA 29. ANOVA DE CONTENIDO GRASO PARA CARNE DE CERDO | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructura de los ácidos grasos | 9 |
| Figura 2. Transesterificación de un triacilglicérido con alcohol..... | 14 |
| Figura 3. Diagrama de bloques de la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS)..... | 15 |
| Figura 4. Mapa de muestreo – Carne de Res | 19 |
| Figura 5. Mapa de muestreo – Carne de Cerdo..... | 20 |
| Figura 6. Cromatograma de Carne de Res | 47 |
| Figura 7. Cromatograma de Carne de Cerdo | 50 |
| Figura 7. Acta de Muestreo | 62 |
| Figura 8. Toma de muestra 1 | 63 |
| Figura 9. Toma de muestra 2 | 63 |
| Figura 10. Etiqueta de muestreo | 64 |
| Figura 11. Transporte de muestras. | 64 |
| Figura 12. Determinación de humedad | 64 |
| Figura 13. Obtención de cenizas | 65 |
| Figura 14. Determinación de pH..... | 65 |
| Figura 15. Determinación de Actividad de agua..... | 65 |
| Figura 16. Extracción de grasa..... | 66 |
| Figura 17. Transesterificación de ácidos grasos | 66 |
| Figura 18. Cromatógrafo de gases AGILENT TECHNOLOGIES 7890B GC SYSTEM acoplado a un detector de masas 5977A GC/MSD | 66 |

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Quím. Mg. Lander Pérez, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

Gracias la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por la colaboración con los laboratorios para llevar a cabo la fase experimental de este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y a mi familia que son el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día, para alcanzar mis más apreciados ideales de superación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN QUÍMICA MENCIÓN QUÍMICA FÍSICA

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA Y BROMATOLÓGICA DE LA CARNE DE RES Y CERDO COMERCIALIZADA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

AUTOR: Ing. Andrea Verónica Delgado Ramos

DIRECTOR: Quím. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- Seguridad y Soberanía Alimentaria

FECHA: 13 de diciembre del 2021

RESUMEN EJECUTIVO

La carne es un producto de alta demanda en el mercado ecuatoriano, aporta importantes nutrientes en la dieta humana, tales como: proteínas, grasa, vitaminas y minerales. Sin embargo, pese a los beneficios que brinda, algunas investigaciones han limitado su consumo debido al elevado contenido de grasa y por considerarse un precursor de enfermedades cardiovasculares y obesidad. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de la composición bromatológica y lipídica de la carne de res y cerdo comercializada en la Provincia de Tungurahua. Al analizar la carne de res se determinó $74,96 \pm 5,97\%$ de humedad; $4,03 \pm 0,97\%$ de ceniza; 0,99 en a_w ; $6,24 \pm 0,45$ en pH; y $10,70 \pm 6,44\%$ de grasa total. De forma similar se hizo el análisis de la carne de cerdo, se encontró un contenido de $69,50 \pm 7,50\%$ de humedad; $3,89 \pm 1,17\%$ de ceniza; 0,99 en a_w ; $6,36 \pm 0,26$ en pH; y $33,15 \pm 5,29\%$. En cuanto al perfil lipídico, en carne de res se

identificó ácido palmítico (37,44%); ácido esteárico (11,37%); ácido oleico (38,95%); ácido palmitoleico (2,62%); ácido linoleico (7,11%); y, ácido linolénico (3,57%). En la carne de cerdo se encontró ácido palmítico (32,51%); ácido esteárico (10,02%); ácido oleico (46,60%); ácido palmitoleico (2,62%); ácido linoleico (8,13%) y ácido linolénico (0,64%). Por último, los índices de calidad nutricional que se obtuvieron fueron: índice de saturación (0,219 en res y 0,202 en cerdo) y el índice de aterogenicidad (0,729 para res y 0,622 para cerdo). Por lo tanto, las carnes analizadas tuvieron composición de agua aceptable, son carnes DFD, con alto contenido de cenizas y lípidos, si bien tiene alto contenido de AGs también reporta importante composición de AGp.

Descriptor: carne de res, carne de cerdo, ácidos grasos (A.G.), índice de saturación (I.S.), índice de aterogenicidad (I.A.)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN QUÍMICA MENCIÓN QUÍMICA FÍSICA

THEME:

DETERMINATION OF THE INCIDENCE OF LIPID AND
BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF BEEF AND PORK MARKETED
IN TUNGURAHUA

AUTHOR: Ing. Andrea Verónica Delgado Ramos

DIRECTED BY: Quím. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg.

LINE OF RESEARCH:

- Food Security and Sovereignty

DATE: December 13th, 2021

EXECUTIVE SUMMARY

Meat is a product in high demand in the Ecuadorian market, providing important nutrients in the human diet, such as protein, fat, vitamins, and minerals. However, despite the benefits it provides, some research has limited its consumption due to its high fat content and because it is considered a precursor of cardiovascular diseases and obesity. The objective of this research was to determine the incidence of the bromatological, and lipid composition of beef and pork marketed in the Province of Tungurahua. On analyzing the beef, $74.96 \pm 5.97\%$ moisture; $4.03 \pm 0.97\%$ ash; 0.99 aw; 6.24 ± 0.45 pH; and $10.70 \pm 6.44\%$ total fat were determined.

Similarly, the analysis of the pork meat showed a moisture content of $69.50 \pm 7.50\%$; $3.89 \pm 1.17\%$ ash; 0.99 in aw; 6.36 ± 0.26 in pH; and $33.15 \pm 5.29\%$. As for the lipid profile, in beef, palmitic acid (37.44%); stearic acid (11.37%); oleic acid (38.95%); palmitoleic acid (2.62%); linoleic acid (7.11%); and linolenic acid (3.57%) were identified. In pork, palmitic acid (32.51%); stearic acid (10.02%); oleic acid (46.60%); palmitoleic acid (2.62%); linoleic acid (8.13%) and linolenic acid (0.64%) were found. Finally, the nutritional quality indexes obtained were saturation index (0.219 for beef and 0.202 for pork) and the atherogenicity index (0.729 for beef and 0.622 for pork). Therefore, the meats analyzed had an acceptable water composition, they are DFD meats, with high ash and lipid content, although they have a high content of FAs, they also report an important composition of FAp.

Keywords: beef, pork, fatty acids (F.A.), saturation index (S.I.), atherogenicity index (A.I.),

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Entre los alimentos más aceptados en la población se encuentra la carne. A lo largo de la historia la carne ha sido un alimento muy importante en la nutrición del ser humano (Celada Rodríguez, 2018). La carne es un alimento altamente nutritivo y un componente principal de la canasta básica familiar. (Montoya, García, & Barahona, 2015). Hay que tener en cuenta que son productos que por sus propiedades organolépticas son muy bien aceptados en la dieta y que se consumen abundantemente, a pesar de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que sugieren un mayor consumo de alimentos de origen vegetal y limitar el consumo de carnes rojas a máximo 500 gramos a la semana, se ha evidenciado un incremento del consumo de estas en la población (Celada Rodríguez, 2018). En promedio los ecuatorianos de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) consumen 142 gramos de carnes y embutidos al día (Telégrafo, 2021)

Además del alto aporte de agua (60 – 80 %) y proteína (16 – 25%), la carne es importante fuente de grasa (1-30%) (Montoya et al., 2015)(Celada Rodríguez, 2018). Existen elementos presentes en la carne como la grasa, colesterol, residuos contaminantes, entre otros, que podrían resultar poco adecuados para la salud del consumidor causando el desarrollo o prevalencia de enfermedades cardiovasculares (ECV), obesidad, diabetes mellitus tipo 2 o cáncer (Celada Rodríguez, 2018).

En este sentido, es importante evaluar la calidad de los alimentos que son consumidos por la población, entendiendo por calidad de carne al conjunto de propiedades que definen su composición y su palatabilidad, para el consumidor es

fundamental la apariencia, la jugosidad, textura, sabor y olor, sin embargo, los atributos de calidad también son dados por su composición bromatológica que puede determinarse instrumentalmente para eliminar apreciaciones subjetivas (Nogales Baena, 2018). La calidad de la carne está influenciada no solo por los factores genéticos sino también en gran medida como factores ambientales incluidos la nutrición, el manejo y faenamiento del animal (Biel, Czerniawska-Piatkowska, & Kowalczyk, 2019), por lo tanto, los perfiles de lípidos de los diferentes tipos de carne también muestran variabilidad, dependiendo de la dieta, la raza, el sexo y la edad (Nogales Baena, 2018).

1.2. Justificación

El incremento de las tasas de mortalidad y la prevalencia de factores de riesgo (FR) observadas en América Latina, son los más importantes indicadores de la magnitud de patologías como: enfermedades cardiovasculares (ECV), obesidad, diabetes mellitus tipo 2 o cáncer, entre otras. Las ECV son la principal causa de mortalidad en el mundo industrializado (Socorrás- Suárez; Bolet Astoviza, 2010). En el año 2015, el 31% de las muertes en el mundo fue a causa de ECV; de las cuales 7,4 millones se debieron a cardiopatía coronaria (enfermedad cardíaca desarrollada por taponamiento o estrechamiento de las arterias coronarias). Más del 50% de las muertes por ECV ocurre en los países de ingresos medios y bajos; se proyecta que al 2030, casi 23,6 millones de personas morirán por alguna ECV (Zuñiga, 2020).

En los últimos años, la OMS a través de sus diferentes programas ha promovido el efecto de la ingesta de grasas saturadas en la dieta y su efecto negativo sobre la salud humana, haciendo énfasis en algunos productos de origen animal, esto como consecuencia de los altos niveles de algunos ácidos grasos saturados (AGs) que elevan el colesterol total y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y los bajos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (AGp) (Nogales Baena, 2018). Algunos estudios asocian a la carne, y sus derivados, con el riesgo de padecer alguna patología (ECV, obesidad, diabetes mellitus tipo 2 o cáncer, entre otras), sin embargo, es complicado relacionar un único alimento con una patología determinada, debido a que la carne contiene nutrientes beneficiosos, como: selenio,

vitaminas del grupo B y algunos ácidos grasos insaturados significativos (Celada Rodríguez, 2018). Por lo tanto, es importante conocer la composición de los alimentos de consumo masivo para poder establecer una relación directa entre dieta y salud (Rubio García, 2004).

Los estudios epidemiológicos realizados desde los años 70's a la fecha, han mostrado una fuerte asociación entre el tipo de grasa consumida con un aumento en el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Consejo de Nutrición Danés y la Asociación Americana del Corazón recomiendan que menos del 1% del total de las calorías que se consuman provengan de ácidos grasos *trans*. (Ballesteros, Valenzuela, Artalejo, & Robles, 2012). Los ácidos grasos *trans* se encuentran en la mayoría de alimentos procesados y de forma natural en los alimentos que provienen de rumiantes, como: carne, leche y derivados lácteos, el efecto que genera de acuerdo a la procedencia se ha visto inmerso en un sinnúmero de investigación, siendo aceptado el consumo de los ácidos grasos *trans* de origen natural (Herrera & Rodríguez, 2016).

Por su parte la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 13 establece que: “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local (...)” para ello, será responsabilidad del estado Art. 281 inciso 13. “Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos” (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008)

Por lo expuesto anteriormente, este proyecto se enmarcará en la línea de investigación de Seguridad y Soberanía Alimentaria de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la incidencia de la composición bromatológica y lipídica de la carne de res y cerdo comercializada en la Provincia de Tungurahua.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la composición bromatológica (cenizas, humedad, actividad de agua y pH) de la carne de res y cerdo que se comercializa en la provincia de Tungurahua.
- Analizar e identificar químicamente los ácidos grasos que componen la carne de res y cerdo que se expende en la Provincia de Tungurahua.
- Calcular el índice de aterogenicidad, y la relación $\omega 6/\omega 3$ a partir de la calidad lipídica de la carne de res y cerdo producidos en la Provincia de Tungurahua.

CAPITULO II.

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1. Composición fisicoquímica, nutricional y bromatológica de la carne de res y carne de cerdo

La vida útil es el periodo de tiempo en el que un alimento sigue siendo aceptable para el consumo humano en términos de seguridad, atributos nutricionales y características sensoriales. El deterioro progresivo de la calidad y la seguridad limita la vida útil de un alimento (Corradini, 2018), este principio no es la excepción para el manejo de carnes frescas, en donde la estabilidad depende de factores como: pH, acidez, actividad de agua (a_w), composición y carga microbiana, temperatura de almacenamiento, entre otras (González H., Mesa G., & Quintero C., 2014).

En los diferentes tipos de carne el pH es un parámetro de análisis importante para identificar la calidad, debido a que una alteración en este parámetro puede desencadenar en cambios de color, textura, capacidad de retención de agua, entre otros. Debido a los cambios bioquímicos que ocurren en el proceso de transformación de músculo a carne, por la ausencia de oxígeno el glucógeno se degrada a ácido láctico y esto se evidencia en la disminución del pH. En animales vivos el pH normal en el músculo es de 7,04 (León, Orduz, & Velandia, 2017) y una vez que la carne de res y cerdo ha pasado por el proceso de maduración debe tener un pH óptimo de 5,9 y 5,7 respectivamente, esto se atribuye principalmente a la producción de aminas (González H. et al., 2014).

Los principales componentes de la carne son: agua entre 70 y 75%, de esto el 70% corresponde a agua libre localizada entre los filamentos de actina y miosina y el 5% es agua ligada a las estructuras proteicas; las proteínas se encuentran en promedio de 19 al 23%, aproximadamente el 40% de sus aminoácidos son esenciales; y grasa 19 - 23% (León et al., 2017). Sin embargo, estas proporciones varían dependiendo

de factores intrínsecos, como: genotipo, raza, sexo y edad y factores extrínsecos, como la alimentación, animales castrados o no, manejo del animal pre y post sacrificio, zona de ubicación y zona anatómica analizada (Lema & Lema, 2019). Una característica específica de la carne son sus elementos esenciales y nutritivos, entre los que se encuentran las proteínas de alta calidad, contenido en minerales y vitaminas (B1, B2, B6 y ácido fólico), grasas poliinsaturadas y aminoácidos esenciales que determinan en gran medida el sabor y el valor dietético. (Biel et al., 2019). Los residuos inorgánicos que se obtienen después del proceso de calcinación se conocen como cenizas, se estima que es contenido en minerales que posee el alimentos, en el caso de las carnes este valor oscila entre 0,9 y 1,1%(Orozco Villa, 2013). En la Tabla 1 se muestran los valores de la composición química de la carne de res y de cerdo.

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE

| Producto | | Vacuno, filete | Cerdo, carne magra |
|--------------------|------|-----------------------|---------------------------|
| Energía | Kcal | 152 | 248 |
| Agua | g | 61,5 | 54,4 |
| proteína | g | 28,6 | 9,6 |
| grasa | g | 3,1 | 15,6 |
| Carbohidrato total | g | 2,3 | 17,4 |
| Ceniza | g | 4,4 | 3 |
| NaCl | mg | 3300 | 2400 |
| Ca | mg | 8 | 12 |
| Cu | mg | 0,233 | 0,15 |
| Fe | mg | 5,36 | 4,11 |
| K | mg | 216 | 297 |
| Mg | mg | 18 | 22 |
| Na | mg | 686 | 792 |
| P | mg | 134 | 130 |
| Zn | mg | 4,36 | 4,02 |

Fuente: (Ortíz, Astudillo, Donoso, & Angélica, 2018)

2.2. Composición Lipídica

Los lípidos son moléculas orgánicas que se encuentran en la naturaleza, tienen una solubilidad limitada en agua y que pueden aislarse de los organismos por extracción con disolventes orgánicos no polares (McMurry, 2012). Las grasas y los aceites son mezclas naturales de triacilgliceroles, llamados también triglicéridos (TAG) (Carey, 2003). Los TAG son ésteres de glicerol y ácidos grasos. La diferencia entre un TAG y otro es el tipo de ácido graso unido al glicerol y la posición en que está unido, en el carbono 1, 2 o 3 (Herrera & Rodríguez, 2016).

Las grasas están formadas por ácidos grasos saturados, son sólidas, mientras que los aceites son líquidos y contienen ácidos insaturados (González Fernández & Jiménez-Granados, 2014). Todas las grasas son insolubles en agua, y solubles en solventes orgánicos tales como el éter etílico, n-hexano, cloroformo, etc., con una densidad significativamente inferior a la unidad (flotan en el agua) (Oré Breña, J; Neira Montoya & Viza Llenque, 2012).

Además del alto aporte de agua y proteína, la carne es fuente importante de grasa la cual viene de tres depósitos: grasa intramembranal (en forma de fosfolípidos), grasa subcutánea y grasa intermuscular (IMF) (Montoya et al., 2015). Existe una clara diferencia entre las grasas contenidas en las carnes de rumiantes (vaca, oveja) y las carnes de cerdo (Astiasarán, 2018).

2.2.1. Determinación de materia grasa

El consumo de la carne de vacuno dentro de la dieta humana es de vital importancia, ya que se considera como un alimento de alto valor nutritivo debido a la fuente de proteínas, vitaminas y ácidos grasos que aporta a la dieta del consumidor (González González, 2021). Sin embargo, el auge de hoy en día sobre el perfil lipídico de carne de res y cerdo ha hecho que se realice distintas investigaciones con el fin de reducir el consumo de ácidos grasos saturados e incrementar las concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados, ya que estos últimos aportan de manera benéfica a la salud humana.

El análisis indicado para obtener el contenido graso de un producto alimenticio es a través de la extracción, con la ayuda de un solvente, generalmente de tipo orgánico, como puede ser: n-hexano, cloroformo o éter de petróleo, entre otros. Se busca este paso preliminar de la extracción de grasa de la matriz para que sea analizada posteriormente por cromatografía de gases y se pueda establecer el tipo de ácidos grasos y la cantidad de cada uno en la muestra principal (Arias Luna, 2011).

2.3. Ácidos Grasos (AG)

Cuando un aceite o grasa se calienta con una disolución acuosa alcalina, el grupo éster sufre una reacción de hidrólisis (González Fernández & Jiménez-Granados, 2014). La hidrólisis de las grasas forma glicerol y ácidos grasos (AG) de cadena larga. La mayoría de los AG en la naturaleza poseen un número par de átomos de carbono y una cadena de carbonos no ramificada (Carey, 2003). Es decir, los AG son ésteres de ácidos carboxílicos de cadena larga (Wade, 2011). Los tres AG de una molécula de un triacilglicerol específico no son necesariamente los mismos y es probable que la grasa o el aceite de una fuente dada sea una mezcla compleja de varios triacilgliceroles distintos (McMurry, 2012). Los grupos acilo que contienen de 14 a 20 átomos de carbono son los más abundantes en los triglicéridos (Carey, 2003).

Los AG de origen vegetal, animal y microbiano varían en la longitud de la cadena y generalmente contienen un número par de átomos de carbono (entre 12 y 20) con un grupo funcional carboxilo en un extremo (Waktola, Zeng, Chin, & Marriott, 2020), no están ramificados y si se presentan enlaces dobles (insaturados), tienen principalmente, aunque no completamente, geometría Z o *cis*. Se conocen más de 100 ácidos grasos diferentes, y casi 40 se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza (McMurry, 2012).

En la investigación de Christie (1990, citado en Waktola et al., 2020) los AG saturados (AGs) de cadena recta son los más abundantes y constituyen la mayoría de los lípidos naturales siendo de 14, 16 y 18 átomos de carbono los más abundantes

(Figura 1.a.). Los AG monoinsaturados (AGm) de cadena recta y los poliinsaturados (AGp) con configuración *cis* también constituyen una alta proporción de los AG totales en los lípidos naturales.

Cuando un ácido graso presenta una insaturación, la doble ligadura que enlaza dos átomos de carbono impide la libre rotación de estos. Por esta razón los dos átomos de H unidos a estos carbonos pueden encontrarse del mismo lado del plano que pasa por la doble ligadura o en lados opuestos. Cuando los H se encuentran del mismo lado se dice que el ácido graso está en configuración *cis* y cuando se encuentran en lados opuestos al plano formado por los dos carbonos unidos por la doble ligadura se dice que la configuración es *trans* (Herrera & Rodríguez, 2016), en la Figura 1, se observa la disposición de los AG.

