



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



CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Tema: Determinación del perfil lipídico en carne de cuy mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua

Trabajo de Titulación, modalidad metodología de investigación (Revisión Bibliográfica), previo a la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Aguilar Villalva Kevin David

Tutor: Mg. Lander Vinicio Pérez Aldás

Ambato - Ecuador

Septiembre-2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Lander Vinicio Pérez Aldás

CERTIFICA:

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

Ambato, 29 Julio 2021

Mg.Lander Vinicio Pérez Aldas

CI: 1802706596

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Kevin David Aguilar Villalva, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Aguilar Villalva Kevin David

C.I. 1804223889

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

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

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

M.Sc. Jeanette Verónica Carrera Cevallos
C.I. 1716192271

Ing. Daniel Alfonso Cabrera Valle
C.I. 1802561595

Ambato, 23 de Agosto del 2021

DERECHOS DE AUTOR

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

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



Aguilar Villalva Kevin David

C.I. 1804223889

AUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Marianela y Walter que han sido mi energía y motor, por todo su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria, que me enseñaron a no rendirme ante los obstáculos que se me presentaron en el camino y que han sido la base fundamental en mi formación.

A mi familia, en especial a mi abuelita Mariana Revelo y mi primo Christian Villalva, hermanos, sobrino, tíos y primos, que me brindaron su apoyo tanto en lo académico y en muchos más aspectos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero y profundo agradecimiento a Dios y a todas las personas que estuvieron pendiente de mí en el camino para lograr con mi objetivo.

Agradezco a mis padres, hermanos, sobrino, tíos, abuelitos y primos por siempre ofrecerme su apoyo incondicional en todos los momentos, gracias a ellos he llegado a culminar mi carrera universitaria. Les agradezco por sus consejos, aliento y la confianza depositada en mi persona.

Agradezco a mis amigos con los que compartí momentos felices y tristes durante la vida universitaria, con los cuales he aprendido muchas cosas dentro de las aulas, laboratorios y demás actividades estudiantiles.

Agradezco a mi tutor de tesis, Químico Lander Pérez, por la ayuda brindada para realizar mi trabajo de titulación y a todas las personas que me han apoyado en la carrera, gracias por su apoyo incondicional y sus ánimos para no rendirme y seguir adelante

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	10

CONTENIDO

1. Antecedentes investigativos	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. METODOLOGÍA.....	5
3.1 Diseño de investigación.....	5
3.2 Exploratorio.....	5
3.3 Descriptiva.	6
3.4 No Experimental.....	6
3.5 Métodos de investigación	6
3.5.1 Analítico-Sintético.....	7
3.5.2 Inductivo-Deductivo.....	7
3.6 Modalidad de investigación.....	8
3.6.1 Bibliográfica-Documental	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 Revisión bibliográfica	9

4.2 Perfil Lipídico en diferentes matrices alimentarias	13
4.3 Procedimientos de toma de muestras de derivados cárnicos.....	17
4.4 Metodología para la extracción de grasa de carne y derivados cárnicos	18
4.5 Preparación de Ésteres Metílicos de Ácidos Grasos.....	19
4.6. Ensayos de cromatografía de gases acoplado a masas	20
4.7 Determinación de la calidad nutricional de derivados cárnicos	20
5. CONCLUSIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA	24

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los ácidos grasos	12
Tabla 2. Criterios de calidad en la validación de métodos de ensayo	14