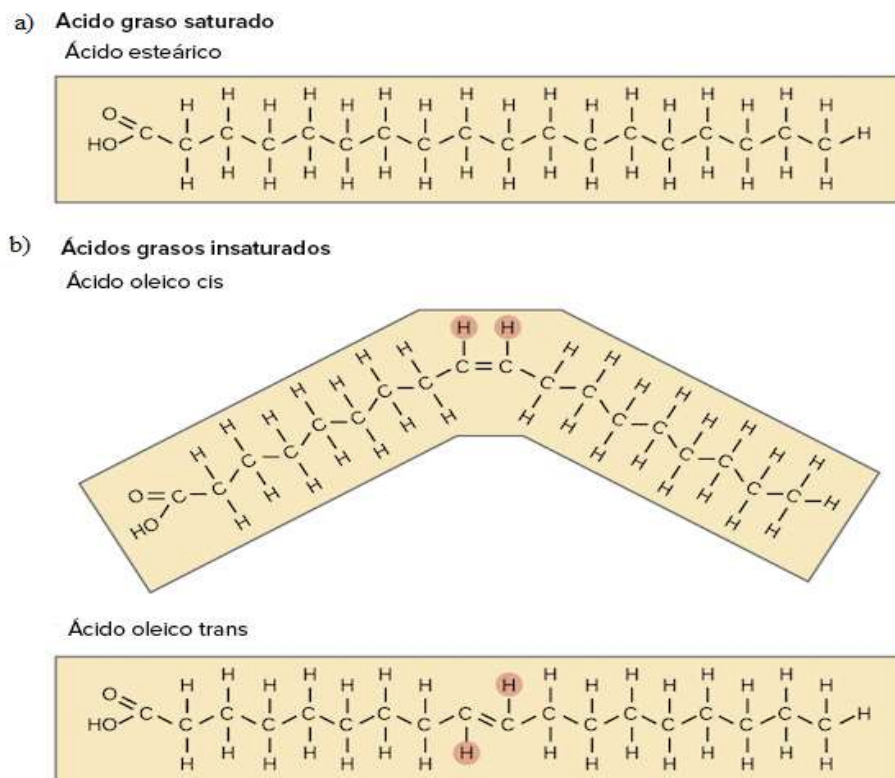


Figura 1. Estructura de los ácidos grasos

Fuente: <https://es.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/lipids>

Los ácidos grasos se expresan generalmente por su nombre común, ejemplo: “ácido linoleico (LA)” mientras que su estructura exacta viene dada por su nombre sistemático ácido *cis*-9, *cis*-12 octadecadienoico, y por la abreviatura 18:29c, 12c. La posición (de los) enlace(s) etilénicos se designa contando desde el carbono carboxilo y la geometría del enlace etilénico se indica con *cis* o *trans*, 18:29c, 11t. La nomenclatura abreviada o n que describen los ácidos grasos insaturados de las familias 3, 6 y 9 da la posición del enlace etilénico contando desde el grupo metilo terminal como 18:26 o 18:2n–6 para el LA (Seppänen-Laakso, Laakso, & Hiltunen, 2002). La estructura y nomenclatura de los ácidos grasos más comunes se encuentra en la Tabla 2.

TABLA 2. ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA DE LOS ÁCIDOS GRASOS MÁS ABUNDANTES

| Nombre Común | Nombre sistemático | Núm. de C | Estructura |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|--|
| <i>Saturados</i> | | | |
| Ácido Láurico | Ácido Dodecanoico | 12 | $CH_3(CH_2)_{10}CO_2H$ |
| Ácido Mirístico | Ácido Tetradecanoico | 14 | $CH_3(CH_2)_{12}CO_2H$ |
| Ácido Palmítico | Ácido Hecadecanoico | 16 | $CH_3(CH_2)_{14}CO_2H$ |
| Ácido Esteárico | Ácido Octadecanoico | 18 | $CH_3(CH_2)_{16}CO_2H$ |
| Ácido Araquídico | Ácido Icosanoico | 20 | $CH_3(CH_2)_{18}CO_2H$ |
| <i>Insaturados</i> | | | |
| Ácido Palmitoleico | | 16 | $(Z) - CH_3(CH_2)_5CH = CH(CH_2)_7CO_2H$ |
| Ácido Oleico | Ácido <i>cis</i> -9-octadecanoico | 18 | $(Z) - CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7CO_2H$ |

| Nombre Común | Nombre sistemático | Núm. de C | Estructura |
|-------------------|--|-----------|---|
| Ácido Linoleico | Ácido cis,cis-9,12-octadecadienoico | 18 | (Z, Z) $-CH_3(CH_2)_4(CH$ $=CHCH_2)_2(CH_2)_6CO_2H$ |
| Ácido Linolénico | Ácido cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienoico | 18 | (todos Z) $-CH_32(CH$ $=CHCH_2)_3(CH_2)_6CO_2H$ |
| Ácido Aracídónico | Ácido cis,cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-icosatetraenoico | 20 | (todos Z) $-CH_3(CH_2)_4(CH$ $=CHCH_2)_4(CH_2)_2CO_2H$ |

Fuente: (McMurry, 2012)(Carey, 2003)

El conocimiento de los AG en los lípidos es crucial para medir los cambios en las vías metabólicas en las muestras biomédicas y nutricionales, para evaluar la calidad de los alimentos en caso de cereales, aceites, pescados, productos cárnicos entre otros, además de ser importante en los ámbitos de la salud y el medio ambiente (Waktola et al., 2020)

En la naturaleza la mayoría de los isómeros presentes en los aceites y grasas pertenecen a la conformación *cis*. La conversión de *cis* a *trans* requiere mucha energía por eso se realiza a altas temperaturas y algunas veces en presencia de catalizadores. La principal fuente de ácidos grasos *trans* en los alimentos es el proceso de hidrogenación parcial de los aceites vegetales. En este proceso parte de los enlaces dobles se convierten en enlaces simples por incorporación de hidrógeno. El producto principal que se obtiene son TAG formados por ácidos grasos saturados (de mayor punto de fusión que los TAG originales) y como subproducto se obtiene una cierta proporción de TAG con ácidos grasos insaturados convertidos al isómero *trans*. El isómero que se forma es el *trans-9*. Estos ácidos grasos se consideran de origen industrial (Herrera & Rodríguez, 2016).

Los ácidos grasos *trans* también pueden formarse naturalmente durante la digestión en los estómagos de los rumiantes. En este caso el ácido graso que se forma es el

vaccénico, que es el *trans*-11. Es importante destacar que este ácido graso no es considerado una grasa *trans* según la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) aunque lo sea desde el punto de vista químico. La FDA se refiere sólo a los ácidos grasos de origen industrial. Desde el punto de vista práctico es una consideración muy relevante ya que la grasa de leche y las grasas *trans* presentes en la carne no están incluidas en la legislación como grasas *trans* (Herrera & Rodríguez, 2016).

La grasa intramuscular de las carnes está relacionada con cantidades importantes de ácidos grasos, de los cuales existen dos tipos: los ácidos saturados y los insaturados, estos últimos se clasifican como monoinsaturados (AGm) y poliinsaturados (AGp), estos a su vez se subdividen en ácido omega 3 (ω 3) y omega 6 (ω 6), que no son sintetizados por el organismo humano y que han sido asociados con prevención de enfermedades (Castañeda & Peñuela, 2010). Los rumiantes suelen contener en su grasa niveles reducidos de ácidos linoleico (ω 3) y linolénico (ω 6). Sin embargo, la carne de cerdo suele presentar mayor insaturación que la de los rumiantes, dependiendo siempre de la alimentación que recibe. (Astiasarán, 2018).

El desbalance de ácidos grasos y grasas intramusculares en la carne de rumiantes ha generado que los ganaderos empiecen a mejorar la nutrición y salud de vacunos, y por ende la manipulación de los ácidos grasos, a fin de favorecer la proporción entre saturados e insaturados. En general, la grasa del rumiante tiene un alto contenido de AGs y bajo en AGp, debido en gran medida al proceso ruminal, gracias a los microorganismos del rumen, los lípidos se hidrolizan dando lugar a la formación de ácidos grasos saturados, sin embargo, cuando los rumiantes son alimentados con una dieta basada en forraje, depositan un mayor nivel de AGp ω -3 en la carne (Rincón Zoot & Albarracín, 2013). La relación $\omega - 6 / \omega - 3$ es particularmente bajo en carne de rumiantes, especialmente en animales que son alimentados con forraje que contiene altos niveles de ácido linolénico, que se considera beneficioso para la salud humana. Para los animales alimentado con granos, esta relación $\omega - 6 / \omega - 3$ se puede reducir mediante el suplementación

dietética con alimentos ricos en ácido linolénico, especialmente si estos ácidos grasos están protegidos de la biohidrogenación ruminal (Oliveira et al., 2013)

2.3.1. Identificación y cuantificación de AG

La cromatografía de gases (CG) acoplado con espectrómetro de masas (MS) o el detector de ionización de llama (FID) es la técnica más utilizada para la determinación de AG y ácidos grasos *trans* (AG-t) (Omar & Salimon, 2013).

Según Seppänen-Laakso et al., (2002) la técnica original de extracción se desarrolló para el aislamiento y la purificación de lípidos de tejidos animales, se lleva a cabo con disolventes empleando utiliza una mezcla de cloroformo/metanol (2:1) e, incluye el lavado con una solución salina. Cuando se utilizan los mismos disolventes orgánicos, la cantidad de agua puede ajustarse para mejorar la extracción de los lípidos, terminando en el sistema bifásico en el que la capa de cloroformo contiene los lípidos y la capa de metanol/agua los constituyentes no lípidos. Se han evaluado los métodos de extracción con disolventes para el análisis por cromatografía de gases de los ácidos grasos de diferentes productos alimentarios. De acuerdo a Akoh & Min (2008) en un estudio sobre los lípidos totales de la carne de vacuno, se compararon varios sistemas de extracción por método Soxhlet para material liofilizado utilizando éter de petróleo, éter dietílico, cloroformo/metanol y cloruro de metileno/metanol. Las dos últimas mezclas de disolventes que contienen metanol parecen ser tan eficaces como los métodos húmedos para aislar lípidos neutros y polares.

Posterior a ello se preparan ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) para el análisis por cromatografía de gases, por ejemplo: la saponificación del aceite graso seguida de la acidificación y derivatización por diazometano en éter, o una esterificación más rápida utilizando metóxido de sodio (NaOMe) como catalizador. Existen algunas variantes en el análisis de ácidos grasos con una serie de procedimientos diferentes para la transesterificación o la metilación de ácidos grasos no esterificados catalizada por ácidos o por bases (Seppänen-Laakso et al., 2002).

Los AG obtenidos después de una extracción no son lo suficientemente volátiles para ser usados en CG, por lo que es necesario realizar una reacción de transesterificación (Silva Vieira, 2019). Esta consiste en la reacción de un triglicérido con un alcohol, que desplaza el equilibrio hacia la formación de productos y forma alquil ésteres y glicerol (Ortega Castellar & Angulo Mercado, Edgardo R. Cardozo Arrieta, 2014). En la Figura 2 se explica la conversión de triacilglicérols en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME).

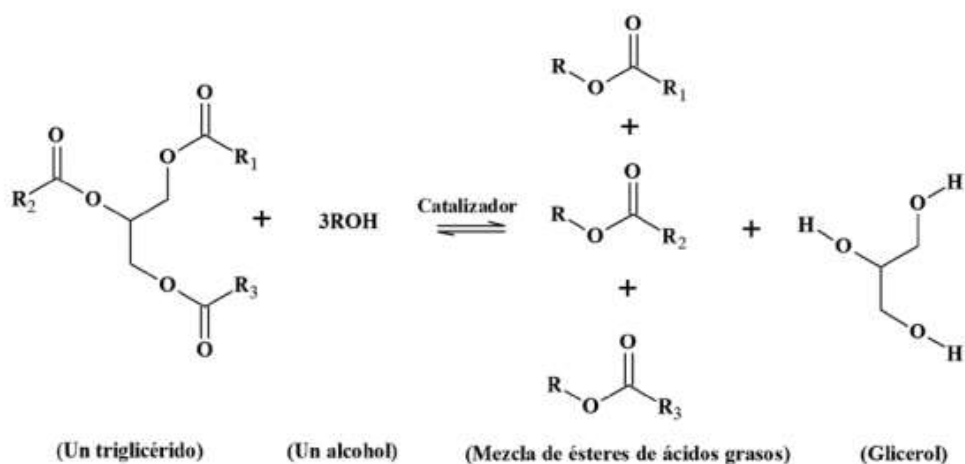


Figura 2. Transesterificación de un triacilglicérido con alcohol

Fuente: (Ortega Castellar & col, 2014)

2.4. Cromatografía de gases acoplado a espectrómetro de masas

La Cromatografía de gases y espectroscopía de masas (GC-MS) se trata de dos técnicas que se combina para formar un único método de análisis de mezclas de compuestos. La cromatografía de gases (GC) separa los componentes de una mezcla y la espectroscopía de masas (MS) identifica cada uno de los componentes individualmente. Al combinar las dos técnicas se puede evaluar tanto cualitativamente como cuantitativamente una muestra con diversos componentes (Kolapkar, 2018). Esta es una poderosa herramienta analítica ampliamente reconocida como una de las metodologías más poderosas, donde las capacidades de resolución y determinación de masas por MS se mejoran sinérgicamente mediante la combinación directa con la capacidad de alta resolución de GC)incluso para muestras de mezclas complejas, siempre que puedan tener una volatilidad moderada

(Waktola et al., 2020). La Figura 3 muestra el diagrama de bloques de un montaje de GC-MS. La sección de GC se compone principalmente de un puerto de inyección, un horno de GC, tanque de suministro de gas portador y regulador, y detector, mientras que la sección de MS consta de una fuente de ionización, el más usado es la ionización por impacto de electrones, un analizador de masas, siendo el más común el cuadrupolo y una unidad de detección como el detector de fotomultiplicador (Kolapkar, 2018).

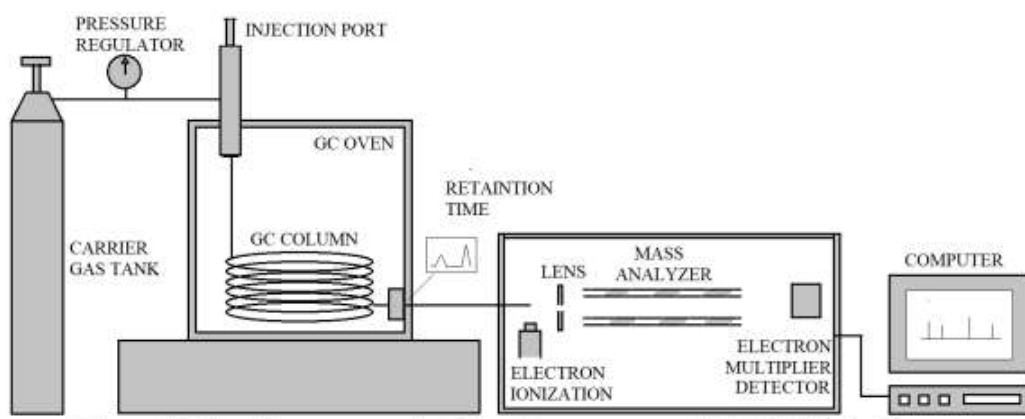


Figura 3. Diagrama de bloques de la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS)

Fuente: (Kolapkar, 2018)

Sin embargo, la limitación ordinaria de GC/MS radica en la volatilidad de las muestras dadas. En términos generales, las muestras que se alimentarán en el análisis de GC/MS deben tener una presión de vapor (volatilidad) al menos del orden de unos pocos mm Hg a las temperaturas máximas de la columna de GC que está alrededor de 300 °C. Aquí, se debe notar que compuestos de alto masa si es posible deben ser derivatizados para el análisis previo por cromatografía gaseosa (Tsuge, Ohtani, & Watanabe, 2012). El análisis de las muestras se refleja en cromatogramas en donde el área bajo el pico del espectro depende de la cantidad del analito en medición (Silva Vieira, 2019).

La cromatografía de gases (CG) se utiliza ampliamente para el análisis de una amplia variedad de muestras de lípidos de una multitud de orígenes. Actualmente, se utiliza la tecnología de columnas capilares, estas tienen la ventaja de que incluyen

la mayor capacidad de picos, una mejor eficiencia de separación y la reproducibilidad de los datos de retención. La CG se utiliza con mayor frecuencia con un método de espectrometría de masas (EM) para generar patrones o los conocidos *fingerprinting* de moléculas que son identificados con asignaciones de picos que tienen tiempos de retención (estándares de referencia) que son comparados con los picos que generan los FAMEs (Waktola et al., 2020).

2.5. Índice de saturación e índice de aterogenicidad

Las instituciones médicas internacionales recomiendan controlar la ingesta de la cantidad de calorías y el tipo de grasas consumidas, en el ámbito nutricional se ha asumido que las carnes rojas por su contenido graso tienen un impacto negativo en la salud humana debido a sus altos niveles de grasa (Stajić, Živković, Perunović, Šobajić, & Vranić, 2011), sin embargo, es de conocimiento científico que existen grasas que son más saludables que otras, por lo que es importante identificar la proporción o contenido graso de las carnes, pues estas también puede ofrecer ácidos grasos esenciales (Zuñiga Hurtado, Alvarez Cedeño, Aguirre Espinosa, & Pozo Arcentales, 2020).

Los AGs (12 – 16 átomos de carbono) aumentan la concentración de colesterol total en la sangre (colesterol de baja densidad, LDL y colesterol de alta densidad, HDL). Los ácidos grasos polinsaturados tienden a disminuir los niveles de colesterol LDL, conocido como colesterol malo, los monoinsaturados son neutros con respecto al contenido de colesterol. Por lo tanto, el impacto de la grasa en la concentración de colesterol puede medirse a través del índice de aterogenicidad (IA), que incluye a aquellos ácidos grasos que afecta el cambio de concentración de colesterol (Stajić et al., 2011). Por su parte la evaluación del índice de saturación en un alimento es muy utilizado en nutrición humana, cuanto más bajo, más desfavorable se considera (Bispo Villar, 2010).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

Los entes legales y gubernamentales que regulan los centros de faenamiento en la Provincia de Tungurahua son la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) y la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). Para realizar el estudio de prospección se acudió a estas instituciones a solicitar la base de datos de los lugares de faenamiento que existen en la provincia de Tungurahua, identificando que los cantones que cuenta con estos centros son: Ambato, Pelileo, Baños, Quero, Patate, Tisaleo y Píllaro.

Por normativa las canales deben salir íntegras desde los centros de faenamiento hacia los lugares de expendio o desposte, por lo que en cada centro de faenamiento se identificó los lugares de comercialización, obteniendo 24 puntos. En la Tabla 3 se establece los puntos de muestreo y el tipo de carne que se expende en cada uno.

TABLA 3. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS LUGARES DE MUESTREO

| Coordenadas Geográficas ¹ | UTM | Código de la muestra | Cantón | Tipo de carne recolectada | |
|--------------------------------------|---------|----------------------|---------|---------------------------|-------|
| | | | | Res | Cerdo |
| 17 S 773608 | 9853002 | UTA-MQ-E01 | Pelileo | x | x |
| 17 S 773479 | 9852941 | UTA-MQ-E02 | Pelileo | x | |
| 17 S 773540 | 9852919 | UTA-MQ-E03 | Pelileo | x | x |
| 17 S 777238 | 9858366 | UTA-MQ-E04 | Patate | | x |
| 17 S 777267 | 9854866 | UTA-MQ-E05 | Patate | x | x |
| 17 S 758501 | 9839311 | UTA-MQ-E06 | Mocha | x | |

| Coordenadas Geográficas ¹ | | | Código de la muestra | Cantón | Tipo de carne recolectada | |
|--------------------------------------|--------|---------|----------------------|---------|---------------------------|-------|
| UTM | | | | | Res | Cerdo |
| 17 S | 786712 | 9845244 | UTA-MQ-E07 | Baños | x | |
| 17 S | 786771 | 9845465 | UTA-MQ-E08 | Baños | x | x |
| 17 S | 786851 | 9845296 | UTA-MQ-E09 | Baños | x | |
| 17 S | 786859 | 9845304 | UTA-MQ-E10 | Baños | x | |
| 17 S | 786603 | 9844915 | UTA-MQ-E11 | Baños | x | |
| 17 S | 786845 | 9845312 | UTA-MQ-E12 | Baños | | x |
| 17 S | 786844 | 9845338 | UTA-MQ-E13 | Baños | | x |
| 17 S | 762781 | 9855441 | UTA-MQ-E14 | Ambato | x | |
| 17 S | 765105 | 9859489 | UTA-MQ-E15 | Ambato | | |
| 17 S | 763979 | 9852848 | UTA-MQ-E16 | Ambato | x | |
| 17 S | 764306 | 9862780 | UTA-MQ-E17 | Ambato | x | x |
| 17 S | 768463 | 9864271 | UTA-MQ-E18 | Ambato | x | x |
| 17 S | 764214 | 9862591 | UTA-MQ-E19 | Ambato | x | x |
| 17 S | 757962 | 9821001 | UTA-MQ-E20 | Tisaleo | x | |
| 17 S | 773316 | 9870240 | UTA-MQ-E21 | Píllaro | x | |
| 17 S | 765318 | 9845007 | UTA-MQ-E22 | Quero | x | |
| 17 S | 745894 | 9853990 | UTA-MQ-E23 | Ambato | x | |
| 17 S | 786433 | 9845098 | UTA-MQ-E24 | Baños | x | |

¹Sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator)

En la figura 4 se detalló los lugares geográficos donde se realizó el muestreo para el análisis de carne de res, consecuentemente, en la Figura 5 se describió los puntos de muestreo para la carne de cerdo.

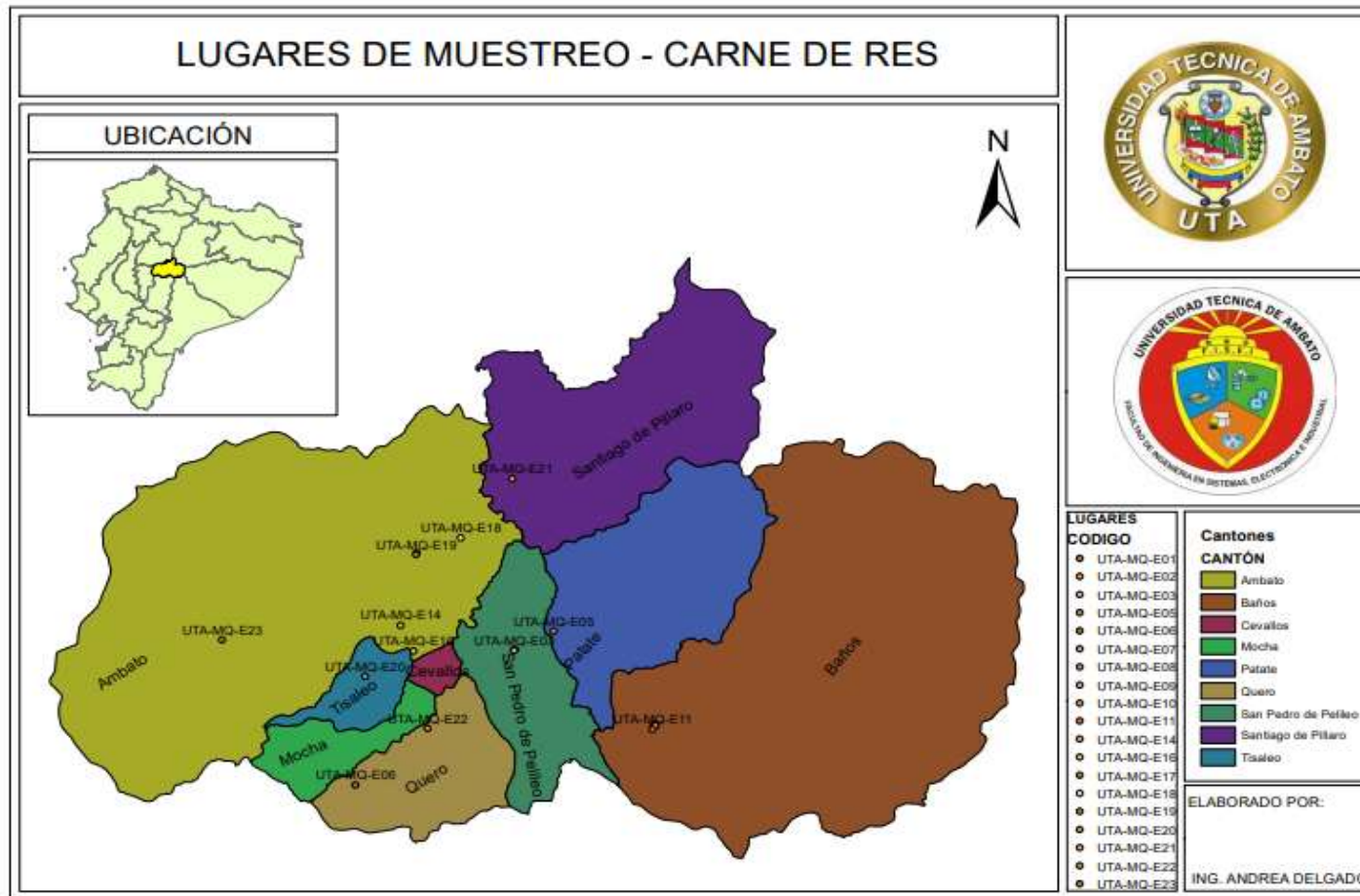


Figura 4. Mapa de muestreo – Carne de Res

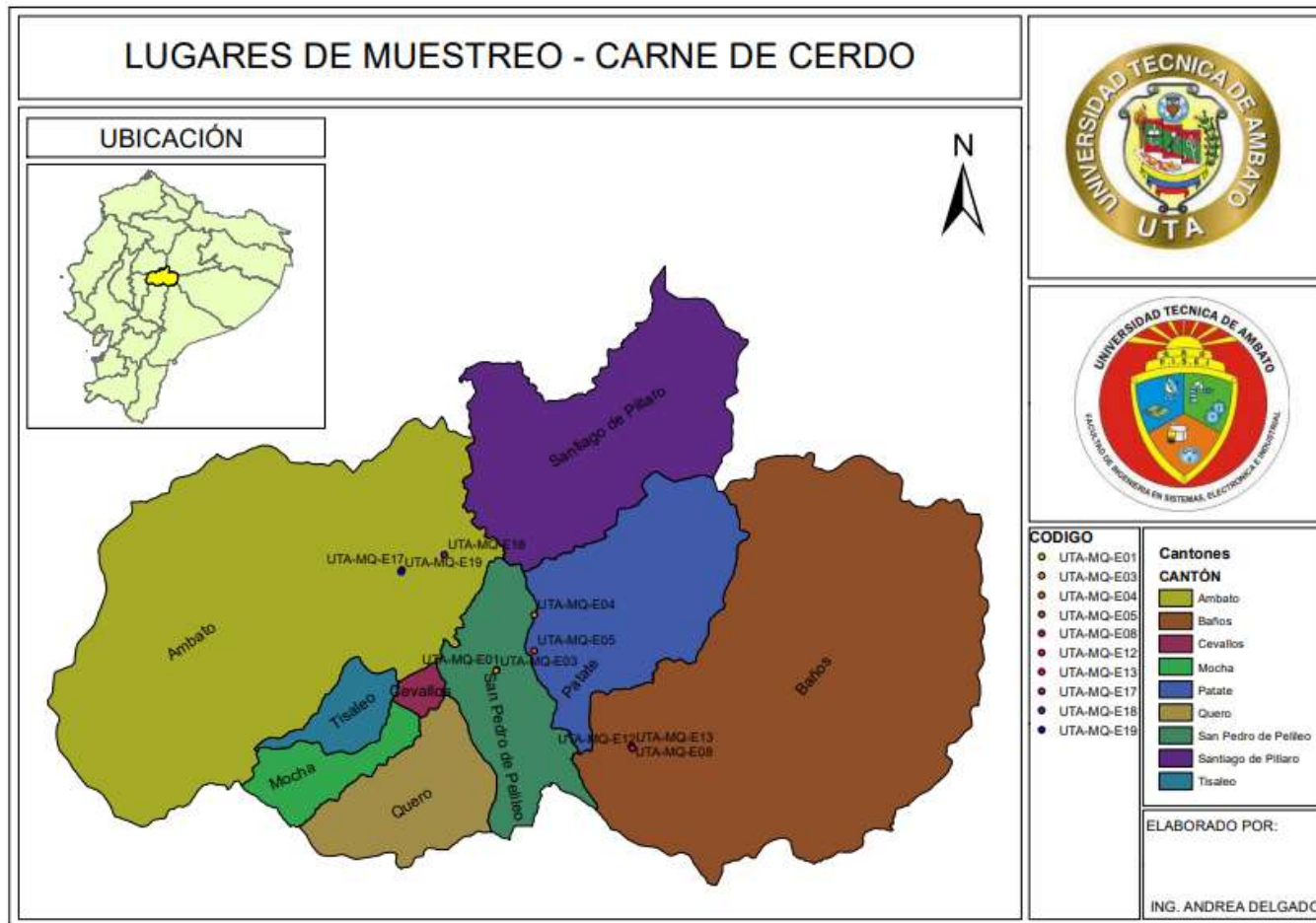


Figura 5. Mapa de muestreo – Carne de Cerdo

3.2. Equipos y materiales

Una vez tomada las muestras fueron trasladadas manteniendo la cadena de frío hasta las instalaciones del Laboratorio de Canje de Deuda de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato para ser analizadas.

3.2.1. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio utilizados con este fin fueron:

- Fundas herméticas “*ziploc*”
- Cápsulas de porcelana
- Desecador de vidrio
- Crisoles de porcelana
- Matraces Erlenmeyer 100 mL
- Vasos de precipitación 200 mL
- Vasos de extracción VELD SCIENTIFICA SER 148/6
- Micropipetas de 0,1 – 5 mL
- Microfiltros ECONOFILTER 13mm; 0,45 µm
- Tubos bacteriológicos
- Jeringas 1 mL
- Viales tapa rosca con septa PTFE/silicona
- Filtro de purificación de gases GC/MS
- Columna HP-88, 60m x 0,25mm ID 0,2µm

3.2.2. Equipos de Laboratorio

Los equipos que se utilizó para esta investigación son:

- Estufa METTLER TOLEDO HX204
- Vortex VWR
- Balanza Metthel Toledo XPE 204
- Extractor de grasa VELD SCIENTIFICA SER 148

- Mufla NABERTHERM 30 – 3000 °C
- Licuadora OSTER
- Potenciómetro THERMO SCIENTIFIC ORION VERSA STAR
- Analizador de a_w AQUALAB DEW POINT 4TE
- Campana de Extracción de gases NOVATECH – CE 120 BA
- Cromatógrafo de gases acoplado AGILENT TECHNOLOGICS 7890B GC SYSTEMS acoplado a detector de masas 5977^a GC/MSD

3.2.3. Reactivos

Los reactivos necesarios para los diferentes análisis son:

- n-hexano ACS FISHER SCIENTIFIC
- n-hexano grado HPLC FISHER SCIENTIFIC
- Metanol extra puro 99,5% LOBACHEMIE
- Agua ultrapura Mili-Q THERMO SCIENTIFIC
- Hidróxido de potasio NOVACHEM
- Ácido clorhídrico ACS FISHER SCIENTIFIC

3.3. Tipo de Investigación

El análisis en la incidencia de la composición lipídica y bromatológica de la carne de res y carne de cerdo que se comercializa en la Provincia de Tungurahua es una investigación de tipo experimental con enfoque cuantitativo. La recolección de datos se fundamenta en la medición de variables como pH, a_w , humedad, cenizas y contenido graso. Los datos son analizados a través de un diseño experimental completamente al azar mediante el análisis ANOVA con pruebas de Tukey para encontrar la significancia entre los puntos de muestreo y con una prueba T para identificar si hay significancia con los datos bibliográficos reportados.

3.4. Prueba de Hipótesis

3.4.1. Hipótesis nula: La composición lipídica y bromatológica no incide en la calidad de la carne de res y cerdo que se expende en la provincia de Tungurahua.

3.4.2. Hipótesis alternativa: La composición lipídica y bromatológica incide en la calidad de la carne de res y cerdo que se expende en la provincia de Tungurahua.

3.5. Población y muestra.

Para esta investigación se realizó un estudio de prospección de los Centros de Faenamiento que existen en la Provincia de Tungurahua, gracias a la información proporcionada por los entes regulatorios como AGROCALIDAD y ARCSA tal como se detalla en el cuadro 4. Debido a que en estos sitios no se realiza la comercialización directa de las carnes, se realizó entrevistas a los encargados de cada lugar para obtener la información de 24 frigoríficos que son los lugares de expendio.

CUADRO 4. CENTROS DE FAENAMIENTO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

| Cantón | Parroquia | Nombre | Clase de Matadero | Tipo de Matadero | Especies Faenadas |
|---------|-----------|--|-------------------|------------------|--------------------|
| Baños | Baños | Matadero Municipal Baños de Agua Santa | Público | Industrial | Bovinos, porcinos. |
| Quero | Quero | Centro de Faenamiento Ocaña Cia. Ltda | Público | Industrial | Bovinos |
| Pelileo | Pelileo | Camal Municipal Pelileo | Público | Industrial | Bovinos, porcinos. |
| Ambato | Izamba | Matadero Frigorífico | Público | Industrial | Bovinos, porcinos, |

| | | | | | |
|---------|----------|---|---------|------------|----------------------------------|
| | | Municipal Ambato | | | ovinos, caprinos. |
| Quero | Yanayacu | Centro de Faenamiento Monterrey | Privado | Industrial | Bovinos |
| Tisaleo | Tisaleo | Centro de Faenamiento E.T. | Privado | Industrial | Bovinos |
| Ambato | Pilahuín | Camal 12 de diciembre Yatzaputzan | Público | Industrial | Porcinos, ovinos, caprinos |
| Ambato | Izamba | CCYNA | Privado | Artisanal | Bovinos |
| Ambato | Izamba | Cárnicos Berlín | Privado | Artisanal | Bovinos |

Fuente: Agrocalidad, ARCSA (2019)

3.6. Recolección de información

3.6.1. Muestreo

Siguiendo los lineamientos de acuerdo con la NTE INEN 776:2013 para el muestreo de carne y productos cárnicos se acudió a cada frigorífico con: el acta de muestreo, en donde conste todos los datos relevantes de las muestras recolectadas como se muestra en la Figura 8 (Anexo 1); y, con los implementos limpios, esterilizados y secos para hacer la toma de muestra (INEN, 2013b).

Se realiza un diseño simple al azar en donde las muestras son tomadas por duplicado de cada punto de muestreo. La masa de la porción de la carne está comprendida entre 500 g y 1000 g, el corte debe ser de la superficie muscular de la canal: brazo o pierna (Figura 9 – Anexo 1). La fracción de carne tomada es depositada en fundas con cierre hermético (*Ziploc*) que eviten la contaminación o deterioro del producto (Figura 10 – Anexo 1). La muestra se sella, se etiqueta (Figura 11 – Anexo 1) y se traslada hasta los laboratorios de la FCIAB – UTA donde posteriormente es analizada. El transporte se realiza en hieleras para mantener la cadena de frío a una temperatura de 2 – 9 °C (Figura 123 – Anexo 1). Las muestras fueron almacenadas a -80 °C en ultracongelación.

3.6.2. Determinación humedad

El contenido de humedad se expresa en porcentaje, para su determinación se utilizó la Norma modificada de la Asociación de Métodos Químicos Analíticos Oficiales, AOAC 16.032–1984 (Figura 13 – Anexo 1). Se programa la temperatura de la estufa (METTLER TOLEDO HX204) a $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se pesa aproximadamente $10,00\text{g} \pm 2\text{g}$ de la muestra en una cápsula de porcelana previamente pesada, se ingresa a la estufa y se seca la muestra por 3 horas. Una vez transcurrido el tiempo se llevan las cápsulas al desecador provisto con sílica gel activado hasta que se enfríen, finalmente, se pesan las cápsulas y con los datos obtenidos se procede a calcular el porcentaje de humedad de acuerdo con la siguiente fórmula (Córdova Culqui, 2021):

$$H = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m} \times 100$$

[Ecuación 1]

Donde:

H= humedad de la muestra, expresada en %.

m = masa de la cápsula vacía, en g.

m_1 = masa de la cápsula con la muestra seca, en g.

m_2 = masa de la cápsula con la muestra húmeda, en g.

3.6.3. Determinación de cenizas

El contenido de cenizas en carne se realizó de acuerdo con el método INEN 786:1985-05 (Figura 14 – Anexo 1). La determinación se realizó por duplicado. El crisol de porcelana completamente limpio se calentó en la mufla (NABERTHERM) a 525°C durante 20 minutos y se deja enfriar en el desecador con sílica gel activado, se pesa vacío, a continuación, pesamos 5 g de muestra y llevamos a la mufla (NABERTHERM) con la temperatura regulada a 525°C hasta obtener ceniza,

aproximadamente 3 horas. Se retira el crisol, se lleva al desecador para que se enfríe y se pesa (INEN, 1985).

Según la INEN 786:1985-05 después de efectuar el procedimiento para determinar el contenido de cenizas en carne se aplica la Ecuación 2:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

[Ecuación 2]

Donde:

C = cantidad de cenizas en la muestra, expresada en porcentaje.

m = masa del crisol vacío, en g.

m_1 = masa del crisol con la muestra, antes de la incineración, en g.

m_2 = masa del crisol con la muestra, después de la incineración, en g.

3.6.4. Determinación pH

El pH de la carne de res y de cerdo se evaluaron de acuerdo con el método descrito por la norma NTE INEN 783:1985. Carne y productos cárnicos - determinación del pH con algunas modificaciones, para ello se pesaron 10 gramos de carne se transfirieron a un vaso de licuadora (OSTERIZER) se trituro con 50 mL de agua destilada, se filtra la muestra y se lleva a medición con el potenciómetro (THERMO SCIENTIFIC ORION VERSA STAR). Es importante indicar que el potenciómetro ha sido calibrado previamente con soluciones buffer de pH estándar (Figura 15 – Anexo 1).

3.6.5. Determinación actividad de agua (a_w)

La determinación de a_w se la realiza en el equipo (AQUALAB DEW POINT WATER 4TE). Previamente se calibra el equipo con agua destilada (Figura 16 – Anexo 1). Posterior a ello se llena la base del recipiente con pequeños pedazos de

la muestra de carne. Se cierra el equipo y se espera la lectura de este (Córdova Culqui, 2021)

3.6.6. Determinación contenido graso

La determinación del contenido graso se realizó por extracción con el método Soxhlet, 10 g ± 0,10 g de muestra previamente seca se trituró con la ayuda de un mortero. El producto triturado fue colocado dentro de los cartuchos de celulosa y cubierto con algodón desengrasado. En los vasos de extracción se agrega 150 mL de n-hexano (ACS FISHER SCIENTIFIC), dentro de los vasos se colocaron los dedales que contienen la muestra y en conjunto se ensambló el equipo extractor de grasa (VELP SCIENIFICA SER 148) (Figura 17 – Anexo A), la obtención del contenido graso se realizó con tiempos de calentamiento de 2 horas, recirculación de 2 horas y la recuperación de gran parte del solvente en 30 minutos. Se retiraron los cartuchos y los vasos son trasladados hasta la estufa (METTLER TOLEDO HX204) a 100°C ± 2°C por 10 minutos para eliminar el residuo de solvente. Posteriormente, los vasos se ubicaron dentro del desecador acondicionado con sílica gel hasta que se enfríen para luego ser pesados a temperatura ambiente (Silva Vieira, 2019). Se procede al cálculo del contenido graso de acuerdo con la Ecuación 3:

$$G = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

[Ecuación 3]

Donde:

G = cantidad de grasa en la muestra, en porcentaje.

m = masa de la muestra, en g.

m_1 = masa del vaso de extracción vacío, en g.

m_2 = masa del vaso de extracción con la grasa, en g.

3.6.7. Transesterificación de ácidos grasos

El producto de la extracción de grasa no reúne las características óptimas para ser analizado directamente por el cromatógrafo de gases por lo que con el fin de identificar la composición de ácidos grasos en la carne de res y carne de cerdo se realiza un proceso de transesterificación de los ácidos grasos.

Se pesa en un tubo de ensayo bacteriológico (con tapa plástica de rosca) $1 \pm 0,1$ g de la grasa extraída, se incorpora 2 mL de solución metanólica 0,5 M de hidróxido de potasio, se lleva a ebullición por 10 minutos. Se agrega 1 mL de solución metanólica de ácido clorhídrico (1:4 v/v). Se somete a baño maría por 25 minutos a 50°C, una vez cumplido el tiempo se deja enfriar a temperatura ambiente y se adiciona 3 mL de agua destilada ultrapura y 10 mL de n-hexano grado HPLC (FISHER SCIENTIFIC), se deja reposar en ausencia de luz solar (Silva Vieira, 2019). Se evidencia la separación de dos fases, la fase orgánica (superior) es la que contiene los ésteres de los ácidos grasos que van a ser identificados en el siguiente proceso (Figura 18 – Anexo A).

3.6.8. Análisis por Cromatografía de Gases acoplada a Espectroscopía de Masas

Para este análisis se utilizó el cromatógrafo de gases (AGILENT TECHNOLOGIES 7890B GC SYSTEM) acoplado a un detector de masas (5977A GC/MSD), con un automuestreador (7693) (Figura 19 – Anexo A). El cromatógrafo de gases se encarga de separar los componentes volátiles y semivolátiles que se encuentran presentes en una mezcla simple o compleja, por su parte el detector de masas es altamente utilizado para la identificación de moléculas según sus patrones de fragmentación característicos, además a través del cromatograma obtenido es posible cuantificar cada uno de los componentes una vez separados (Córdova Culqui, 2021). Con la ayuda de jeringas se transfiere 1,5 mL de la fase orgánica de los tubos de ensayo en donde se realizó la transesterificación, se filtra la muestra por medio de microfiltros (ECONOFILTER), y se deposita en el vial

cromatográfico con el fin de realizar la corrida bajo las condiciones del equipo detalladas en la Tabla 5.