Índice de figuras

Figura 1. Estado de nutrición por grupo de edades	11
--	----

RESUMEN

Conocer el contenido de ácidos grasos en los distintos alimentos de consumo masivo en la población es de vital importancia, de esta manera se busca alternativas de alimentos que contribuyan con un alto valor nutritivo y dejar de lado alimentos procesados que desencadenan enfermedades graves. El cuy (*Cavia porcellus*) es un pequeño mamífero roedor originario de los Andes Suramericano y está constituido de la carcaza que representa el 65 por ciento del peso vivo del cuy, el 14 -18 por ciento vísceras abdominales, y en menor proporción el pelo y sangre. Por lo tanto, la carne de cuy tiene alto valor proteico y bajo, colesterol y sodio, de tal manera se pretende determinar el contenido y composición de ácidos grasos. Se utilizó los métodos; sintético e inductivo – deductivo para analizar bibliográficamente los ácidos grasos saturados e insaturados, y mediante el método analítico los parámetros fisicoquímicos y perfil lipídico de la carne de cuy como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores. Siendo, la técnica cromatográfica acoplada a espectrometría de masas para el análisis de metilesteres de ácidos grasos la más eficiente, señalando que la carne de cuy es alta en valor proteico, bajo en grasa y que presenta diferentes cualidades nutricionales y beneficios en la salud.

Palabras claves: carne de cuy, perfil lipídico, grasas saturadas, grasas insaturadas, nutrición.

ABSTRACT

Knowing the content of fatty acids in the different foods of mass consumption in the population is of vital importance, in this way we look for alternatives of foods that contribute with a high nutritional value and leave out processed foods that trigger serious diseases. The guinea pig (*Cavia porcellus*) is a small rodent mammal native to the South American Andes and is made up of the carcass that represents 65 percent of the live weight of the guinea pig, 14 -18 percent abdominal viscera, and to a lesser extent hair and blood. Therefore, guinea pig meat has high protein value and low, cholesterol and sodium, in such a way it is intended to determine the content and composition of fatty acids. The methods were used; synthetic and inductive - deductive to analyze bibliographically the saturated and unsaturated fatty acids, and through the analytical method the physicochemical parameters and lipid profile of guinea pig meat as complementary information and its effects on the health of consumers. Being the most efficient chromatographic technique coupled with mass spectrometry for the analysis of fatty acid methyl esters, pointing out that guinea pig meat is high in protein value, low in fat and that it presents different nutritional qualities and health benefits.

Keywords: guinea pig meat, lipid profile, saturated fat, unsaturated fat, nutrition

CAPÍTULO I

1. Antecedentes investigativos

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

El cuy (*Cavia porcellus*) es un pequeño mamífero roedor originario de los Andes Suramericanos y utilizado como alimento principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia (Rosenfeld, 2008). En Colombia, la producción nacional del cuy, al cierre del 2013, fue de 2,5 millones de animales, de los cuales cerca del 86% están en Nariño. Los cuyes llegan a sus características óptimas entre las 8 y 13 semanas de vida donde alcanzan un peso entre 1300 y 47 1500 g (Caycedo, 2004). En promedio, el 65% del peso vivo del cuy lo constituye su carcaza (parte comercial que incluye piel, músculos, cabeza, patas y huesos), el resto lo constituyen las vísceras (20- 24%), siendo entre el 14 -18% vísceras abdominales, y en menor proporción el pelo y la sangre (Chauca, 2007). La composición de las vísceras abdominales del cuy es alta si se compara con otros animales como la merluza, donde estas constituyen entre el 5-8%, en vacuno macho 5,74%, en vacuno hembras 9,55%, en vacuno joven 53 6,60% y en porcinos adultos 7,98% (Bernal 2010), lo que hace que el rendimiento comestible del cuy sea bajo y se generen pérdidas ya que las vísceras son desechadas sin ningún tipo de aprovechamiento.

Las principales materias primas utilizadas en la producción de alimentos balanceados para animales provienen del sector primario (maíz, sorgo, soya, yuca y aceite crudo de palma), y del sector secundario (harina de carne, harina de pescado, salvado, tortas de ajonjolí, afrecho de cereales, entre otros), además el 90% de las materias primas son importadas y solo el 10 % corresponden a la producción nacional (Delegatura de Protección de la Competencia, 2011). La escasa disponibilidad de estas fuentes convencionales y sus elevados precios constituyen un obstáculo en las actividades pecuarias, sumado a esto la competencia existente entre la población humana y los

animales por los mismos alimentos. Una de las alternativas sostenibles para suplir esta necesidad se basa en el uso de materiales de desecho y desperdicios del consumo humano o animal, lo que permite el aprovechamiento y reciclaje de residuos orgánicos y subproductos agropecuarios, industriales y de la pesca aportando adicionalmente soluciones al problema de la contaminación ambiental (Gonzalvo et al. 2001).