TABLA 5. PARÁMETROS DE CONTROL DEL CROMATÓGRAFO DE GASES AGILENT TECHNOLOGIES 7890B GC SYSTEM ACOPLADO A UN DETECTOR DE MASAS 5977A GC/MSD

| Estructura | Parámetro | Condición |
|---------------------------|--|---|
| Inyector | Volumen de inyección | 0,5 μ l |
| | Lavados con solvente (hexano grado HPLC) | Pre – inyección: 3 veces Post – inyección: 3 veces |
| | Lavados con muestra | 3 veces |
| | Bombeo de muestra | 6 veces |
| | Calentamiento | 250 °C |
| Inyección | Liner | Agilent 5190 – 3983 800 μ l |
| | Presión | 13,771 psi |
| | Flujo total | 18,7 <i>ml/min</i> |
| | Flujo de purga de septum | 3,0 <i>ml/min</i> |
| | Modo | Splintless |
| | Flujo de purga de split | 15 <i>ml/min</i> |
| Columna | Modelo | Agilent HP-88 |
| | Dimensiones | 60 m x 250 μ m x 0,2 μ m |
| | Flujo | 0,7 <i>ml/min</i> |
| | Velocidad lineal promedio | 21,869 <i>cm/s</i> |
| | Gas portador | He 99,999% |
| Horno de columna (Rampas) | Tiempo de equilibrio | 3 min |
| | Temperatura inicial | 80 °C |
| | Rampa de Temperatura 1 | 10 °C/ <i>min</i> hasta 120 °C; 4 min |
| | Rampa de Temperatura 2 | 20 °C/ <i>min</i> hasta 140 °C; 5 min |

| Estructura | Parámetro | Condición |
|------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | Rampa de Temperatura 3 | 2 °C/ <i>min</i> hasta 200 °C; 45 min |
| | Rampa de Temperatura 4 | 5 °C/ <i>min</i> hasta 240 °C; 4 min |
| | Tiempo total de corrida | 53 min |

Fuente: (Silva Vieira, 2019)

Las lecturas de los ácidos grasos presentes en la muestra de carne de res y de cerdo se registró a través de cromatogramas. Se utiliza como patrón de referencia FAMES MIX C8 – C22 de la casa comercial SIGMA ALDRICH y la biblioteca NIST 14. L.

Según Pincay Albán (2019) la composición de ácidos grasos se realiza a través del cálculo de factores de calibración, estableciendo una relación entre el área de cada pico expresada en porcentaje y el peso del éster de cada uno de los compuestos que forma el patrón, considerando que todos los compuestos eluyen en una sola corrida cromatográfica, lo cual se puede evidenciar a través de cromatogramas obtenidos del análisis químico.

El cálculo del factor de calibración se realizade acuerdo con la Ecuación 4.

$$f_i = \frac{C_{iM}}{A_{iM}}$$

[Ecuación 4]

Donde:

f_i = Factor de calibración para cada compuesto i .

C_{iM} = Concentración del compuesto i en el FAME MIX, expresada en % m/m

A_{iM} = Área del compuesto, expresado en %.

3.6.9. Índice de Saturación e índice de aterogenicidad

La relación entre los ácidos grasos poliinsaturados/saturados se conoce como índice de saturación (IS) y se calcula de acuerdo con la ecuación 5.

$$I.S. = \frac{AGp}{AGs}$$

[Ecuación 5]

Donde:

I.S. = Índice de Saturación

AGp = ácidos grasos poliinsaturados

AGs = ácidos grasos saturados

De acuerdo con Castro & et. al (2005) que cita a Ulbrich y Southgate se calcula el índice de aterogenicidad como la relación del contenido de AGs capaces de aumentar los niveles de colesterol sérico (C:12, C:14 y C:16) con respecto a los AGm y AGp, como se muestra en la ecuación 6 (Castro Bolaños, Herrera Ramírez, & Lutz Cruz, 2005):

$$I.A. = \frac{C:12 + 4C:14 + C:16}{AGm + AGp}$$

[Ecuación 6]

Donde:

I.A. = índice de aterogenicidad

C:12 = ácido láurico

C:14 = ácido mirístico

C:16 = ácido palmítico

AGp = ácidos grasos poliinsaturados

AGm = ácidos grasos monoinsaturados

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2020. El diseño experimental es un muestreo simple al azar, las muestras se receptaron por duplicado y se analizaron en valor promedio \pm la desviación estándar. Se emplea un análisis de varianza simple (ANOVA) y con análisis de prueba de Tukey para establecer diferencia significativa entre las muestras de carne de res y cerdo provenientes de los diferentes cantones de la Provincia de Tungurahua, se trabaja con un nivel de significancia del 95% y un error $\leq 0,05$.

3.8. Variables de respuesta o resultados alcanzados:

Las variables de medida que se determinaron fueron:

- Humedad, cenizas y contenido graso, expresadas en porcentaje del contenido total de la muestra.
- pH y actividad de agua
- Perfil lipídico expresado en porcentaje de composición de ácidos grasos por el contenido graso de la matriz.
- Índice de saturación, relación de AGp e índice de aterogenicidad

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros físico - químicos

4.1.1. Humedad

La humedad es el primer parámetro fisicoquímico para establecer la calidad nutricional y conservación de un alimento. En sí, el contenido de humedad es considerado como un índice de estabilidad, ya que influye en sabor, textura y apariencia. Los valores en promedio del porcentaje de humedad en las muestras analizadas se encuentran en el Tabla 6.

TABLA 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Humedad ² (%) | Humedad ² (%) |
| UTA-MQ-E01 | 75,21±1,53 | 74,83±3,87 |
| UTA-MQ-E02 | 73,39±0,42 | N/A |
| UTA-MQ-E03 | 49,76±7,65 ^a | 50,22±6,66 ^a |
| UTA-MQ-E04 | N/A | 75,03±0,49 |
| UTA-MQ-E05 | 76,26±1,00 | 74,26±1,24 |
| UTA-MQ-E06 | 76,14±1,60 | N/A |
| UTA-MQ-E07 | 71,56±5,17 | N/A |
| UTA-MQ-E08 | 71,52±2,47 | 72,44±2,25 |
| UTA-MQ-E09 | 75,62±0,96 | N/A |
| UTA-MQ-E10 | 74,06±1,54 | N/A |
| UTA-MQ-E11 | 75,28±0,70 | N/A |
| UTA-MQ-E12 | N/A | 69,87±6,15 |
| UTA-MQ-E13 | N/A | 71,23±0,81 |

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Humedad ² (%) | Humedad ² (%) |
| UTA-MQ-E14 | 75,42±0,96 | N/A |
| UTA-MQ-E15 | 77,54±1,46 | N/A |
| UTA-MQ-E16 | 72,33±1,35 | N/A |
| UTA-MQ-E17 | 79,52±1,18 | 72,08±2,44 |
| UTA-MQ-E18 | 75,64±1,69 | 67,61±2,06 |
| UTA-MQ-E19 | 76,47±0,63 | 67,40±4,58 |
| UTA-MQ-E20 | 77,67±0,53 | N/A |
| UTA-MQ-E21 | 75,39±0,84 | N/A |
| UTA-MQ-E22 | 76,03±0,80 | N/A |
| UTA-MQ-E23 | 76,90±0,75 | N/A |
| UTA-MQ-E24 | 77,86±2,20 | N/A |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. ²El valor del porcentaje de humedad se expresa en medias \pm desviación estándar. ^avalores con diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

Los datos obtenidos en la parte experimental sobre humedad en carne de res fueron de 71,52 – 79,52%, a excepción de la muestra UTA-MQ-E03 que reportó un menor porcentaje de humedad (49,76%) y difiere significativamente con las demás muestras de carne de res.

En un estudio realizado por Anaya & Hermoza (2014) reportan un contenido de humedad de 69 g/100g para la carne magra de res y la cataloga como carne semigrasas por su contenido acuoso. De igual manera Mukumbo et al. (2018), indica que el contenido de humedad de la carne magra de res es de 70,2 g/100 g aproximadamente, y son utilizadas como materia prima para la elaboración de *droëwors* (salchichas deshidratadas). Del mismo modo Biel et al. (2019) analizó muestras de músculo semitendinoso proveniente de 20 reses diferentes y obtuvo una humedad de $66,0 \pm 0,67$ % muy similar a la carne de cordero con $66,35 \pm 0,32$ % y de becerros con $67,67 \pm 1,0$ %. Por lo tanto, las muestras de carne de res que se analizaron en esta investigación tienen el contenido de humedad adecuado

comparado con los valores reportados en otras investigaciones similares; a excepción de la UTA-MQ-E03 que obtuvo un valor menor y según Rengifo Gonzáles (2010) el contenido de humedad en carne puede variar después del faenado del animal y durante el almacenamiento, afectando así la calidad de la carne, concordando con lo planteado por Nogales Baena (2018) en donde concluyó que la razón de variabilidad puede deberse a diversos factores como: la edad, el sistema de manejo y la madurez fisiológica del vacuno.

En cuanto a la carne de cerdo, se identificaron valores de humedad en un rango de 67,40 – 74,83%, sin considerar la muestra UTA-MQ-E03 que reporta un valor de 50,22% y que presentó diferencia estadísticamente significativa en relación con las demás muestras de cerdo. En la investigación de Anaya & Hermoza (2014) sobre algas alimenticias para mejorar la calidad nutritiva de los productos cárnicos reportaron un contenido de humedad de 59 g/100g. Por su parte, Mukumbo et al. (2018), indica que el contenido de humedad de la carne magra de cerdo es de 70,2 g/100 g aproximadamente. También Velasco et al. (2019) en el estudio de composición de carne de cerdo en un sistema de producción natural identificó que el contenido de humedad en pulpa de brazo fue de 71,12 % y en lomo fue de 70,42 %. De la misma manera León et al. (2017) reportaron una humedad de 74,95% en la carne de cerdo. Además, mencionaron un rango de 72,5 – 75% de humedad para aquellos porcinos que tienen una edad menor a dos años y concluyeron que un alto porcentaje de humedad depende de la edad del animal, a menor edad mayor cantidad de agua presente en la carne de porcino. Por lo tanto, los datos obtenidos en el análisis de contenido de humedad para carne de cerdo se encuentran dentro de los valores establecidos, a excepción de la muestra UTA-MQ-E03 y esto pudo deberse a que la carne obtenida fue de un porcino maduro.

4.1.2. Cenizas

El contenido de cenizas es uno de los parámetros fisicoquímicos importantes a analizar en los alimentos, puesto que después de calcinada la materia orgánica, se obtiene una cantidad de residuos inorgánicos que representa el contenido de minerales en los alimentos. Los datos del análisis se presentan en la Tabla 7.

TABLA 7. PORCENTAJE DE CENIZAS EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Cenizas ² (%) | Cenizas ² (%) |
| UTA-MQ-E01 | 4,17±0,52 ^{a,b,c,d} | 4,14±0,42 ^{b,c} |
| UTA-MQ-E02 | 4,17±0,06 ^{a,b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E03 | 1,75±0,39 ^a | 1,68±0,26 ^a |
| UTA-MQ-E04 | - | 4,17±0,52 ^{b,c} |
| UTA-MQ-E05 | 4,57±0,04 ^{b,c,d} | 4,57±0,04 |
| UTA-MQ-E06 | 4,8±0,19 ^{c,d} | - |
| UTA-MQ-E07 | 4,25±0,06 ^{b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E08 | 3,85±0,02 ^{a,b,c,d} | 4,8±0,19 |
| UTA-MQ-E09 | 3,81±2,02 ^{a,b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E10 | 2,27±1,51 ^{a,b} | - |
| UTA-MQ-E11 | 3,58±0,18 ^{a,b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E12 | - | 5,38±0,22 |
| UTA-MQ-E13 | - | 3,58±0,18 ^{a,b,c} |
| UTA-MQ-E14 | 4,54±0,18 ^{b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E15 | 4,57±0,04 ^{b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E16 | 4,8±0,19 ^{c,d} | - |
| UTA-MQ-E17 | 4,25±0,06 ^{b,c,d} | 4,17±0,52 ^{b,c} |
| UTA-MQ-E18 | 3,85±0,02 ^{a,b,c,d} | 4,17±0,06 ^{b,c} |
| UTA-MQ-E19 | 5,38±0,22 | 2,27±1,51 ^{a,b} |
| UTA-MQ-E20 | 4,22±0,52 ^{b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E21 | 2,52±0,26 ^{a,b,c} | - |
| UTA-MQ-E22 | 4,17±0,52 ^{a,b,c,d} | - |
| UTA-MQ-E23 | 4,8±0,19 ^{c,d} | - |
| UTA-MQ-E24 | 4,25±0,06 ^{b,c,d} | - |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. ²El valor del porcentaje de cenizas se expresa en medias ± desviación estándar. ^{a,b,c,d} valores con diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

Los datos experimentales que se obtuvieron en la investigación para contenido de ceniza en carne de res presentan diferencias significativas entre si ($p \leq 0,05$) con valores que oscilan entre 1,75 – 5,38%.

Según Ortíz et al., (2018) estableció que la carne de res puede poseer un valor máximo de 3g/100g y la FAO (2005) planteó un valor de 1,20 g/100g para carne de vacuno magra. De acuerdo a Smith, Harris, Haneklaus, & Savell (2011) indicaron un rango de contenido de ceniza de 1,10 – 1,84% en filetes de carne de lomo superior de acuerdo con el grado de calidad en función del marmóreo según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) sin embargo, establecen que este contenido puede aumentar de acuerdo con el estado de maduración. (Serdaroğlu, Yildiz Turp, & Bağdatlıoğlu, 2005) reportan que para carne de res deshuesada mecánicamente y deshuesada manualmente el porcentaje de ceniza que se obtuvo fue de $4,3\% \pm 0,46$ y $0,7\% \pm 0,06$ respectivamente, se atribuyó la variación debido a que en las primeras por presión mecánica sobre las vértebras se incorporan partículas del hueso en la carne y por lo tanto se adultera la composición normal de la carne.

Con el objetivo de aumentar la retención de agua y dejar la relación agua/proteína cercana a su valor natural, además de enmascarar los cambios organolépticos de la carne, se adicionan ingredientes no cárnicos, esta adulteración se puede dar por la incorporación de sustancias, como: cloruro de sodio, nitratos, fosfato, tripolifosfato y pirofosfato ácido, carragenina, maltodextrina y colágeno (Ballin, 2010). Este tipo de fraudes no se identifica claramente por métodos convencionales (análisis fisicoquímicos y microbiológicos) ya que la composición proximal del alimento puede variar en función del sexo, cortes de carne, raza, consumo de alimento, edad de sacrificio, entre otros, sin embargo, gracias a métodos como técnicas espectroscópicas se pudo evidenciar que las carnes adulteradas presentan en general mayores contenidos de cenizas ($> 4\%$) y menor contenido de proteínas (Nunes, Andrade, Santos Filho, Lasmar, & Sena, 2016).

Las muestras UTA-MQ-E03 y UTA-MQ-010, concordaron con los valores reportados en la bibliografía, los demás valores fueron altos y se infiere algún tipo de adulteración.

En cuanto a las muestras de carne de cerdo se determinaron valores para ceniza de 1,68 a 5,38%, con diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0,05$).

De acuerdo con Teixeira & Rodrigues (2013) el contenido de cenizas en cerdos es de $1,17 \pm 0,50$. La FAO (2007) establece un contenido de cenizas en carne de cerdo (magra) de 1,0%. Por su parte Anaya & Hermoza (2014) determinó que la carne de cerdo tiene 2,68% de cenizas. Según Ortíz et al. (2018) estableció que la carne de cerdo contiene hasta 2,8g/100g. Por otro lado, Jerez-Timaure et al. (2011) indicó que el contenido de ceniza en carne de lomo de cerdo es de 1,39%, dato que se obtuvo después de añadir Lisina (proteína sintética) en la dieta del porcino.

Ante lo mencionado la muestra UTA-MQ-E03 fue la única que cumplió con los valores establecidos de acuerdo con los encontrados bibliográficamente, se atribuyó la variación de las demás muestras a efectos de alteración con el fin de conservar las características organolépticas

4.1.3. pH

El pH es determinado directamente por lectura con el potenciómetro, los resultados se presentan en la Tabla 8.

TABLA 8. pH EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| | ² pH | ² pH |
| UTA-MQ-E01 | 6,57±0,51 ^{d,e,f} | 6,54±0,50 ^a |
| UTA-MQ-E02 | 6,04±0,00 ^{a,b,c,d,e} | N/A |
| UTA-MQ-E03 | 6,50±0,28 ^{b,c,d,e,f} | 6,52±0,14 ^a |
| UTA-MQ-E04 | N/A | 6,63±0,17 ^a |
| UTA-MQ-E05 | 6,05±0,12 ^{a,b,c,d,e} | 6,33±0,05 ^a |
| UTA-MQ-E06 | 5,81±0,01 ^{a,b} | N/A |
| UTA-MQ-E07 | 6,01±0,06 ^{a,b,c,d,e} | N/A |

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| | ² pH | ² pH |
| UTA-MQ-E08 | 7,18±0,10 ^f | 6,13±0,13 ^a |
| UTA-MQ-E09 | 6,12±0,23 ^{a,b,c,d,e} | N/A |
| UTA-MQ-E10 | 6,07±0,25 ^{a,b,c,d,e} | N/A |
| UTA-MQ-E11 | 5,95±0,02 ^{a,b,c,d} | N/A |
| UTA-MQ-E12 | N/A | 5,99±0,21 ^a |
| UTA-MQ-E13 | N/A | 6,11±0,13 ^a |
| UTA-MQ-E14 | 5,84±0,01 ^{a,b,c} | N/A |
| UTA-MQ-E15 | 6,97±0,16 ^f | N/A |
| UTA-MQ-E16 | 5,79±0,06 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E17 | 7,07±0,11 ^f | 6,33±0,02 ^a |
| UTA-MQ-E18 | 6,03±0,00 ^{a,b,c,d,e} | 6,58±0,08 ^a |
| UTA-MQ-E19 | 6,16±0,30 ^{a,b,c,d,e} | 6,46±0,21 ^a |
| UTA-MQ-E20 | 5,97±0,00 ^{a,b,c,d,e} | N/A |
| UTA-MQ-E21 | 5,79±0,16 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E22 | 5,90±0,04 ^{a,b,c,d} | N/A |
| UTA-MQ-E23 | 6,53±0,06 ^{c,d,e,f} | N/A |
| UTA-MQ-E24 | 6,67±0,00 ^{e,f} | N/A |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. ²El valor del pH se expresa en medias ± desviación estándar. ^{a,b,c,d,e,f} valores con diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

La carne de res arrojó valores de pH de 5,79 a 7,18, y presentó diferencia significativa entre las muestras analizadas.

El factor estrés puede afectar en la evolución del pH de la carne posterior al sacrificio del animal, sabiendo que en condiciones normales posterior a la faena se produce ácido láctico a partir del glucógeno muscular y con ello presenta un descenso del pH, desde los valores normales de 7 a 7.3 en un animal vivo, hasta valores post-mortem de 5.4 a 5.8 aproximadamente a las 24 horas después del sacrificio. Siendo el pH óptimo para determinar una buena calidad de la carne entre 5.5 a 5.8 (Rengifo Gonzáles, 2010) Con valores de pH inferiores a 5.5 se pueden

presentar carnes PSE (Pálidas, suaves y exudativas) y con valores de 5.8 a 6,5 se consideran carnes DFD (Oscura, firme y seca) (INEN, 2006), las carnes PSE se afectan en su composición química y organoléptica y las carnes DFD se ven afectadas en la calidad microbiológica, debido a que este tipo de carnes favorece el crecimiento de bacterias alterantes o patógenas (Rengifo Gonzáles, 2010). Durante el tiempo de almacenamiento, si no existe un control adecuado de la temperatura y la humedad relativa de las cámaras de refrigeración, el pH tiende a aumentar debido a la degradación o desnaturalización de proteínas y producción de aminas (González H. et al., 2014) El parámetro de pH es fundamental para verificar la calidad de la carne, puesto que está estrechamente relacionada con cualidades como color, capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación, entre otros (León et al., 2017). Para La normativa nacional el pH de la carne debe ser menor a 7,0 y mayor a 5,5 (INEN, 2013).

Las muestras de carne de res que se analizaron reportaron valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la normativa nacional vigente, a excepción de las muestras UTA – MQ – E17 y UTA -MQ – E08 con pH de 7,07 y 7,18 respectivamente, pero contrastando con los parámetros establecidos para determinar una buena calidad de carne se identificó que solo las muestras UTA – MQ – E16 y UTA – MQ – E 21 se encuentran dentro del rango con un pH de 5,79, las demás muestras son carnes tipo DFD. Los valores altos de pH pudieron deberse a que no existe un buen manejo del animal antes del proceso de faenamiento o existe mal manejo de la canal en el proceso de maduración y almacenamiento aminas.

Para la carne de cerdo el rango de pH fue de 5,99 – 6,63 y no presentando diferencia significativa entre las muestras.

El pH reportado para carne de cerdo por Braun & Pattacini (2011), fue de 6,9 a 7,2 en el músculo, una hora después de faenado el animal desciende de 6,0 a 6,5 y veinticuatro horas después del faenamiento se determinó valores de pH entre 5,0 – 5,5. Por otro lado, Rengifo Gonzáles (2010) menciona que los valores de pH en carne fresca de cerdo es de $5,74 \pm 0,2$ y atribuye la variabilidad de pH al descanso y ayuno antes de la muerte del animal. Por su parte Velasco et al. (2019) determinó

que el pH promedio de la carne de cerdos criados en un sistema natural al momento de faena fue de 6,39 para lomo, y 6,37 para pulpa de pierna, disminuyendo a las 24 horas post mortem a valores de 5,81 y 5,70, respectivamente, producto de la formación de ácido láctico en condiciones anaeróbicas post mortem.