En ese sentido, por ejemplo, se ha demostrado que los concentrados elaborados con desechos de mataderos de pescado, pueden reemplazar fuentes convencionales de proteína para cerdos, patos, ovejas, vacas, entre otros (Pérez, 1995). Se han realizado numerosas investigaciones del uso de vísceras provenientes principalmente de pollos y peces en la elaboración de concentrado animal y se han reportado buenos resultados en la sustitución de concentrados convencionales en peces (Tabinda et al. 2015), pollos de engorde (Betancourt et al. 2005) y perros (Murray et al. 1998), sin embargo no se encontraron estudios sobre el aprovechamiento de las vísceras del cuy. Por lo tanto, se hace necesario evaluar el valor nutritivo de materias primas de bajo coste disponibles a nivel local y que no compitan con la alimentación del hombre. Por estas razones el presente estudio pone a prueba experimentalmente la hipótesis de que, por su contenido nutricional, las vísceras abdominales de cuy son una materia prima promisoría para la elaboración de alimento animal. En ese sentido se propusieron los objetivos de analizar el contenido nutricional de las vísceras de cuy y de su harina con el fin de evaluar su posible uso en alimentación animal, por medio de comparativas frente a otros tipos de materias primas utilizadas y normatividad nacional (NTC 685).

La carne de cuy es magra, tiene un contenido bajo de grasa, alto en proteína y bajo en colesterol y sodio, que la hacen ideal para incluirla en una alimentación apta para todos los grupos poblacionales, desde niños hasta ancianos, y en diversas situaciones fisiológicas, como, por ejemplo, el embarazo o la etapa de lactancia (Santos, 2007).

Esta carne es consumida principalmente como plato típico asado o en locro (guisada) en países como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, ya que es muy sabrosa, suave, con alta calidad nutritiva y de fácil digestión (Chávez, 2013), y ofrece grandes beneficios para la salud humana, ya que es fuente de proteína, hierro y vitamina B12; por esta razón la posicionan como un excelente alimento dietético (Argote, 2012).

La carne de cuy tiene un contenido de grasa inferior al 15% y de proteína superior a 14% (INEN, 2013). Los ácidos grasos en la carne pueden ser clasificados en saturados e insaturados, y estos últimos divididos en monoinsaturados y poliinsaturados, los cuales se subdividen en Omega 6 ($\omega 6$) y Omega 3 ($\omega 3$), y son considerados esenciales debido a la incapacidad del organismo humano de sintetizarlos, motivo por el cual deben ser incorporados en la dieta (Castañeda, 2010). Se considera, mediante referencias de estudios, que la carne es un producto que contiene 1 g de AGT/100 g (Valenzuela, 2008). Al analizar los efectos del consumo de ácidos grasos trans (AGT) en la salud humana, se considera que son adversos, e incluso que causan mayor daño que el producido por las grasas saturadas; este efecto se ha visto reflejado principalmente en alteraciones del perfil lipídico, del sistema cardiovascular, relacionados con la diabetes mellitus, ciertos tipos del cáncer y la obesidad (Ballesteros, 2012).

Para conocer el tipo de ácidos grasos que posee los diferentes productos alimenticios, es necesario tomar en cuenta diferentes factores como el tipo de producto, materia prima y el tipo de proceso que se lleva a cabo, ya que cada producto puede estar conformado por ácidos grasos saturados, insaturados, trans y esenciales (Guzmán, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el perfil lipídico en carne de cuy estableciendo la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados como aporte nutricional en la provincia de Tungurahua.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer cuáles son los procedimientos metodológicos e investigativos más importantes a nivel mundial en la determinación de ácidos grasos en matrices cárnicas a través de revisiones bibliográficas.
- Identificar por medio del análisis de investigaciones desarrolladas en el campo de la industria alimenticia el porcentaje de ácidos grasos contenido en la carne de cuy y su aporte al valor nutricional del producto a través de revisión bibliográfica.
- Analizar la correlación que existe entre parámetros fisicoquímicos de la carne de cuy como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores a través de revisión bibliográfica.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se exponen los criterios metodológicos científicos empleados en la consecución de la investigación, para lo cual se consideró la descripción de los aspectos tales como el enfoque del estudio, su diseño, modalidad, alcance. Así mismo, se indican los elementos operativos como las técnicas e instrumentos de recolección de información utilizada.

3.1 Diseño de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados, en la investigación se aplicó un enfoque cualitativo. Debido a que una investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas, de ahí que se utilizó este enfoque en función de la recolección de los datos necesarios que describan diferentes aspectos relacionados con el nivel de solución de la problemática (Andrade, Cabezas, & Torres, 2018).

3.2 Exploratorio

A partir de una investigación exploratoria se facilitará con mayor acierto y comprensión del problema que se trata de elucidar al determinar la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados como aporte nutricional en la provincia de Tungurahua, consiguiendo de esta manera datos bibliográficos donde indiquen sus beneficios en el aporte nutricional y el impacto que podría ocasionar en la sociedad su utilización sustentado bibliográficamente (Fachelli & López, 2015).

3.3 Descriptiva.

Se realizará una investigación descriptiva relacionando el tema de estudio identificando las características o situaciones de los posibles problemas que existan en su determinación. En el mismo sentido, una las funciones principales de esta investigación será la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de investigación y su descripción detallada de cuantificación, tipos de especies además del grado de importancia del objeto de estudio (J. Gonzales & Ruiz, 2011).

Además, a partir de los estudios descriptivos se buscará especificar las propiedades, las características y la identificación por medio del análisis de investigaciones desarrolladas en el campo de la industria alimenticia de la determinación del porcentaje de ácidos grasos contenido en la carne de cuy y su aportar al valor nutricional (Guanipa, 2011).

3.4 No Experimental.

En este caso se utiliza una investigación no experimental transaccional, a partir de una recopilación de datos o información bibliográfica incluyendo los documentos bibliográficos de mayor importancia en el estudio, lo cual no se aplica en análisis de tendencias, ni seguimiento de investigación, sino que se analiza el problema existente en un momento actual y cuáles han sido las soluciones inmediata aplicadas (Ibañez, Osses, & Sánchez, 2006).

3.5 Métodos de investigación

En estudio bibliográfico se utilizará un estudio científico con el fin de abordar la realidad, estudiar la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el propósito de descubrir la esencia y la relación que puede existir al correlacionar los parámetros fisicoquímicos de la carne de cuy como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores. Por lo que en este proyecto se utilizaron los métodos; sintético e inductivo

– deductivo para conocer los ácidos grasos saturados e insaturados como aporte nutricional en la provincia de Tungurahua.

3.5.1 Analítico-Sintético.

El método analítico permite la división mental del fenómeno en sus múltiples relaciones y componentes para facilitar su estudio, así mismo, establece mentalmente la unión entre las partes previamente analizadas, posibilita descubrir sus características generales y las relaciones esenciales entre ellas, complementado ambos métodos (Andrade et al., 2018).

Además, con este método se analizó la problemática que se presentó en el campo de estudio, lo cual permitió identificar los parámetros fisicoquímicos y perfil lipídico de la carne de cuy como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores.