Los pH de las muestras de carne de cerdo analizados cumplieron con el rango establecido por la normativa nacional vigente que indica que el pH de la carne está entre 5,5, a 7, sin embargo, no se catalogaron como carnes de calidad por que los valores son superiores a los reportados en la bibliografía, las muestras analizadas corresponde a carnes DFD.

4.1.4. Actividad de agua (a_w)

Los resultados de la actividad de agua (a_w) se muestran en la Tabla 9.

TABLA 9. ACTIVIDAD DE AGUA EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | ² a_w | ² a_w |
| UTA-MQ-E01 | 0,990±0,0028 | 0,990±0,0014 |
| UTA-MQ-E02 | 0,986±0,0021 | N/A |
| UTA-MQ-E03 | 0,989±0,0000 | 0,997±0,0000 |
| UTA-MQ-E04 | N/A | 0,988±0,0028 |
| UTA-MQ-E05 | 0,989±0,0021 | 0,993±0,0071 |
| UTA-MQ-E06 | 0,986±0,0071 | N/A |
| UTA-MQ-E07 | 0,994±0,0014 | N/A |
| UTA-MQ-E08 | 0,990±0,0021 | 0,989±0,0035 |
| UTA-MQ-E09 | 0,993±0,0057 | N/A |
| UTA-MQ-E10 | 0,992±0,0028 | N/A |
| UTA-MQ-E11 | 0,990±0,0014 | N/A |
| UTA-MQ-E12 | N/A | 0,991±0,0021 |
| UTA-MQ-E13 | N/A | 0,996±0,0078 |
| UTA-MQ-E14 | 0,994±0,0014 | N/A |
| UTA-MQ-E15 | 0,993±0,0028 | N/A |
| UTA-MQ-E16 | 0,992±0,0057 | N/A |

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | ² a _w | ² a _w |
| UTA-MQ-E17 | 0,994±0,0014 | 0,994±0,0064 |
| UTA-MQ-E18 | 0,991±0,0007 | 0,992±0,0014 |
| UTA-MQ-E19 | 0,994±0,0014 | 0,986±0,0028 |
| UTA-MQ-E20 | 0,990±0,0028 | N/A |
| UTA-MQ-E21 | 0,995±0,0014 | N/A |
| UTA-MQ-E22 | 0,991±0,0014 | N/A |
| UTA-MQ-E23 | 0,993±0,0042 | N/A |
| UTA-MQ-E24 | 0,992±0,0014 | N/A |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. ²El valor de la a_w se expresa en medias ± desviación estándar. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne. No existe diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey (p ≤0.05).

Los datos obtenidos para actividad de agua en la carne de res oscilaron de 0,986 y 0,995, en el caso la carne de cerdo se obtuvieron valores entre 0,986 y 0,997; en ninguno de los dos casos se reportan diferencia significativa entre las muestras.

Los alimentos que tienen una elevada actividad de agua (> 0,95) y con pH inferior a 5,8 se consideran como productos altamente perecederos, en el caso de las carnes de res y cerdo tienen una actividad de agua entre 0,97 y 0,99 por lo que la garantía para ser considerado como un producto de calidad se basa en las diferentes tecnologías que amplían la vida útil, evita contaminación por microorganismos y conservan las cualidades sensoriales (González, Suárez, & Martínez, 2010).

Avila, (2018) reporta que la actividad de agua detectada en los músculos de res para especies *Subscapularis* e *Infraspinatus* es de 0,98 sin salmuera y 0,99 con salmuera sin establecer diferencias significativas entre tratamientos. Por su parte, Restrepo, Arango, Campuzano, & Restrepo, (2001) afirman que no existe una relación directa entre el contenido de humedad y la actividad acuosa. La actividad acuosa de la carne fresca es de 0.99 o mayor, mientras que su contenido de humedad está próximo a 60%.

Frente a lo expuesto, los datos obtenidos sobre actividad de agua para la carne de res como de cerdo estuvieron dentro de los valores reportados bibliográficamente. Se infiere que todas las muestras de carne analizada son susceptibles de contaminación y crecimiento de bacterias de descomposición por el rango de a_w reportado.

4.2. Contenido graso

Los resultados del contenido graso de la carne de res y carne de cerdo se muestran en la Tabla 10.

TABLA 10. CONTENIDO GRASO EN LA CARNE DE RES Y CARNE DE CERDO

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Contenido graso ² (%) | Contenido graso ² (%) |
| UTA-MQ-E01 | 7,39±0,66 ^a | 35,48±1,04 ^d |
| UTA-MQ-E02 | 8,04±1,61 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E03 | 55,23±3,4 ^e | 52,47±0,36 ^f |
| UTA-MQ-E04 | N/A | 34,67±1,93 ^{c,d} |
| UTA-MQ-E05 | 3,42±0,44 ^a | 24,07±1,44 ^a |
| UTA-MQ-E06 | 21,61±0,28 ^d | N/A |
| UTA-MQ-E07 | 7,80±1,07 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E08 | 6,95±1,13 ^a | 35,72±0,45 ^d |
| UTA-MQ-E09 | 6,12±1,14 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E10 | 5,20±0,78 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E11 | 7,13±0,18 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E12 | N/A | 27,75±0,98 ^{a,b} |
| UTA-MQ-E13 | N/A | 29,88±0,71 ^b |
| UTA-MQ-E14 | 8,19±0,17 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E15 | 7,64±0,68 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E16 | 7,06±1,61 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E17 | 19,95±1,03 ^{b,c} | 31,18±1,08 ^{b,c} |
| UTA-MQ-E18 | 5,33±0,22 ^a | 38,70±1,19 ^{d,e} |

| Código de la muestra ¹ | Carne de Res | Carne de cerdo |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Contenido graso ² (%) | Contenido graso ² (%) |
| UTA-MQ-E19 | 24,52±0,26 ^d | 40,95±0,04 ^e |
| UTA-MQ-E20 | 6,79±0,87 ^a | N/A |
| UTA-MQ-E21 | 14,26±0,49 ^b | N/A |
| UTA-MQ-E22 | 15,93±2,02 ^{b,c} | N/A |
| UTA-MQ-E23 | 21,99±1,13 ^d | N/A |
| UTA-MQ-E24 | 8,64±2,28 ^a | N/A |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. ²El contenido graso se expresa en medias \pm desviación estándar. ^{a,b,c,d,e,f} valores con diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

Los datos obtenidos en la parte experimental variaron notablemente en un rango de 3,52 a 55,23% para carne de res, con diferencia significativa entre las muestras.

De acuerdo con lo reportado por Anaya & Hermoza (2014) el contenido graso en las carnes está en función del tipo de animal, tipo de alimentación, la etapa fisiológica, entre otros factores, así a menor edad, contiene más agua, es más suave y digerible; a mayor edad, tiene más grasa y mayor palatabilidad, estos autores identificaron que la grasa en la carne de res es de 26,74%.

Por su parte, Albertí et al., (2005) citado por Lema & Lema (2019) establece que la raza tiene influencia en el contenido graso de la carne de vacuno, las razas especializadas en producción de carne se encuentran caracterizadas por poseer una gran musculatura, maduración tardía y bajo o moderado contenido graso (4 – 8%), mientras que las razas lecheras desarrollan poca musculatura y niveles elevados o medios de grasa, entre ellas estarían las razas Jersey y Holstein, razas comúnmente comercializados en la sierra ecuatoriana.

Con referencia a la influencia de la dieta animal, Biel et al. (2019) estableció que la calidad y cantidad de forrajes y piensos con las que se ha mantenido al animal afectan el color y la composición de proteínas y grasas en la carne una vez que el

animal ha sido faenado, se identificó que la cantidad grasa en la carne es de 1,27% y los animales utilizados para el estudio fueron manejados y alimentados en condiciones de producción orgánica. De igual manera Mukumbo et al. (2018), indica que el contenido de grasa de la carne magra de res es de 4,9/100 g.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) califica a la calidad de carne por grado en función del marmóreo, de acuerdo con Smith, Harris, Haneklaus, & Savell (2011) indicaron que el contenido de grasa está relacionada con el grado de calidad la carne óptima (*prime*) tiene un contenido graso de 14,8%, la preferida (*choice*) 7,9% y la selecta (*select*) 5,4% Tal como lo indica Ortíz et al. (2018) la carne magra de res tiene 3,5% de contenido graso, la carne semi magra 17,15% y la carne rica en grasa un valor de 23,30%.

Teniendo en cuenta los resultados del presente estudio y considerando que corte de donde se obtuvieron las muestras, la mayoría se calificaron como semi magras por su contenido lipídico, en cambio las muestras UTA-MQE17, UTA-MQ-E06 y UTA-Q-E23 con 19,95%, 21,61% y 21,99% respectivamente, se catalogaron como carnes ricas en grasa, sin embargo, las muestras UTA-MQ-E19 y UTA-MQ-E03 con 24,52% u 55,24% correspondientemente, son carnes que por su alto contenido graso pudieron provenir de animales de avanzada edad y con una alimentación no balanceada.

Referente a la carne de cerdo analizada en esta investigación se obtuvieron valores de 24,07 % a 52,47 % y existe diferencia significativa entre las muestras.

Por su parte, Mukumbo et al. (2018) indica que el contenido de grasa de la carne magra de cerdo es de 5,9 g aproximadamente. Consecuentemente, según Ortíz et al. (2018) la carne magra de cerdo posee 5,66% de contenido graso, la semi magra 14,01% y la rica en grasa un valor de 24,12%.

Como muestra Jerez-Timaure et al. (2011) la alimentación del cerdo está estrechamente relacionada con el contenido de lípidos totales, animales en donde su alimentación ha sido enriquecida con fibra dietética y aminoácidos disminuye el porcentaje de grasa a 1,72 g/100 g con el fin de obtener carne magra. Así mismo,

Velasco et al. (2019) evaluó la carne de cerdo obtenida en un sistema de producción natural, el contenido de grasa en la pulpa de brazo es de 15,67 – 16,61%. Según, Paredes, Vallejos, & Mantilla (2017) el cerdo criollo, común en los países sudamericanos, es criado bajo condiciones extensivas y de traspatio con la finalidad de obtener carne y manteca, es alimentado con residuos de cocina, forrajes o subproductos agroindustriales, esto influye directamente en la composición lipídica y nutricional de la carne, reportando valores de hasta 25,50% en contenido lipídico.

Por otra parte, Teixeira & Rodrigues (2013) establece que la raza y el sexo influyen en el contenido de grasa de la carne, al comparar el cerdo negro portugués llamado Preto Alentejano con cerdos comerciales, identificó que las hembras de los primeros presentaron un contenido lipídico de 6,09 % con respecto a las de raza comercial (3,34%), para el estudio se utilizó el mismo corte de carne con el objetivo de disminuir la variabilidad.

En consecuencia, los datos obtenidos en la parte experimental de esta investigación determinaron que ninguna muestra analizada se considera carne magra o semi magra de cerdo, debido a que los valores obtenidos son mayores a lo reportado en la bibliografía, esta variación puede deberse a varios factores, como alimentación, manejo de crianza, raza y edad.

4.3. Identificación y cuantificación de ácidos grasos

4.3.1. Perfil lipídico, índice de saturación e índice de aterogenicidad de la carne de res

Los resultados de los principales ácidos grasos presentes en la carne de res se muestran en la Figura 6 y la cuantificación de cada ácido graso se detalla en la Tabla 11.

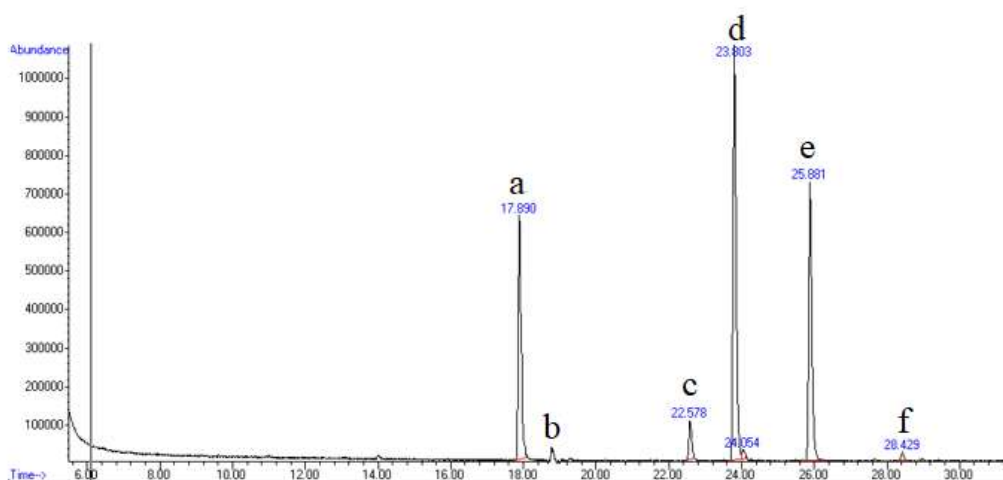


Figura 6. Cromatograma de Carne de Res

a=ácido palmítico; b=ácido palmitoleico; c=ácido esteárico; d=ácido oleico; e=ácido linoleico; f=ácido linolénico.

TABLA 11. DATOS OBTENIDOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN CARNE DE RES

| Ácido Graso | Abreviatura | Proporción en masa del ácido graso |
|---------------------------------|-------------|------------------------------------|
| | | (%m/m) Carne de Res |
| Ácido palmítico | C16:0 | 37,441 |
| Ácido palmitoleico | C16:1n7 | 1,763 |
| Ácido esteárico | C18:0 | 11,367 |
| Ácido oleico | C18:1n9c | 38,950 |
| Ácido linoleico (ω -6) | C18:2n6c | 7,113 |
| Ácido linolénico (ω -3) | C18:3n3 | 3,566 |

En esta investigación se determinó los ácidos grasos que se encuentran en la carne de res, esta composición está expresada en %m/m del contenido de grasa total, en mayor proporción se encontraron AGs como: el ácido palmítico (37,441%) y el ácido esteárico (11,367%); y, AGi como: el ácido oleico (38,950%) y ácido linoleico (7,113%), también se determinó la presencia, pero en menor proporción, del ácido linolénico (3,566%) y ácido palmitoleico (1,763%), los dos últimos también considerados AGi.

Betancourt, Bustamante, & Díaz (2009) determinaron el perfil de ácidos grasos en la carne de res, reportando valores de ácido palmítico (25,9% - 35,7%), ácido esteárico (20,8 - 22,7), ácido oleico (36,2% - 38,6%), ácido linoleico (3,0% - 3,2%) y ácido linolénico (0,9% - 1,1%). Por su parte Rincón Zoot & Albarracín (2013) expuso que el contenido lipídico que esta presenta en la carne de vacuno de raza Cebú Brahaman es de 27,96 a 30,91% de ácido palmítico, 18,58 - 21,98% de ácido esteárico, 28,9% - 32,44% de ácido oleico y 0,86 - 1,26% de linoleico y 2,42 - 3,97% de ácido palmitoleico. Según Göncü Karakök, Ozogul, Saler, & Ozogul (2010) la composición de ácidos grasos de la carne de res contienen en mayor proporción al ácido palmítico (25,39%), ácido esteárico (16,23%), ácido oleico (37,23%). y en menor proporción el ácido palmitoleico (2,44%), también se encuentran los ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico (4,76%) y el ácido linolénico (0,41%). Contrastando los valores obtenidos en este estudio con los reportados bibliográficamente son similares en el contenido de ácido oleico y difieren en el contenido de los demás ácidos grasos debido a que el perfil lipídico de la carne depende del tipo de raza y de la alimentación del animal (Rincón Zoot & Albarracín, 2013).

En la Tabla 12, se establecen los índices de calidad nutricional para conocer si la carne de res cumple con los requerimientos necesarios del consumidor.

**TABLA 12. PERFIL LIPÍDICO DE CARNE DE RES
ÍNDICE DE SATURACIÓN, RELACIÓN $\omega - 6/\omega - 3$ E ÍNDICE
ATEROGÉNICO**

| Clasificación | Ácido Graso | Abreviatura | Proporción en masa del |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| | | | ácido graso (%m/m) |
| | | | Carne de Res |
| Ácidos Grasos Saturados (AGs) | Ácido palmítico | C16:0 | 37,441 |
| | Ácido esteárico | C18:0 | 11,367 |
| Ácidos Grasos monoinsaturados (AGm) | Ácido palmitoleico | C16:1n7 | 1,763 |
| | Ácido oleico | C18:1n9c | 38,950 |

| | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|
| Ácidos Grasos poliinsaturados (AGp) | Ácido linolénico (ω -3) | C18:3n3 | 3,566 |
| | Ácido linoleico (ω -6) | C18:2n6c | 7,113 |
| Σ AGs | | | 48,808 |
| Σ AGm | | | 40,712 |
| Σ AGp | | | 10,679 |
| Σ Ácidos Grasos Insaturados (AGi) | | | 51,391 |
| Índice de Saturación $\left(\frac{AGp}{AGs}\right)$ | | | 0,219 |
| $\omega - 6 / \omega - 3$ | | | 1,995 |
| Índice Aterogénico (I.A.) | | | 0,729 |

Según Göncü Karakök, Ozogul, Saler, & Ozogul (2010) las composiciones de ácidos grasos en la carne de vacuno estaban en el rango de 48,31% para los AGs 41,29% para los AGm y 6,28% para los AGp. El índice de saturación reportado es de 0,13% y la relación $\omega - 6 / \omega - 3$ fue 9,11. Del mismo modo, Oliveira et al. (2013) reportó que el índice de saturación para carne de bovinos es de 0.11, la relación $\omega - 6 / \omega - 3$ fue de 1,32 y el I.A. de 0,64. Por su parte Betancourt et al. (2009) puntualiza que todos los tejidos del ganado vacuno presentan una relación n-6/n-3 baja (< 4), esto corresponde no solo al bajo contenido de ácidos grasos ω -6 sino también a los niveles elevados de ácidos grasos ω -3. Esta relación se encuentra dentro del nivel recomendado en la dieta de los humanos; en el análisis realizado a músculos semitendinosos y dorsal largo de vacuno consiguió que los AGs comprende 48,7% y 54,2% del contenido graso, los AGm fue de 41,5 % y 44,5% y los AGp 3,7% y 5,8%, además reporta una relación $\omega - 6 / \omega - 3$ de 2,2% - 2,4% respectivamente para cada corte. El I.A. reportado por Giuffrida, Arenas, & Huerta (2014) es de 0,63, asegurando que el I.A. testifican sobre el contenido de AGS, y están relacionados con el tipo de alimentación o a la edad de los animales

Frente a lo expuesto, en la presente investigación se obtuvo datos similares a los reportados, el índice de saturación fue de 0,219 y la relación $\omega - 6/\omega - 3$ de 1,995. Finalmente, la relación $\omega - 6/\omega - 3$ presentó un valor de 1,995 y para el índice aterogénico fue de 1,064, concluyendo así que los datos obtenidos son similares a los expuestos bibliográficamente.

4.3.2. Perfil lipídico, índice de saturación e índice de aterogenicidad de la carne de cerdo

La cantidad de ácidos grasos influye directamente sobre la calidad de la grasa, existiendo una relación directa con el tipo de pienso y las materias primas utilizadas para su elaboración. Por tal motivo, fue necesario determinar el perfil lipídico de la carne de cerdo que se muestran en la Figura 7 y el porcentaje en masa que contiene los principales ácidos grasos se indica en la Tabla 13.

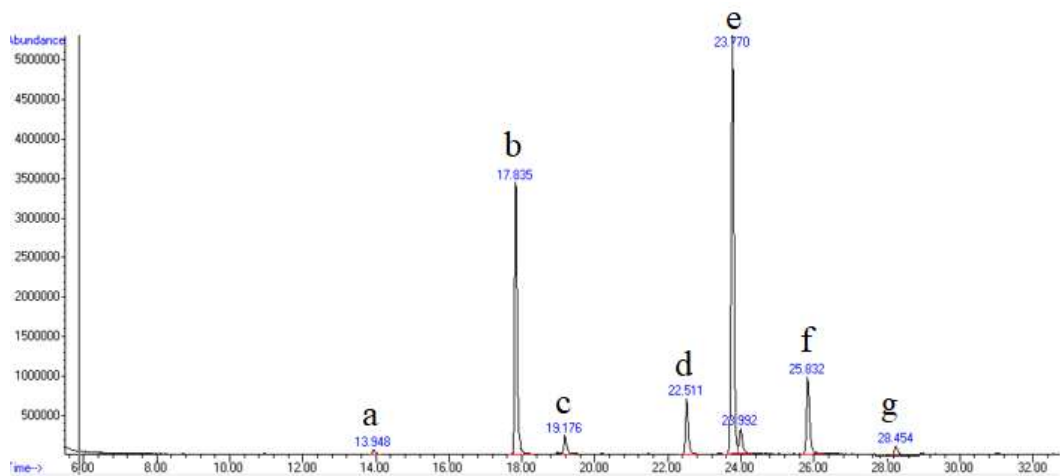


Figura 7. Cromatograma de Carne de Cerdo

a=ácido mirístico; b=ácido palmítico; c=ácido palmitoleico; d=ácido esteárico; e=ácido oleico; f=ácido linoleico; g=ácido linolénico.