3.5.2 Inductivo-Deductivo.

A partir del método deductivo se analizará lo complejo, abstracto y general para llegar al punto que lo vuelve simple, concreto y particular, es decir, hace referencia a verdades con fundamentación aceptada para definirla en aspectos particulares, para que del conocimiento general se pasan a las particularidades que permiten determinar el perfil lipídico en la carne de cuy (Fachelli & López, 2015). Mientras que el método inductivo se utilizará para determinar las premisas con carácter general identificando los supuestos, definiciones y conceptos hipotéticos que derivará en una ley general donde se pongan de manifiesto la definición del comportamiento coincidente entre los aspectos señalados; es decir, parte de lo particular para señalar lo general (J. Gonzales & Ruiz, 2011).

Por lo tanto, la inducción y la deducción al complementarse permitieron confirmar teorías, y a su vez, estas se derivaron en conclusiones particulares que fueron verificadas en la bibliografía y específicamente al momento donde es necesario establecer argumentaciones sobre los procedimientos metodológicos e investigativos más importantes a nivel mundial en la determinación de ácidos grasos en matrices cárnicas.

3.6 Modalidad de investigación

3.6.1 Bibliográfica-Documental

A partir de una investigación documental se concretó exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes bibliográficas. Indagando el tema de investigación en documentos escritos u orales, uno de los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia (Guanipa, 2011).

En la actual investigación emplea esta modalidad porque se acudió a fuentes bibliográficas con información secundaria obtenida en libros, revistas especializadas, artículos científicos, publicaciones, módulos e internet, para poder construir el Marco Teórico acerca de la determinación del perfil lipídico en carne de cuy estableciendo la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados como aporte nutricional en la provincia de Tungurahua.

Siendo los principales temas de abordaje para la investigación el establecer cuáles son los procedimientos metodológicos e investigativos más importantes a nivel mundial en la determinación de ácidos grasos en matrices cárnicas.

Así mismo, el de identificar por medio del análisis de investigaciones desarrolladas en el campo de la industria alimenticia el porcentaje de ácidos grasos contenido en la carne de cuy y su aporte al valor nutricional.

La indagación científica de los procesos de obtención es fundamental, debido a que se considera como la materia prima es analizada y cuáles son las posibles correlaciones que existe entre parámetros fisicoquímicos de la carne de cuy como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores. Además, del estudio cualitativo es importante el cuantitativo en donde se verifica las cantidades que se pueden obtener a partir de un proceso e identificación y si el proceso es viable y sostenible. Razón por la cual se consideran los siguientes temas de estudio bibliográfico:

- Propiedades de los ácidos grasos en matrices cárnicas como la carne de cuy, conejo, res, cerdo, embutidos y otras de interés nutricional.
- Mecanismos de identificación por medio del análisis de investigaciones desarrolladas en el campo de la industria alimenticia del porcentaje de ácidos grasos contenido en la carne de cuy y su aporte al valor nutricional.
- Análisis de la correlación que existe entre parámetros fisicoquímicos de la carne de cuy y de ácidos grasos como información complementaria y sus efectos en la salud de los consumidores.
- Metodología de identificación cualitativa y cuantitativa utilizada en la obtención del perfil lipídico en carne de cuy, además de los principales ácidos grasos saturados e insaturados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Revisión bibliográfica

A través de un estudio bibliográfico se estableció la problemática actual, nacional y mundial sobre los principales problemas debidas a la calidad nutricional de la población, en donde a pesar del crecimiento sostenido observado en la mayoría de las economías latinoamericanas, la región exhibe un perfil nutricional en el que coexisten problemas de déficit y de exceso, con comportamientos y tendencias diferentes según el caso.

Una de las principales preocupaciones encontradas son desnutrición aguda, que afecta a los niños con un peso inferior al esperado para su edad, y que puede manifestarse como un cuadro leve o bajo formas graves de adelgazamiento como las que muestran las estadísticas actuales (Juárez et al., 2010).

En América la mal nutrición aguda presenta prevalencias que se encuentran entre 1% y 4%, y la mayoría de casos se concentra en determinados estratos que aún persisten en países como Guatemala y Haití, y la magnitud de esta situación no constituye un problema de salud pública pero, dada su gravedad, requiere de medidas enérgicas y concretas orientadas a la prevención, así como a la detección temprana y al adecuado manejo de los casos identificados (Fonseca, Patiño, & Herrán, 2013).

Otra problemática identificada es la desnutrición crónica, expresada en una talla inferior a la esperada para la edad y que refleja una situación de múltiples carencias, no solo las que son objeto de estudio como son las alimentarias por periodos prolongados de tiempo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2005 más de 9 millones de niños menores de 5 años de edad en América Latina (AL) padecían desnutrición crónica o déficit de talla para la edad (Bacallao, Peña, & Díaz, 2012). Estudios bibliográficos basadas en algunas estimaciones señalaban, también, que el 90% de los desnutridos crónicos de todo el mundo se concentraban en 36 países, sin embargo, En los últimos años, sin embargo, muchos países de la región han experimentado un significativo descenso de las tasas observadas. Un ejemplo de ellos es el Perú, donde la prevalencia de desnutrición crónica pasó de 28,5% en 2007 a 17,5% en 2013 (Pajuelo & Ramírez, 2013).

En este mismo sentido, otra preocupación es la anemia por deficiencia de hierro, que constituye el principal problema nutricional tanto en países en desarrollo como en países industrializados. Según estimaciones de la OMS, el número de personas con anemia en todo el mundo alcanza la escalofriante cifra de 1600 millones, es decir, cerca del 25% de la población del planeta (Gonzales, 2012).

De acuerdo con la misma fuente, los grupos poblacionales más afectados son los preescolares, entre los cuales la anemia por déficit de hierro alcanza la prevalencia de 47,4% (293 millones de niños), y las gestantes, en las que es de 41,8% (alrededor de 56 millones). Por otro lado, además de la magnitud del problema en materia poblacional, es importante destacar que la deficiencia de hierro afecta de manera directa el crecimiento físico, el neurodesarrollo y la capacidad de trabajo, así como el desarrollo económico y social de un país (Chuquimarca et al., 2017).

Para finalizar el estado de nutrición es la resultante de complejas interacciones que suceden en diferentes niveles: país, región, hogar, individuo, en países coexisten tanto el déficit como el exceso de peso para la talla. Sin embargo, mientras la condición de déficit en términos poblacionales bordea límites mínimos, y se ha concentrado en grupos sociales específicos debido ya sea a población en situación de desplazamiento, como a la afectada por fenómenos naturales o en pobreza extrema, el exceso de peso se ha generalizado aumentando de manera constante en los últimos veinte años (Fonseca et al., 2013).

TABLA 1
Estado de nutrición por grupos edad

Grupo de edad	Total [n]	Estado de Nutrición*		
		Normal	Déficit	Exceso
Total	1488	888 (59,7)	26 (1,7)	574 (38,6)
Menor de un año	24	23 (95,8) †	0	1 (4,2)
1 a 4 años	95	86 (90,5)	1 (1,1)	8 (8,4)
5 a 17 años	373	328 (87,9)	11 (3,0)	34 (9,1)
18 a 29 años	272	176 (64,7)	6 (2,2)	90 (33,1)
30 a 59 años	550	227 (41,3)	3 (0,5)	20 (58,2)
60 y más	174	48 (27,6)	(2,9)	121 (69,5)
Ji2 para tendencia			0,238	<0,0001

* Peso para la talla, según los parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y con base en ANTHRO® y ANTRO PLUS®. †: Frecuencia y (porcentaje).