TABLA 13. DATOS OBTENIDOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN CARNE DE CERDO

| Ácido Graso | Abreviatura | Proporción en masa del ácido graso |
|---------------------------------|-------------|------------------------------------|
| | | (%m/m) Carne de Cerdo |
| Ácido mirístico | C14:0 | 0,876 |
| Ácido palmítico | C16:0 | 32,507 |
| Ácido palmitoleico | C16:1n7 | 2,622 |
| Ácido esteárico | C18:0 | 10,017 |
| Ácido oleico | C18:1n9c | 46,599 |
| Ácido linoleico (ω -6) | C18:2n6c | 8,129 |
| Ácido linolénico (ω -3) | C18:3n3 | 0,643 |

Los valores obtenidos para la composición de ácidos grasos en la carne de cerdo se expresan en %m/m y en mayor proporción se encontraron AGs como: el ácido palmítico (32,506%) y el ácido esteárico (10,017%); y, en menor proporción el ácido mirístico (0,876%), del mismo modo se identificó la presencia de AGi como: el ácido oleico (46,599%) y ácido linoleico (8,129%), ácido linolénico (0,643%) y ácido palmitoleico (2,622%),

En la evaluación del perfil lipídico de carne de cerdo con diferentes sistemas de alimentación que realizó González-Torres et al. (2021) se encontró AGm (50% – 52%), seguido de AGs (39%) y finalmente AGp (7% - 10 %). Además, el ácido graso mayoritario fue el ácido oleico (42% - 44 %), seguido por los ácidos: palmítico (25%), esteárico (12%), linoleico (5% - 7%), palmitoleico (3% - 4%) y finalmente el mirístico y araquidónico en proporciones similares (1% - 1,5%). Al respecto, González-Torres et al. (2021) identificó el perfil de ácidos grasos en lomo y pulpa de pierna de cerdo, un mayor contenido de ácido oleico (48,56% y 43,31%), seguido de ácido palmítico (28,65% y 25,93%), ácido esteárico (14,28% y 14,85%), ácido mirístico (1,39% y 1,36%) y ácido palmitoleico (3,71% y 3,69%), se identificó también ácido linoeládico, y ácido araquidónico (< 1,00%). Por su parte, Mendonça, Mendes, & Da Mata (2019) determinó que el uso de minerales en la alimentación de cerdos tubo efectos sobre el perfil lipídico de la carne puesto que

refleja una reducción en los niveles de AGs y aumento de AGp en comparación con el grupo de control. Los niveles de ácido mirístico fueron de 1,14%, el ácido palmítico de 25,71%, ácido esteárico 11,79%, ácido linoleico 9,19%, ácido oleico 45,09%, ácido palmitoleico 2,73% y ácido araquidónico 1,88%, además se identificó ácido eicosadienoico, ácido eicosatrienoico, ácido behénico y ácido heptadecanoico en proporciones menores al 1%.

Frente a lo expuesto por varios autores, los valores obtenidos en este estudio se encuentran en relaciones similares.

TABLA 14. PERFIL LIPÍDICO DE CARNE DE CERDO
ÍNDICE DE SATURACIÓN, RELACIÓN $\omega - 6/\omega - 3$ E ÍNDICE
ATEROGÉNICO

| Clasificación | Ácido Graso | Abreviatura | Proporción en masa |
|-------------------------------|---|-------------|---------------------------------------|
| | | | del ácido graso (%) Carne de Cerdo |
| Ácidos Grasos Saturados | Ácido mirístico | C14:0 | 0,876 |
| | Ácido palmítico | C16:0 | 32,507 |
| | Ácido esteárico | C18:0 | 10,017 |
| Ácidos Grasos Monoinsaturados | Ácido palmitoleico | C16:1n7 | 2,622 |
| | Ácido oleico | C18:1n9c | 46,599 |
| Ácidos Grasos Poliinsaturados | Ácido linolénico (ω -3) | C18:3n3 | 0,643 |
| | Ácido linoléico (ω -6) | C18:2n6c | 8,129 |
| | Σ AGs | | 43,400 |
| | Σ AGm | | 49,221 |
| | Σ AGp | | 8,772 |
| | Σ Ácidos Grasos Insaturados (AGi) | | 57,993 |
| | Índice de Saturación $\left(\frac{AGp}{AGs}\right)$ | | 0,202 |
| | $\omega - 6/\omega - 3$ | | 12,645 |
| | Índice Aterogénico (I.A.) | | 0,622 |

La relación de AGp/AGS , es el índice más utilizado en la nutrición humana para cuantificar la calidad de grasa que se ingiere, por lo que indica que mientras mayor sea los AGP mejor se controlará las enfermedades cardiovasculares, puesto a que los ácidos grasos insaturados incrementan las lipoproteínas de alta densidad HDL (Núñez-Jiménez, 2015). González-Torres et al. (2021) identificó el perfil de ácidos grasos en lomo y pulpa de pierna de cerdo, el contenido de ácidos grasos monoinsaturados fue mayor que saturados y poliinsaturados.

Por su parte, Oliveira et al. (2013) indicó que el índice de saturación para carne de bovinos fue de 0,11 y la relación de AGp fue de 7,22. Como resultado de la investigación realizada en carne de cerdo por Mendonça et al. (2019) se encuentran valores similares, índice de saturación de 0,3, la relación $(\omega - 6/\omega - 3)$ 67,32 y el I. A. de 0,59. Al considerar la investigación realizada por Stajić et al. (2011) en donde se evaluaron diferentes razas de cerdo (Polish Landrace, Polish Large White, Duroc y Pietrain) identificó que el índice de saturación es 1,67, la relación de AGp 8,88 y el I.A. 0,39.

El índice de saturación, la relación de AGp $(\omega - 6/\omega - 3)$ y el índice aterogénico que se obtuvieron en este estudio fueron 0,202, 12,645 y 0,622, respectivamente, encontrándose próximos a los datos bibliográficos

CAPITULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

- Los resultados del estudio permitieron analizar la composición bromatológica en cuanto a composición de humedad, ceniza, actividad de agua y pH; y el perfil lipídico de la carne de res y cerdo que se expende en la Provincia de Tungurahua.
- Al analizar la carne de res se determinó $74,96 \pm 5,97\%$ de humedad; $4,03 \pm 0,97\%$ de ceniza; $0,99$ en a_w ; y, $6,24 \pm 0,45$ en pH. De forma similar se hizo el análisis de la carne de cerdo y se encontró un contenido de $69,50 \pm 7,50\%$ de humedad; $3,89 \pm 1,17\%$ de ceniza; $0,99$ en a_w ; y, $6,36 \pm 0,26$ en pH. Estos valores fueron comparados con datos reportados bibliográficamente, y fueron equiparables en cuanto a actividad de agua y humedad (a excepción de las muestras UTA – MQ – E03, proveniente de Pelileo), por el contrario, para cenizas se observó que los datos fueron elevados y por el valor de pH se trata de carnes tipo DFD, se infirió que estas variaciones pudieron ocasionarse por diversos factores, como manejo inadecuado en la crianza del animal, edad, raza, condiciones pre y post faenamamiento, entre otros.
- Se identificó el porcentaje promedio de grasa total, obteniendo valores de $10,70 \pm 6,44\%$ para carne de res y $33,15 \pm 5,29\%$ para carne de cerdo, catalogándolas como carnes ricas en grasa. Con la grasa extraída se aplicó procedimientos de derivatización para la conversión de ácidos grasos en metil ésteres, para el posterior estudio de cromatografía. Del análisis cromatográfico se determinó que entre los AGs predominantes en la carne de res están el ácido palmítico (37,44%) y ácido esteárico (11,37%); se encontró también AGm, sobresaliendo el ácido oleico (38,95%) y en menor proporción el ácido palmitoleico (2,62%), finalmente se identificó AGp como ácido linoleico (7,11%) y ácido linolénico

(3,57%). De la misma forma, se realizó el perfil lipídico de la carne de cerdo, identificando AGs como el ácido palmítico (32,51%) y ácido esteárico (10,02%); se encontró AGm como el ácido oleico (46,60%) y el ácido palmitoleico (2,62%) y AGp como ácido linoleico (8,13%) y ácido linolénico (0,64%).

- Finalmente, se evaluó la calidad nutricional de la carne de res y carne de cerdo, en función de la determinación del índice de saturación y el índice aterogénico. Un índice de saturación bajo (0,219 y 0,202 carne de res y carne de cerdo respectivamente) refleja mayor proporción de AGs, por lo tanto, existe un aumento de colesterol, si bien este estudio no cumplen lo recomendado es superior a los datos reportados bibliográficamente. Mientras que un bajo índice aterogénico (0,729 y 0,622 carne de res y cerdo respectivamente) representa menor riesgo de sufrir ECV, por lo que se podría sugerir una ventaja nutricional para el consumo de estas carnes.

5.2. Recomendaciones

- Evaluar otros tipos de carnes comercializadas en la Provincia de Tungurahua.
- Realizar un estudio comparativo de la alimentación del animal con respecto a la composición lipídica de la carne de res y cerdo
- Identificar la relación de la raza y la edad del animal con respecto al perfil lipídico de la carne de res y cerdo

5.3. BIBLIOGRAFIA

- Akoh, C. C., & Min, D. B. (2008). *Food Lipids. Chemistry, Nutrition and Biotechnology* (Third edit). https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4693-1_16
- Anaya, B., & Hermoza, E. (2014). Algas alimenticias para mejorar la calidad nutritiva de los productos cárnicos. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 04(02), 272–279. <https://doi.org/10.18259/acs.2014032>
- Arias Luna, P. A. (2011). *Extracción de grasas por micro Soxhlet frente a la técnica convencional macro Soxhlet en productos alimenticios de mayor consumo en la ciudad de Quito*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Avila, A. M. (2018). *Evaluación de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de dos músculos de res (Subscapularis e Infraspinus) con y sin técnica de masaje* (Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano). Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6220/1/AGI-2018-T008.pdf>
- Ballesteros, M., Valenzuela, L., Artalejo, E., & Robles, A. (2012). Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos TRANS FATTY ACIDS: CONSUMPTION EFFECT ON HUMAN HEALTH AND REGULATION CHALLENGES. *Nutr Hosp. Nutr Hosp*, 2727(1), 54–6454. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5420>
- Ballin, N. Z. (2010). Authentication of meat and meat products. *Meat Science*, 86(3), 577–587. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2010.06.001>
- Betancourt, L., Bustamante, C. A., & Díaz, G. J. (2009). Determinación de la composición de ácidos grasos en tejidos seleccionados de canales de vacuno y de búfalo. *Livestock Research for Rural Development*, 21.
- Biel, W., Czerniawska-Piatkowska, E., & Kowalczyk, A. (2019). Offal Chemical Composition from Veal, Beef, and Lamb Maintained in Organic Production Systems. *Animals*, 9, 489. <https://doi.org/10.3390/ani9080489>
- Bispo Villar, E. M. (2010). *Influencia de la lactancia materna y del sistema de producción en la carne de terneros Rubia Gallega : calidad organoléptica y contenido de isómeros 18,1 “cis-trans” en el perfil lipídico*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Braun, R. O., & Pattacini, S. H. (2011). Porcine meat quality. Evaluation of technological carcass in pig fed thermo process sorghum in the pampean semiarid region. *Rev. de la Fac. de Agronomía*, 22, 5–12.
- Carey, F. (2003). *Química Orgánica* (McGraw-Hill, Ed.).
- 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 Médica Costarricense*, 47(1), 36–42. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022005000100006#7
- Celada Rodríguez, M. P. (2018). *Efectos del consumo de productos cárnicos modificados en sujetos con sobrepeso y dislipemia*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
- Córdova Culqui, M. E. (2021). *Determinación del perfil lipídico en yogurt de*

- consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua.* Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31590/1/BQ_237.pdf
- Corradini, M. G. (2018). Shelf Life of Food Products: From Open Labeling to Real-Time Measurements. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9(December 2017), 251–269. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117-012433>
- Giuffrida-Mendoza, M., Arenas de Moreno, L., & Huerta Leidenz, N. (2014). Composición nutritiva de la carne de ganado tropical venezolano. *Anales Venezolanos de Nutricion*, 27(1), 167–176. Recuperado de <http://ve.scielo.org/pdf/avn/v27n1/art21.pdf>
- Göncü Karakök, S., Ozogul, Y., Saler, M., & Ozogul, F. (2010). Proximate Analysis. Fatty acid profiles and mineral contents of meats: A comparative study. *Journal of Muscle Foods*, 21, 210–223.
- González-Torres, I., González, P., Cobas, N., Barrio, J. C., Vázquez, L., Purriños, L., ... Lorenzo, J. M. (2021). Effect of sex and liquid feeding with potato on the pork lipid profile. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 117(1), 32–43. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.019>
- González Fernández, M., & Jiménez-Granados, A. (2014). La química cotidiana en documentos de uso escolar: Análisis y clasificación. *Educacion Quimica*. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70517-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70517-8)
- González González, L. (2021). *Suplementación con semillas oleaginosas en la dieta de terneros de raza rubia gallega*. Universidade de Santiago de Compostela.
- González H., M. I., Mesa G., C. A., & Quintero C., O. A. (2014). Estimación De La Vida Útil De Almacenamiento De Carne De Res Y De Cerdo Con Diferente Contenido Graso. *Vitae*, 21(3), 201–210. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1698/169833713005.pdf>
- González, M., Suárez, H., & Martínez, O. (2010). Influencia del proceso de cocción y temperatura de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del jamón de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23, 336–348. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80401303%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502014000200002%0Ahttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355534449002%0Ahttps://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cancerologia-3
- Herrera, M. L., & Rodríguez, A. (2016). Soluciones para reemplazar grasas trans en alimentos. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas*, 41(141), 21–31. Recuperado de <https://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/contribuciones/article/view/2611/2380>
- INEN. *Carne y Productos Cárnicos. Determinación de Cenizas. NTE INEN. 786.1985.*, (1985).
- INEN. NTE INEN 1217:2006. Carne y Productos Cárnicos. Definiciones. , Instituto Ecuatoriano de Normalización § (2006).
- INEN. *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. MEDICIÓN DE PH. NTE INEN-ISO*

- 2917:2013. , (2013).
- INEN. *Carne y productos cárnicos. Muestreo. NTE INEN 776.* , (2013).
- Jerez-Timaure, N., Colina Rivero, J., Araque, H., Jiménez, P., Velazco, M., & Colmenares, C. (2011). Composición proximal y contenido de lípidos y colesterol de la carne de cerdos alimentados con harina de pijiguo (*Bactris gasipaes* Kunth) y lisina sintética. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(1), 96–101. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222011000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Kolapkar, S. (2018). Pyrolysis of Fiber-Plastic Waste Blends. *Research Gate*, (January 2018). Recuperado de <https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1777&context=etdr>
- Lema, L., & Lema, J. (2019). *Influencia del bienestar animal, sobre la calidad microbiológica de las canales de vacunos faenados en la empresa pública metropolitana de rastro de Quito (EMRAQ-EP)*. (Universidad Central del Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18814/1/T-UCE-0014-MVE-055.pdf>
- León, C. M., Orduz, C. A., & Velandia, C. M. (2017). Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. *Alimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 62–75. Recuperado de http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/2969
- McMurry, J. (2012). *Química Orgánica* (Vol. 1). Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/60763514/Quimica_Organica_-_John_McMurry_-_8va_Edicion20191001-52648-ql38zl.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DQuimica_Organica_John_McMurry_8va_Edicio.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256
- Mendonça, T., Mendes, E., & Da Mata, I. (2019). Lipid profile and quality of meat from finishing pig supplemented with minerals. *Food Science and Technology*, 39(3), 721–728. <https://doi.org/10.1590/fst.06118>
- 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. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v22n3a05>
- Mukumbo, F. E., Arnaud, E., Collignan, A., Hoffman, L. C., Descalzo, A. M., & Muchenje, V. (2018). Physico-chemical composition and oxidative stability of South African beef, game, ostrich and pork droëwors. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4833–4840. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3417-2>
- Nogales Baena, S. (2018). *Caracterización del crecimiento, calidad de la canal, la carne y el perfil lipídico intramuscular de la raza bovina marismeña*. Universidad de Córdoba.
- Nunes, K. M., Andrade, M. V. O., Santos Filho, A. M. P., Lasmar, M. C., & Sena, M. M. (2016). Detection and characterisation of frauds in bovine meat in

- natura by non-meat ingredient additions using data fusion of chemical parameters and ATR-FTIR spectroscopy. *Food Chemistry*, 205, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.158>
- Núñez-Jiménez, D. del P. (2015). *Determinación del perfil lipídico y su relación con el riesgo de adquirir enfermedades cardiovasculares en niños de 9 a 12 años en el Barrio Gil Ramírez Dávalos*. Universidad Técnica de Ambato.
- Oliveira, A. C., Silva, R. R., Oliveira, H. C., Almeida, V. V. S., Garcia, R., & Oliveira, U. L. C. (2013). Influência Da Dieta , Sexo E Genótipo Sobre O Perfil Lipídico Da Carne De Ovinos. *Archivos de Zootecnia*, 62, 57–72.
- Omar, T. A., & Salimon, J. (2013). Validation and application of a gas chromatographic method for determining fatty acids and trans fats in some bakery products. *Integrative Medicine Research*, 7(2), 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2013.04.002>
- Oré Breña, Jorge L; Neira Montoya, E. F., & Viza Llenque, C. (2012). *Química Orgánica III*. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35860722/Quimica-III-Ultimo.pdf?response-content-disposition=inline%253Bfilename%253DQuimica_Organica_III.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%252F20200216%252Fus-east-1%252Fs3%252
- Orozco Villa, H. G. (2013). *Formulación, elaboración y control de calidad de hamburguesa con carne de res y cerdo deshidratada y determinación de las instrucciones para su rehidratación y uso*. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3086/1/56T00423.pdf>
- Ortega Castellar, G. C., & Angulo Mercado, Edgardo R. Cardozo Arrieta, B. M. (2014). Transesterificación de aceites vegetales empleando catalizadores. *Prospect*, 12(2), 90–104. <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2798-5>
- Ortíz, J., Astudillo, G., Donoso, S., & Angélica, O. (2018). Tabla de Composición de Alimentos. Cuenca, Ecuador. En *Food Composition Table* (Unviuersida). Recuperado de <https://medicinainformacion.com>
- Paredes Arana, M., Vallejos Fernández, L., & Mantilla Guerra, J. (2017). Effect of the Feeding Type on Productive Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Black Creole Pig of Cajamarca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 28(4), 894–903. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13879>
- Pincay Albán, R. (2019). 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. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>
- Rengifo Gonzáles, L. (2010). *Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de Carne y en Embutido*. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/255/FIA-175.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Restrepo, D., Arango, C., Campuzano, A., & Restrepo, R. (2001). *INDUSTRIA DE CARNES*. Recuperado de Universidad Nacional de Colombia
- Rincón Zoot, 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, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 20(0121–4004), 111–117. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v20n2/v20n2a4.pdf>
- Rubio García, J. A. (2004). *Influencia Del Consumo De Carne De Porcino Frente a La De Vacuno En El Perfil Lipidico De Sujetos Sanos*. Universidad Complutense de Madrid.
- Seppänen-Laakso, T., Laakso, I., & Hiltunen, R. (2002). Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta*, 39–62. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2009.01.006>
- Serdaroğlu, M., Yildiz Turp, G., & Bağdatlıoğlu, N. (2005). Effects of deboning methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(3), 797–802.
- Silva Vieira, P. E. (2019). Evaluación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en quesos frescos de consumo masivo en la Provincia de Tungurahua. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>
- Smith, A. M., Harris, K. B., Haneklaus, A. N., & Savell, J. W. (2011). Proximate composition and energy content of beef steaks as influenced by USDA quality grade and degree of doneness. *Meat Science*, 89(2), 228–232. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.027>
- Socorrás- Suárez, María; Bolet Astoviza, M. (2010). Alimentación saludable y nutrición en las enfermedades cardiovasculares Healthy feeding and nutrition in cardiovascular diseases. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 29(3), 353–363. Recuperado de <http://scielo.sld.cu>
- Stajić, S., Živković, D., Perunović, M., Šobajić, S., & Vranić, D. (2011). Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. *Procedia Food Science*, 1, 568–575. <https://doi.org/10.1016/J.PROFOO.2011.09.086>
- Teixeira, A., & Rodrigues, S. (2013). Pork meat quality of preto alentejano and commercial largewhite landrace cross. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1961–1971. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60634-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60634-6)
- Telégrafo. (2021, octubre 31). Los embutidos son una fuente alta de grasas y sal que impactan en la salud. *El Telégrafo*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/los-ecuatorianos-consumen-142-gramos-de-carnes-al-dia>
- Tsuge, S., Ohtani, H., & Watanabe, C. (2012). Part 3 - Pyrograms for 33 Condensation Polymers and MS Data of the Major Pyrolyzates Obtained in the Presence of Organic Alkaline. En *Pyrolysis–GCMS Data Book of Synthetic Polymers* (p. 390). Elsevier.
- Velasco, V., Vera, V., Bórquez, F., Williams, P., Faúndez, M., & Alarcón-Enos, J. (2019). COMPOSICIÓN DE CARNE DE CERDO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN NATURAL. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35, 261–266. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019005000501&script=sci_abstract&tlng=en
- Wade, L. (2011). *Química Orgánica* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Waktola, H. D., Zeng, A. X., Chin, S. T., & Marriott, P. J. (2020). Advanced gas chromatography and mass spectrometry technologies for fatty acids and triacylglycerols analysis. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 129, 115957. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115957>
- Zuñiga Hurtado, C. J., Alvarez Cedeño, G. L., Aguirre Espinosa, A. E., & Pozo Arcentales, M. A. (2020). Utilidad del índice aterogenico en la predicción de enfermedad coronaria. *RECIMUNDO*, 4(1(Esp)), 78–89. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(1\).esp.marzo.2020.78-89](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(1).esp.marzo.2020.78-89)
- Zuñiga, J. (2020). *Factores de riesgo cardiovascular en pacientes de consulta externa del Hospital Nacional Sergio E. Bernales, Lima - 2020*. Universidad Norbert Wiener.

5.4. ANEXOS

ANEXO 1. Recolección de Información


| | | | | | | | |
|--|---|---|------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Río Payamino y Av. Los Chasquis Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO MAESTRÍA EN QUÍMICA DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA Y BROMATOLÓGICA DE LA CARNE DE RES Y CERDO COMERCIALIZADA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA |  | | | | | |
| DATOS DE MUESTREO | | | | | | | |
| Cadena de Custodia No. _____ Cód. de muestra: _____ Fecha: _____ Hora de toma: _____ Sitio de toma (Coordenadas): _____ Provincia: _____ Ciudad/Cantón: _____ Dirección: _____ | | | | | | | |
| MUESTRA | | | | | | | |
| | | | | | | CONSERVACIÓN | |
| N° | ALIMENTO | Estado | Lote | Fecha Elaboración | Fecha Vencimiento | Bolsa/Frasco | Temperatura (°C) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| DATOS DE RESPONSABLE DE MUESTREO | | | | | | | |
| Nombre: _____ Teléfono: _____ Correo: _____ <div style="text-align: center;">_____</div> Firma | | | | | | | |
| DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO | | | | | | | |
| _____ : _____ AAAA MM DD Hora Nombre <div style="text-align: center;">_____</div> Firma | | | | | | | |
| DATOS EMPRESARIALES | | | | | | | |
| _____ : _____ AAAA MM DD Hora Nombre <div style="text-align: center;">_____</div> Firma/Sello | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES DE MUESTRAS | | | | | | | |
| Análisis Físicoquímicos: 1. Alimentos sólidos: Bolsas de plástico con cierre zip estériles (200 g) 2. Alimentos líquidos: Frascos de boca ancha estériles (200 ml) *Preferiblemente que sean los suministrados por el laboratorio. | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Figura 8. Acta de Muestreo

Elaborado por: Delgado, A.; Pérez, L. (2019)



Figura 9. Toma de muestra 1



Figura 10. Toma de muestra 2

|  UTA PROYECTO DE TITULACIÓN DEMARCACIÓN DE TUNGURAHUA | | | |
|---|--|------|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | | | |
| COORDENADAS | | | |
| TIPO DE ALIMENTO | | | |
| FECHA | | HORA | |
| TEMPERATURA (°C) | | | |

Figura 11. Etiqueta de muestreo

Elaborado por: Delgado, A.; Pérez, L. (2019)



Figura 12. Transporte de muestras.



Figura 13. Determinación de humedad



Figura 14. Obtención de cenizas



Figura 15. Determinación de pH

Fuente: <https://www.fishersci.es/shop/products/orion-star-a2111-ph-benchtop-meter/p-4529651>



Figura 16. Determinación de Actividad de agua



Figura 17. Extracción de grasa



Figura 18. Transesterificación de ácidos grasos



Figura 19. Cromatógrafo de gases AGILENT TECHNOLOGIES 7890B GC SYSTEM acoplado a un detector de masas 5977A GC/MSD

ANEXO 2. Datos para el análisis de resultados

TABLA 15. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E01 | 1 | 46,76 | 52,38 | 66,90 | 72,09 | 74,83 | 3,86 | 5,16 | 44,46 | 49,21 | 64,48 | 76,29 | 75,21 | 1,53 | 2,03 |
| UTA-MQ-E01 | 2 | 46,21 | 49,40 | 60,41 | 77,56 | | | | 47,96 | 52,65 | 66,09 | 74,13 | | | |
| UTA-MQ-E02 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 47,34 | 49,88 | 57,01 | 73,68 | 73,39 | 0,42 | 0,57 |
| UTA-MQ-E02 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 39,56 | 42,88 | 51,88 | 73,09 | | | |
| UTA-MQ-E03 | 1 | 47,85 | 61,66 | 78,48 | 54,93 | 50,22 | 6,66 | 13,26 | 45,75 | 62,76 | 76,32 | 44,35 | 49,76 | 7,65 | 15,38 |
| UTA-MQ-E03 | 2 | 46,20 | 56,11 | 64,39 | 45,51 | | | | 44,20 | 50,32 | 57,84 | 55,17 | | | |
| UTA-MQ-E04 | 1 | 45,48 | 47,95 | 55,25 | 74,68 | 75,03 | 0,49 | 0,65 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E04 | 2 | 42,07 | 44,46 | 51,75 | 75,38 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E05 | 1 | 42,98 | 49,32 | 66,79 | 73,38 | 74,26 | 1,24 | 1,68 | 44,57 | 48,40 | 60,23 | 75,55 | 76,26 | 1 | 1,32 |
| UTA-MQ-E05 | 2 | 44,03 | 47,54 | 58,13 | 75,14 | | | | 45,91 | 50,55 | 66,07 | 76,97 | | | |
| UTA-MQ-E06 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 46,70 | 49,55 | 58,10 | 75,01 | 76,14 | 1,6 | 2,1 |
| UTA-MQ-E06 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 44,53 | 48,34 | 61,32 | 77,27 | | | |
| UTA-MQ-E07 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 47,32 | 53,34 | 71,59 | 75,22 | 71,56 | 5,17 | 7,22 |
| UTA-MQ-E07 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 38,44 | 50,45 | 75,87 | 67,91 | | | |
| UTA-MQ-E08 | 1 | 45,22 | 52,70 | 70,90 | 70,85 | 72,44 | 2,25 | 3,1 | 42,00 | 44,09 | 49,82 | 73,27 | 71,52 | 2,47 | 3,46 |
| UTA-MQ-E08 | 2 | 46,21 | 49,02 | 57,05 | 74,03 | | | | 42,44 | 45,16 | 51,45 | 69,77 | | | |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E09 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 45,67 | 52,32 | 72,20 | 74,94 | | | |
| UTA-MQ-E09 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 46,78 | 52,43 | 70,65 | 76,30 | 75,62 | 0,96 | 1,27 |
| UTA-MQ-E10 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 42,44 | 45,83 | 56,06 | 75,15 | | | |
| UTA-MQ-E10 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 43,54 | 50,58 | 69,57 | 72,97 | 74,06 | 1,54 | 2,08 |
| UTA-MQ-E11 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 47,57 | 54,58 | 76,48 | 75,77 | | | |
| UTA-MQ-E11 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 45,30 | 50,97 | 67,78 | 74,78 | 75,28 | 0,7 | 0,93 |
| UTA-MQ-E12 | 1 | 42,22 | 48,41 | 60,17 | 65,52 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E12 | 2 | 44,48 | 49,07 | 62,30 | 74,22 | 69,87 | 6,15 | 8,8 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E13 | 1 | 44,77 | 49,63 | 62,00 | 71,80 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E13 | 2 | 42,70 | 47,42 | 58,81 | 70,66 | 71,23 | 0,81 | 1,14 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E14 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 40,59 | 47,93 | 69,65 | 74,74 | | | |
| UTA-MQ-E14 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 41,78 | 47,34 | 65,03 | 76,10 | 75,42 | 0,96 | 1,28 |
| UTA-MQ-E15 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 47,53 | 50,68 | 60,94 | 76,51 | | | |
| UTA-MQ-E15 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 42,10 | 44,55 | 53,54 | 78,57 | 77,54 | 1,46 | 1,88 |
| UTA-MQ-E16 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 46,29 | 50,13 | 59,69 | 71,38 | | | |
| UTA-MQ-E16 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 41,57 | 44,44 | 52,30 | 73,29 | 72,33 | 1,35 | 1,87 |
| UTA-MQ-E17 | 1 | 45,81 | 51,36 | 64,55 | 70,36 | | | | 45,16 | 48,71 | 61,80 | 78,68 | | | |
| UTA-MQ-E17 | 2 | 42,60 | 46,43 | 57,22 | 73,81 | 72,09 | 2,44 | 3,39 | 43,47 | 48,31 | 68,13 | 80,35 | 79,52 | 1,18 | 1,49 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | H (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E18 | 1 | 42,71 | 48,97 | 62,94 | 69,07 | 67,62 | 2,06 | 3,04 | 41,76 | 48,60 | 71,28 | 76,83 | 75,64 | 1,69 | 2,23 |
| UTA-MQ-E18 | 2 | 44,87 | 51,12 | 63,34 | 66,16 | | | | 42,46 | 48,60 | 66,50 | 74,44 | | | |
| UTA-MQ-E19 | 1 | 40,03 | 47,18 | 64,39 | 70,64 | 67,4 | 4,58 | 6,8 | 41,80 | 45,34 | 57,11 | 76,91 | 76,47 | 0,63 | 0,82 |
| UTA-MQ-E19 | 2 | 44,02 | 50,92 | 63,27 | 64,16 | | | | 46,88 | 52,34 | 69,64 | 76,02 | | | |
| UTA-MQ-E20 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 44,36 | 46,69 | 54,99 | 78,05 | 77,67 | 0,53 | 0,68 |
| UTA-MQ-E20 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 45,62 | 48,70 | 59,19 | 77,30 | | | |
| UTA-MQ-E21 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 48,06 | 51,44 | 61,49 | 74,79 | 75,39 | 0,84 | 1,12 |
| UTA-MQ-E21 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 44,07 | 49,69 | 67,45 | 75,98 | | | |
| UTA-MQ-E22 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 43,33 | 48,07 | 62,62 | 75,46 | 76,03 | 0,8 | 1,05 |
| UTA-MQ-E22 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 44,67 | 50,13 | 68,01 | 76,59 | | | |
| UTA-MQ-E23 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 45,89 | 50,31 | 64,59 | 76,37 | 76,9 | 0,75 | 0,97 |
| UTA-MQ-E23 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 41,93 | 45,97 | 59,83 | 77,43 | | | |
| UTA-MQ-E24 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 46,95 | 55,10 | 81,38 | 76,31 | 77,86 | 2,2 | 2,82 |
| UTA-MQ-E24 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 39,00 | 45,74 | 71,73 | 79,42 | | | |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. H=humedad de la muestra, expresada en %; *m* =masa de la cápsula vacía, en g; *m*₁=masa de la cápsula con la muestra seca, en g; *m*₂ =masa de la cápsula con la muestra húmeda, en g. D.E.=desviación estándar. C.V.=coeficiente de variación. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

TABLA 16. ANOVA DE HUMEDAD PARA CARNE DE RES

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | Probabilidad | Coefficiente de correlación R² | Coefficiente de variación |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--|----------------------------------|
| Modelo | 1426,66 | 20 | 71,33 | 12,72 | 0,00 | 0,92 | 3.19 |
| Código | 1426,66 | 20 | 71,33 | 12,72 | 0,00 | | |
| Error | 117,78 | 21 | 5,61 | | | | |
| Total | 1544,44 | 41 | | | | | |

TABLA 17. ANOVA DE HUMEDAD PARA CARNE DE CERDO

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | Probabilidad | Coefficiente de correlación R² | Coefficiente de variación |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--|----------------------------------|
| Modelo | 959,70 | 9,00 | 106,63 | 7,86 | 0,00 | 0,88 | 5,30 |
| Código | 959,70 | 9,00 | 106,63 | 7,86 | 0,00 | | |
| Error | 135,70 | 10,00 | 13,57 | | | | |
| Total | 1095,40 | 19,00 | | | | | |

TABLA 18. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CENIZA

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E01 | 1 | 33,05 | 34,39 | 33,10 | 3,85 | 4,14 | 0,42 | 10,06 | 30,95 | 32,02 | 31,00 | 4,53 | 4,17 | 0,52 | 12,39 |
| UTA-MQ-E01 | 2 | 33,65 | 34,77 | 33,69 | 4,44 | | | | 32,68 | 33,76 | 32,72 | 3,80 | | | |
| UTA-MQ-E02 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 35,01 | 36,01 | 35,05 | 4,12 | 4,17 | 0,06 | 1,53 |
| UTA-MQ-E02 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 34,10 | 35,28 | 34,15 | 4,21 | | | |
| UTA-MQ-E03 | 1 | 37,35 | 39,30 | 37,38 | 1,86 | 1,68 | 0,26 | 15,62 | 26,69 | 27,90 | 26,72 | 2,03 | 1,75 | 0,39 | 22,16 |
| UTA-MQ-E03 | 2 | 28,10 | 29,65 | 28,13 | 1,49 | | | | 29,12 | 30,29 | 29,14 | 1,48 | | | |
| UTA-MQ-E04 | 1 | 30,95 | 32,02 | 31,00 | 4,53 | 4,17 | 0,52 | 12,39 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E04 | 2 | 32,68 | 33,76 | 32,72 | 3,80 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E05 | 1 | 39,52 | 40,54 | 39,57 | 4,59 | 4,57 | 0,04 | 0,77 | 39,52 | 40,54 | 39,57 | 4,59 | 4,57 | 0,04 | 0,77 |
| UTA-MQ-E05 | 2 | 34,22 | 35,25 | 34,26 | 4,54 | | | | 34,22 | 35,25 | 34,26 | 4,54 | | | |
| UTA-MQ-E06 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 25,09 | 26,24 | 25,15 | 4,67 | 4,8 | 0,19 | 3,97 |
| UTA-MQ-E06 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 30,73 | 31,76 | 30,78 | 4,94 | | | |
| UTA-MQ-E07 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 35,33 | 36,52 | 35,38 | 4,29 | 4,25 | 0,06 | 1,5 |
| UTA-MQ-E07 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 29,07 | 30,22 | 29,11 | 4,20 | | | |
| UTA-MQ-E08 | 1 | 25,09 | 26,24 | 25,15 | 4,67 | 4,8 | 0,19 | 3,97 | 34,66 | 35,70 | 34,70 | 3,83 | 3,85 | 0,02 | 0,55 |
| UTA-MQ-E08 | 2 | 30,73 | 31,76 | 30,78 | 4,94 | | | | 38,18 | 39,31 | 38,22 | 3,86 | | | |
| UTA-MQ-E09 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 33,03 | 34,42 | 33,10 | 5,23 | 3,81 | 2,02 | 52,96 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E09 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 36,22 | 38,85 | 36,28 | 2,38 | | | |
| UTA-MQ-E10 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 33,30 | 36,36 | 33,40 | 3,34 | 2,27 | 1,51 | 66,2 |
| UTA-MQ-E10 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 33,29 | 41,09 | 33,38 | 1,21 | | | |
| UTA-MQ-E11 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 21,40 | 24,62 | 21,52 | 3,70 | 3,58 | 0,18 | 4,94 |
| UTA-MQ-E11 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 25,75 | 28,92 | 25,86 | 3,45 | | | |
| UTA-MQ-E12 | 1 | 33,03 | 34,42 | 33,10 | 5,23 | 5,38 | 0,22 | 4,07 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E12 | 2 | 36,22 | 37,35 | 36,28 | 5,54 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E13 | 1 | 21,40 | 24,62 | 21,52 | 3,70 | 3,58 | 0,18 | 4,94 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E13 | 2 | 25,75 | 28,92 | 25,86 | 3,45 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E14 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 25,09 | 26,24 | 25,15 | 4,67 | 4,54 | 0,18 | 3,89 |
| UTA-MQ-E14 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 30,36 | 31,44 | 30,41 | 4,42 | | | |
| UTA-MQ-E15 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 39,52 | 40,54 | 39,57 | 4,59 | 4,57 | 0,04 | 0,77 |
| UTA-MQ-E15 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 34,22 | 35,25 | 34,26 | 4,54 | | | |
| UTA-MQ-E16 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 25,09 | 26,24 | 25,15 | 4,67 | 4,8 | 0,19 | 3,97 |
| UTA-MQ-E16 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 30,73 | 31,76 | 30,78 | 4,94 | | | |
| UTA-MQ-E17 | 1 | 30,95 | 32,02 | 31,00 | 4,53 | 4,17 | 0,52 | 12,39 | 35,33 | 36,52 | 35,38 | 4,29 | 4,25 | 0,06 | 1,5 |
| UTA-MQ-E17 | 2 | 32,68 | 33,76 | 32,72 | 3,80 | | | | 29,07 | 30,22 | 29,11 | 4,20 | | | |
| UTA-MQ-E18 | 1 | 35,01 | 36,01 | 35,05 | 4,12 | 4,17 | 0,06 | 1,53 | 34,66 | 35,70 | 34,70 | 3,83 | 3,85 | 0,02 | 0,55 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | C (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E18 | 2 | 34,10 | 35,28 | 34,15 | 4,21 | | | | 38,18 | 39,31 | 38,22 | 3,86 | | | |
| UTA-MQ-E19 | 1 | 33,30 | 36,36 | 33,40 | 3,34 | 2,27 | 1,51 | 66,2 | 33,03 | 34,42 | 33,10 | 5,23 | 5,38 | 0,22 | 4,07 |
| UTA-MQ-E19 | 2 | 33,29 | 41,09 | 33,38 | 1,21 | | | | 36,22 | 37,35 | 36,28 | 5,54 | | | |
| UTA-MQ-E20 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 39,52 | 40,54 | 39,57 | 4,59 | 4,22 | 0,52 | 12,22 |
| UTA-MQ-E20 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 38,18 | 39,31 | 38,22 | 3,86 | | | |
| UTA-MQ-E21 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 31,90 | 35,34 | 32,00 | 2,71 | 2,52 | 0,26 | 10,36 |
| UTA-MQ-E21 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 31,97 | 34,23 | 32,02 | 2,34 | | | |
| UTA-MQ-E22 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 30,95 | 32,02 | 31,00 | 4,53 | 4,17 | 0,52 | 12,39 |
| UTA-MQ-E22 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 32,68 | 33,76 | 32,72 | 3,80 | | | |
| UTA-MQ-E23 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 25,09 | 26,24 | 25,15 | 4,67 | 4,8 | 0,19 | 3,97 |
| UTA-MQ-E23 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 30,73 | 31,76 | 30,78 | 4,94 | | | |
| UTA-MQ-E24 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 35,33 | 36,52 | 35,38 | 4,29 | 4,25 | 0,06 | 1,5 |
| UTA-MQ-E24 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 29,07 | 30,22 | 29,11 | 4,20 | | | |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. C=contenido de ceniza en la muestra, expresada en %; *m* =masa del crisol vacío, en g; *m*₁=masa del crisol con la muestra, antes de la incineración, en g; *m*₂ = masa del crisol con la muestra, después de la incineración, en g. D.E.=desviación estándar.