Figura 1. Estado de nutrición por grupo de edades

Uno de los aspectos más relevantes de las investigaciones se relaciona a la calidad nutricional de diferentes tipos de alimentos y a crear hábitos de alimentación saludable, permitiendo mejorar la calidad de vida acorde a la situación de salud de la población ecuatoriana y a sus principales causas de morbilidad, como son las enfermedades cardiovasculares, hipertensión, cáncer, obesidad, diabetes, anemia y osteoporosis que ya se han indicado anteriormente (Nuñez, Zambrano, Alarcón, Monar, & Cisneros, 2017). Entre los factores que influyen en estas enfermedades, se encuentran el tipo y cantidad de lípidos ingeridos en la dieta, los cuales pueden relacionarse con una mayor probabilidad de padecer de estas enfermedades. Algunos estudios realizados sugieren que ingestas elevadas en ácidos grasos saturados y colesterol están asociadas a un mayor riesgo de cáncer de colon, próstata y mama, y enfermedades coronarias (Torrejón & Uauy, 2011). En términos de nutrición, existen dos tipos de ácidos grasos importantes que son altamente insaturados, los denominados omega-6 y omega-3. Estudios clínicos y pre-clínicos indican que el consumo en la dieta de estos ácidos grasos, es beneficioso para la salud humana, específicamente el del ácido alfa-linolénico (ALA) y sus metabolitos de cadena larga, ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), todos pertenecientes a la serie de ácidos grasos de cadena larga omega-3 (Balaciano, 2016). Otros estudios realizados también sugieren que el alto consumo de ALA, EPA y DHA se asocia a una reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer; ejercen un efecto estimulador sobre los procesos de formación y reabsorción ósea; actúan como efecto protector en la piel de la irradiación ultravioleta y contribuyen a mantener sus

funciones inmunológicas; son fundamentales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual en los humanos, entre otros beneficios para la salud (Valenzuela et al., 2014).

En Ecuador la obesidad infantil y las enfermedades cardiovasculares que se han estimado como la principal causa de muerte en el país. El perfil lipídico y la relación de ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados (AGI) de los derivados cárnicos producidas en la provincia de Tungurahua denotan resultados de ácidos grasos con mayor porcentaje al ácido palmítico, ácido esteárico, ácido elaídico y ácido linolelaídico determinados mediante cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas (Pincay & Albán, 2019)

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los ácidos grasos

Usos	Propiedades
Comportamiento anfipático:	La cadena alifática del ácido graso tiene características hidrofóbicas (insoluble en agua), mientras que el extremo donde está el grupo carboxilo tiene características hidrofílicas (soluble en agua). Dispersándose en el agua y formando micelas (partícula compuesta exteriormente por sustancias solubles en agua formando una estructura esférica que transporta sustancias hidrófobas en su interior como medio de transporte celular)
Punto de fusión	Es dependiente de la longitud de la cadena alifática y número de insaturaciones (dobles enlaces)
Esterificación:	Los ácidos grasos al reaccionar con alcoholes, reacción de adición sobre el grupo carboxilo producen ésteres. RCOOR' .
Saponificación:	Por hidrólisis alcalina, forma sales orgánicas solubles (jabones). RCOOM .
Auto-oxidación:	Los ácidos grasos insaturados debido a la influencia de los dobles enlaces sobre los enlaces contiguos pueden adicionar oxígeno, causando deterioro organoléptico y nutricional de los comestibles de donde provienen.

Fuente: Sobre información basada en (Carranza, 2015)

El objetivo general de este estudio es investigar la presencia de los diferentes ácidos grasos y la promoción de hábitos y prácticas saludables, y el rol de la investigación en la instalación de nuevos patrones de alimentación y consumo, como lo es el conocimiento de las propiedades de la carne de cuy y sus ventajas, debido a que no es fácil optar por una alimentación saludable al estar sometidos a un bombardeo publicitario sobre alimentos ultraprocesados y gaseosas, más conocidos como “comida chatarra”, y de esta manera evitar que las personas se expongan a aquellos factores de riesgo asociados a diversas enfermedades, o en la detección temprana de patologías crónicas, con el fin de evitar su agravamiento o la aparición de complicaciones (Díaz, 2015).