C.V.=coeficiente de variación. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

TABLA 19. ANOVA DE CENIZAS PARA CARNE DE RES

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | Probabilidad | Coefficiente de correlación R² | Coefficiente de variación |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--|----------------------------------|
| Modelo | 31,11 | 20,00 | 1,56 | 4,30 | 0,00 | 0,62 | 14,93 |
| Código | 31,11 | 20,00 | 1,56 | 4,30 | 0,00 | | |
| Error | 7,59 | 21,00 | 0,36 | | | | |
| Total | 38,70 | 41,00 | | | | | |

TABLA 20. ANOVA DE CENIZAS PARA CARNE DE CERDO

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | Probabilidad | Coefficiente de correlación R² | Coefficiente de variación |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|---------------------|--|----------------------------------|
| Modelo | 22,87 | 9 | 2,54 | 8,03 | 0,00 | 0,77 | 14,45 |
| Código | 22,87 | 9 | 2,54 | 8,03 | 0,00 | | |
| Error | 3,16 | 10 | 0,32 | | | | |
| Total | 26,03 | 19 | | | | | |

TABLA 21. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE PH

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|------|------|--------------|-------|------|------|
| | | pH | Media | D.E. | C.V | pH | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E01 | 1 | 6,90 | | | | 6,93 | | | |
| UTA-MQ-E01 | 2 | 6,19 | 6,54 | 0,5 | 7,67 | 6,21 | 6,57 | 0,51 | 7,75 |
| UTA-MQ-E02 | 1 | N/A | | | | 6,04 | | | |
| UTA-MQ-E02 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 6,04 | 6,04 | 0,00 | 0,00 |
| UTA-MQ-E03 | 1 | 6,62 | | | | 6,70 | | | |
| UTA-MQ-E03 | 2 | 6,42 | 6,52 | 0,14 | 2,17 | 6,31 | 6,50 | 0,28 | 4,24 |
| UTA-MQ-E04 | 1 | 6,75 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E04 | 2 | 6,51 | 6,63 | 0,17 | 2,56 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E05 | 1 | 6,36 | | | | 5,97 | | | |
| UTA-MQ-E05 | 2 | 6,29 | 6,33 | 0,05 | 0,78 | 6,14 | 6,05 | 0,12 | 1,99 |
| UTA-MQ-E06 | 1 | N/A | | | | 5,80 | | | |
| UTA-MQ-E06 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,82 | 5,81 | 0,01 | 0,24 |
| UTA-MQ-E07 | 1 | N/A | | | | 6,05 | | | |
| UTA-MQ-E07 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,97 | 6,01 | 0,06 | 0,94 |
| UTA-MQ-E08 | 1 | 6,23 | | | | 7,11 | | | |
| UTA-MQ-E08 | 2 | 6,04 | 6,13 | 0,13 | 2,19 | 7,25 | 7,18 | 0,10 | 1,38 |
| UTA-MQ-E09 | 1 | N/A | | | | 6,28 | | | |
| | | | N/A | N/A | N/A | | 6,12 | 0,23 | 3,82 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|------|------|--------------|-------|------|------|
| | | pH | Media | D.E. | C.V | pH | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E09 | 2 | N/A | | | | 5,95 | | | |
| UTA-MQ-E10 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,89 | 6,07 | 0,25 | 4,19 |
| UTA-MQ-E10 | 2 | N/A | | | | 6,25 | | | |
| UTA-MQ-E11 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,96 | 5,95 | 0,02 | 0,36 |
| UTA-MQ-E11 | 2 | N/A | | | | 5,93 | | | |
| UTA-MQ-E12 | 1 | 6,13 | 5,99 | 0,21 | 3,43 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E12 | 2 | 5,84 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E13 | 1 | 6,20 | 6,11 | 0,13 | 2,08 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E13 | 2 | 6,02 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E14 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,85 | 5,84 | 0,01 | 0,12 |
| UTA-MQ-E14 | 2 | N/A | | | | 5,84 | | | |
| UTA-MQ-E15 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 6,86 | 6,97 | 0,16 | 2,23 |
| UTA-MQ-E15 | 2 | N/A | | | | 7,08 | | | |
| UTA-MQ-E16 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,84 | 5,79 | 0,06 | 1,10 |
| UTA-MQ-E16 | 2 | N/A | | | | 5,75 | | | |
| UTA-MQ-E17 | 1 | 6,32 | 6,33 | 0,02 | 0,33 | 7,14 | 7,07 | 0,11 | 1,50 |
| UTA-MQ-E17 | 2 | 6,35 | | | | 6,99 | | | |
| UTA-MQ-E18 | 1 | 6,52 | 6,58 | 0,08 | 1,29 | 6,03 | 6,03 | 0,00 | 0,00 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|------|------|--------------|-------|------|------|
| | | pH | Media | D.E. | C.V | pH | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E18 | 2 | 6,64 | | | | 6,03 | | | |
| UTA-MQ-E19 | 1 | 6,31 | 6,46 | 0,21 | 3,18 | 5,95 | 6,16 | 0,30 | 4,82 |
| UTA-MQ-E19 | 2 | 6,60 | | | | 6,37 | | | |
| UTA-MQ-E20 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,97 | 5,97 | 0,00 | 0,00 |
| UTA-MQ-E20 | 2 | N/A | | | | 5,97 | | | |
| UTA-MQ-E21 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,68 | 5,79 | 0,16 | 2,69 |
| UTA-MQ-E21 | 2 | N/A | | | | 5,90 | | | |
| UTA-MQ-E22 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 5,87 | 5,90 | 0,04 | 0,72 |
| UTA-MQ-E22 | 2 | N/A | | | | 5,93 | | | |
| UTA-MQ-E23 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 6,49 | 6,53 | 0,06 | 0,87 |
| UTA-MQ-E23 | 2 | N/A | | | | 6,57 | | | |
| UTA-MQ-E24 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 6,67 | 6,67 | 0,00 | 0,00 |
| UTA-MQ-E24 | 2 | N/A | | | | 6,67 | | | |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. pH=pH en la muestra. D.E.=desviación estándar. C.V.=coeficiente de variación. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

TABLA 22. ANOVA DE PH PARA CARNE DE RES

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R² | C.V. |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------------------|-------------|
| Modelo | 7,57 | 20,00 | 0,38 | 12,43 | 0,00 | 0,92 | 2,80 |
| Código | 7,57 | 20,00 | 0,38 | 12,43 | 0,00 | | |
| Error | 0,64 | 21,00 | 0,03 | | | | |
| Total | 8,21 | 41,00 | | | | | |

TABLA 23. ANOVA DE PH PARA CARNE DE CERDO

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R² | C.V. |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------------------|-------------|
| Modelo | 22,87 | 9 | 2,54 | 8,03 | 0,00 | 0,88 | 14,45 |
| Código | 22,87 | 9 | 2,54 | 8,03 | 0,00 | | |
| Error | 3,16 | 10 | 0,32 | | | | |
| Total | 26,03 | 19 | | | | | |

TABLA 24. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE a_w

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|--------|--------|--------------|-------|--------|--------|
| | | a_w | Media | D.E. | C.V | a_w | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E01 | 1 | 0,989 | | | | 0,992 | | | |
| UTA-MQ-E01 | 2 | 0,991 | 0,990 | 0,0014 | 0,1428 | 0,988 | 0,990 | 0,0028 | 0,2857 |
| UTA-MQ-E02 | 1 | 0,000 | | | | 0,987 | | | |
| UTA-MQ-E02 | 2 | 0,000 | N/A | N/A | N/A | 0,984 | 0,986 | 0,0021 | 0,2153 |
| UTA-MQ-E03 | 1 | 0,997 | | | | 0,989 | | | |
| UTA-MQ-E03 | 2 | 0,997 | 0,997 | 0,0000 | 0,0000 | 0,989 | 0,989 | 0,0000 | 0,0000 |
| UTA-MQ-E04 | 1 | 0,986 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E04 | 2 | 0,990 | 0,988 | 0,0028 | 0,2863 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E05 | 1 | 0,998 | | | | 0,987 | | | |
| UTA-MQ-E05 | 2 | 0,988 | 0,993 | 0,0071 | 0,7121 | 0,990 | 0,989 | 0,0021 | 0,2146 |
| UTA-MQ-E06 | 1 | N/A | | | | 0,981 | | | |
| UTA-MQ-E06 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,991 | 0,986 | 0,0071 | 0,7171 |
| UTA-MQ-E07 | 1 | N/A | | | | 0,993 | | | |
| UTA-MQ-E07 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,995 | 0,994 | 0,0014 | 0,1423 |
| UTA-MQ-E08 | 1 | 0,986 | | | | 0,988 | | | |
| UTA-MQ-E08 | 2 | 0,991 | 0,989 | 0,0035 | 0,3577 | 0,991 | 0,990 | 0,0021 | 0,2144 |
| UTA-MQ-E09 | 1 | N/A | | | | 0,997 | | | |
| | | | N/A | N/A | N/A | | 0,993 | 0,0057 | 0,5697 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|--------|--------|----------------|-------|--------|--------|
| | | a _w | Media | D.E. | C.V | a _w | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E09 | 2 | N/A | | | | 0,989 | | | |
| UTA-MQ-E10 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,990 | 0,992 | 0,0028 | 0,2851 |
| UTA-MQ-E10 | 2 | N/A | | | | 0,994 | | | |
| UTA-MQ-E11 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,991 | 0,990 | 0,0014 | 0,1428 |
| UTA-MQ-E11 | 2 | N/A | | | | 0,989 | | | |
| UTA-MQ-E12 | 1 | 0,989 | 0,991 | 0,0021 | 0,2142 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E12 | 2 | 0,992 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E13 | 1 | 1,001 | 0,996 | 0,0078 | 0,7813 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E13 | 2 | 0,990 | | | | N/A | | | |
| UTA-MQ-E14 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,995 | 0,994 | 0,0014 | 0,1423 |
| UTA-MQ-E14 | 2 | N/A | | | | 0,993 | | | |
| UTA-MQ-E15 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,991 | 0,993 | 0,0028 | 0,2848 |
| UTA-MQ-E15 | 2 | N/A | | | | 0,995 | | | |
| UTA-MQ-E16 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,996 | 0,992 | 0,0057 | 0,5702 |
| UTA-MQ-E16 | 2 | N/A | | | | 0,988 | | | |
| UTA-MQ-E17 | 1 | 0,989 | 0,994 | 0,0064 | 0,6406 | 0,995 | 0,994 | 0,0014 | 0,1423 |
| UTA-MQ-E17 | 2 | 0,998 | | | | 0,993 | | | |
| UTA-MQ-E18 | 1 | 0,991 | 0,992 | 0,0014 | 0,1426 | 0,991 | 0,991 | 0,0007 | 0,0714 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | CARNE DE RES | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-------|--------|--------|----------------|-------|--------|--------|
| | | a _w | Media | D.E. | C.V | a _w | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E18 | 2 | 0,993 | | | | 0,990 | | | |
| UTA-MQ-E19 | 1 | 0,988 | 0,986 | 0,0028 | 0,2869 | 0,993 | 0,994 | 0,0014 | 0,1423 |
| UTA-MQ-E19 | 2 | 0,984 | | | | 0,995 | | | |
| UTA-MQ-E20 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,992 | 0,990 | 0,0028 | 0,2857 |
| UTA-MQ-E20 | 2 | N/A | | | | 0,988 | | | |
| UTA-MQ-E21 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,996 | 0,995 | 0,0014 | 0,1421 |
| UTA-MQ-E21 | 2 | N/A | | | | 0,994 | | | |
| UTA-MQ-E22 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,992 | 0,991 | 0,0014 | 0,1427 |
| UTA-MQ-E22 | 2 | N/A | | | | 0,990 | | | |
| UTA-MQ-E23 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,990 | 0,993 | 0,0042 | 0,4273 |
| UTA-MQ-E23 | 2 | N/A | | | | 0,996 | | | |
| UTA-MQ-E24 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0,993 | 0,992 | 0,0014 | 0,1426 |
| UTA-MQ-E24 | 2 | N/A | | | | 0,991 | | | |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. a_w =actividad de agua en la muestra. D.E.=desviación estándar. C.V.=coeficiente de variación. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

TABLA 25. ANOVA DE a_w PARA CARNE DE RES

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R² | C.V. |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------------------|-------------|
| Modelo | 2,7 *10 ⁻⁴ | 20,00 | 1,4 *10 ⁻⁵ | 1,48 | 0,1894 | 0,59 | 0,31 |
| Código | 2,7 *10 ⁻⁴ | 20,00 | 1,4 *10 ⁻⁵ | 1,48 | 0,1894 | | |
| Error | 1,9 *10 ⁻⁴ | 21,00 | 9,2 *10 ⁻⁶ | | | | |
| Total | 4,7 *10 ⁻⁴ | 41,00 | | | | | |

TABLA 26. ANOVA DE a_w PARA CARNE DE CERDO

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R² | C.V. |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------------------|-------------|
| Modelo | 2,1 *10 ⁻⁴ | 9 | 2,4 *10 ⁻⁵ | 1,27 | 0,3558 | 0,53 | 0,44 |
| Código | 2,1 *10 ⁻⁴ | 9 | 2,4 *10 ⁻⁵ | 1,27 | 0,3558 | | |
| Error | 1,9 *10 ⁻⁴ | 10 | 1,9 *10 ⁻⁶ | | | | |
| Total | 4,0 *10 ⁻⁴ | 19 | | | | | |

TABLA 27. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTENIDO GRASO

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E01 | 1 | 1,0081 | 74,0042 | 74,3544 | 34,74 | 35,48 | 1,04 | 2,93 | 1,0548 | 75,1770 | 75,2599 | 7,86 | 7,39 | 0,66 | 8,99 |
| UTA-MQ-E01 | 2 | 1,0464 | 73,9493 | 74,3282 | 36,21 | | | | 2,0185 | 70,8912 | 71,0308 | 6,92 | | | |
| UTA-MQ-E02 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,0524 | 74,0013 | 74,1897 | 9,18 | 8,04 | 1,61 | 20 |
| UTA-MQ-E02 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,0173 | 75,0162 | 75,1555 | 6,91 | | | |
| UTA-MQ-E03 | 1 | 2,3265 | 71,4645 | 72,6910 | 52,72 | 52,47 | 0,36 | 0,69 | 3,3124 | 75,8096 | 77,5594 | 52,83 | 55,23 | 3,4 | 6,16 |
| UTA-MQ-E03 | 2 | 2,3175 | 75,0234 | 76,2334 | 52,21 | | | | 2,8853 | 73,9466 | 75,6098 | 57,64 | | | |
| UTA-MQ-E04 | 1 | 2,2154 | 74,9530 | 75,6910 | 33,31 | 34,67 | 1,93 | 5,57 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E04 | 2 | 2,2065 | 74,9382 | 75,7334 | 36,04 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E05 | 1 | 2,0700 | 72,3355 | 72,8547 | 25,08 | 24,07 | 1,44 | 5,96 | 2,1893 | 75,0194 | 75,0875 | 3,11 | 3,42 | 0,44 | 12,8 |
| UTA-MQ-E05 | 2 | 1,0037 | 75,8044 | 76,0358 | 23,05 | | | | 2,8031 | 73,9585 | 74,0630 | 3,73 | | | |
| UTA-MQ-E06 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,1196 | 72,3328 | 72,7867 | 21,41 | 21,61 | 0,28 | 1,28 |
| UTA-MQ-E06 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,4401 | 75,3023 | 75,8343 | 21,80 | | | |
| UTA-MQ-E07 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,2220 | 74,0020 | 74,1587 | 7,05 | 7,80 | 1,07 | 13,7 |
| UTA-MQ-E07 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,4663 | 75,0129 | 75,2240 | 8,56 | | | |
| UTA-MQ-E08 | 1 | 1,1347 | 75,0194 | 75,4284 | 36,04 | 35,72 | 0,45 | 1,27 | 2,2090 | 70,8960 | 71,0673 | 7,75 | 6,95 | 1,13 | 16,3 |
| UTA-MQ-E08 | 2 | 2,2069 | 73,9585 | 74,7398 | 35,40 | | | | 1,7946 | 74,0013 | 74,1116 | 6,15 | | | |
| UTA-MQ-E09 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,2859 | 75,0304 | 75,2050 | 5,31 | 6,12 | 1,14 | 18,6 |
| UTA-MQ-E09 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,2977 | 75,7983 | 76,0265 | 6,92 | | | |
| UTA-MQ-E10 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,8949 | 70,8952 | 71,0616 | 5,75 | 5,20 | 0,78 | 15,1 |
| UTA-MQ-E10 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,2989 | 73,9487 | 74,1018 | 4,64 | | | |
| UTA-MQ-E11 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,0877 | 72,3357 | 72,5520 | 7,01 | 7,13 | 0,18 | 2,48 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E11 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,2363 | 73,9917 | 74,2268 | 7,26 | | | |
| UTA-MQ-E12 | 1 | 2,0890 | 74,5005 | 75,0657 | 27,06 | 27,75 | 0,98 | 3,54 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E12 | 2 | 2,2645 | 74,1523 | 74,7965 | 28,45 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E13 | 1 | 2,6785 | 72,3328 | 73,1465 | 30,38 | 29,88 | 0,71 | 2,39 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| UTA-MQ-E13 | 2 | 3,0120 | 75,3023 | 76,1868 | 29,37 | | | | N/A | N/A | N/A | N/A | | | |
| UTA-MQ-E14 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,1317 | 73,9380 | 74,1907 | 8,07 | 8,19 | 0,17 | 2,07 |
| UTA-MQ-E14 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,0579 | 75,0107 | 75,2647 | 8,31 | | | |
| UTA-MQ-E15 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,1581 | 75,7990 | 76,0554 | 8,12 | 7,64 | 0,68 | 8,89 |
| UTA-MQ-E15 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,9215 | 72,3283 | 72,5376 | 7,16 | | | |
| UTA-MQ-E16 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,8543 | 70,8920 | 71,0610 | 5,92 | 7,06 | 1,61 | 22,8 |
| UTA-MQ-E16 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 1,0160 | 70,8971 | 70,9804 | 8,20 | | | |
| UTA-MQ-E17 | 1 | 2,9430 | 74,0020 | 74,8970 | 30,41 | 31,18 | 1,08 | 3,47 | 2,0652 | 75,7937 | 76,1907 | 19,22 | 19,95 | 1,03 | 5,14 |
| UTA-MQ-E17 | 2 | 3,0123 | 75,0129 | 75,9749 | 31,94 | | | | 2,0610 | 72,3386 | 72,7647 | 20,67 | | | |
| UTA-MQ-E18 | 1 | 3,3242 | 75,1770 | 76,4356 | 37,86 | 38,7 | 1,19 | 3,07 | 2,0099 | 73,9452 | 74,0554 | 5,48 | 5,33 | 0,22 | 4,12 |
| UTA-MQ-E18 | 2 | 2,3768 | 70,8912 | 71,8309 | 39,54 | | | | 3,4496 | 72,3363 | 72,5146 | 5,17 | | | |
| UTA-MQ-E19 | 1 | 2,7531 | 74,0013 | 75,1296 | 40,98 | 40,95 | 0,04 | 0,1 | 2,4490 | 70,8962 | 71,4921 | 24,33 | 24,52 | 0,26 | 1,07 |
| UTA-MQ-E19 | 2 | 3,7865 | 75,0162 | 76,5656 | 40,92 | | | | 2,0306 | 74,0026 | 74,5041 | 24,70 | | | |
| UTA-MQ-E20 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,0140 | 72,3160 | 72,5394 | 7,41 | 6,79 | 0,87 | 12,8 |
| UTA-MQ-E20 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,5240 | 70,8934 | 71,1112 | 6,18 | | | |
| UTA-MQ-E21 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,7850 | 70,9000 | 71,3065 | 14,60 | 14,26 | 0,49 | 3,42 |
| UTA-MQ-E21 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,3145 | 71,4650 | 71,7870 | 13,91 | | | |
| UTA-MQ-E22 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2,4444 | 74,5105 | 74,8650 | 14,50 | 15,93 | 2,02 | 12,7 |

| Código de la muestra ¹ | Réplica | CARNE DE CERDO | | | | | | | CARNE DE RES | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|-----|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|
| | | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V | <i>m</i> | <i>m</i> ₁ | <i>m</i> ₂ | G (%) | Media | D.E. | C.V |
| UTA-MQ-E22 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,5678 | 75,0222 | 75,4676 | 17,35 | | | |
| UTA-MQ-E23 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,1410 | 71,4644 | 72,1300 | 21,19 | 21,99 | 1,13 | 5,14 |
| UTA-MQ-E23 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 3,1020 | 71,4532 | 72,1600 | 22,79 | | | |
| UTA-MQ-E24 | 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3,1600 | 75,0210 | 75,3452 | 10,26 | 8,64 | 2,28 | 26,4 |
| UTA-MQ-E24 | 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | | | | 2,2432 | 70,0800 | 70,2376 | 7,03 | | | |

¹De acuerdo al asignado en la Tabla 3. G=contenido graso en la muestra, expresada en %; *m* =masa de la muestra seca, en g; *m*₁=masa del vaso vacío, en g; *m*₂ =masa del vaso vacío con el contenido graso extraído de la muestra, en g. D.E.=desviación estándar. C.V.=coeficiente de variación. N/A= no se realizó toma de muestra, debido a que en el lugar no se expende este tipo de carne.

TABLA 28. ANOVA DE CONTENIDO GRASO PARA CARNE DE RES

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R ² | C.V. |
|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|---------|----------------|-------|
| Modelo | 5373,12 | 20,00 | 268,66 | 161,07 | <0,0001 | 0,99 | 10,08 |
| Código | 5373,12 | 20,00 | 268,66 | 161,07 | <0,0001 | | |
| Error | 35,03 | 21,00 | 1,67 | | | | |
| Total | 5408,14 | 41,00 | | | | | |

TABLA 29. ANOVA DE CONTENIDO GRASO PARA CARNE DE CERDO

| Factor de Varianza | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | F | P | R² | C.V. |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------------------|-------------|
| Modelo | 1135,71 | 9 | 126,19 | 112,05 | <0,0001 | 0,99 | 3,02 |
| Código | 1135,71 | 9 | 126,19 | 112,05 | <0,0001 | | |
| Error | 11,26 | 10 | 1,12 | | | | |
| Total | 1146,97 | 19 | | | | | |