4.2 Perfil Lipídico en diferentes matrices alimentarias

Conocer el contenido de ácidos grasos de los alimentos es de gran importancia para mantener una buena salud. En la zona de planificación 3 que corresponde a las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo y Pastaza, existen investigaciones de la determinación del perfil de ácidos grasos en los distintos alimentos de consumo masivo, cuyos resultados tuvieron un gran impacto en el desarrollo de alimentos funcionales como por ejemplo lácteos con alto contenido de ácido linoleico, que disminuyen los riesgos de enfermedades cardiovasculares (Rivera, 2014), además de mejorar los alimentos producidos en esta zona. Para ejecutar esta se propuso primero desarrollar el método de ensayo para la determinación de ácidos grasos por métodos instrumentales avanzados en distintas matrices y sus criterios de validación (Rodríguez, 2019). En la tabla 2 se presentan los criterios de calidad establecidos para asegurar la fiabilidad de los resultados en los diferentes tipos de métodos utilizados en la determinación de ácidos grasos presentes en diferentes tipos de matrices alimentarias. La estandarización conlleva un procedimiento estadístico que consiste en verificar y documentar, que exista un alto grado de seguridad, en la obtención de resultados que deberían ser precisos y exactos dentro de las especificaciones y los atributos de calidad previamente establecidos (Albarracín, 2013). Se realizaron varios análisis en diferentes matrices en productos tanto manufacturados, naturales, principalmente alimentos. En todos ellos se requiere una confianza en los resultados obtenidos, por lo tanto la estandarización o verificación de metodologías analíticas permite conseguir calidad.

Tabla 2. Criterios de calidad en la validación de métodos de ensayo

Parámetro	Concepto	Importancia
Límite de Detección	Se define como la concentración mínima de un analito que se puede detectar, siendo sensible a diferentes cambios como la temperatura, pureza de reactivos o que el equipo no esté bien calibrado.(Bohle et al., 2006).	Permite utilizar diferentes métodos para su detección ya sea con muestras del blanco o la relación entre el porcentaje de ácidos grasos encontrados en la extracción.
Límite de Cuantificación	Es un parámetro de ensayos cuantitativos de niveles bajos de compuestos en muestras, ya sean estas impurezas o apartado de desintegración en producto terminado.(Alshawish, Awad, & Najah, 2019).	La concentración de analito puede determinarse con mayor precisión y exactitud aceptable, bajo condiciones empíricas establecidas, para la determinación de compuestos lipídicos.
Exactitud	La exactitud es la aproximación de los diferentes resultados obtenidos en el experimento realizado, es decir la denotación del valor verdadero obtenido.(Clark et al., 2001).	El porcentaje de recuperación de las porciones o cantidades conocidas adicionadas al analito, es decir que cantidad de ácidos grasos se logró recuperar luego de la extracción.
Precisión	Se define como la magnitud de similitud entre los resultados obtenidos de forma repetitiva en una misma muestra, el cual si se efectúan en las mismas condiciones se le llama repetibilidad y si son distintas las condiciones se la conoce como reproducibilidad, el cual la precisión es una medida dispersa de valores y está expresada por la desviación estándar o de varianza, siendo asociada con el valor del resultado obtenido(Chaug & Yeng, 2000).	En investigaciones relacionadas a la determinación de compuestos lipídicos es necesario realizar ensayos por triplicado, con la finalidad de obtener resultados confiables que favorezcan a la reproducibilidad y repetibilidad, arrojando así resultados precisos(Kundu, Mawkhlieng, Nandi, & Ukil, 2016).
Robustez	Se conoce como robustez a la repercusión que tiene el método analítico de no ser perjudicado por deliberados cambios por más menor que estos sean internamente dentro de las condiciones experimentales. La robustez es un método que ayuda a determinar los cambios internamente de los resultados obtenidos por el intercambio de las condiciones empíricas, están expresadas como ángulo en serie absoluta o ángulo en serie relativa(Pérez, 2018).	La robustez en la determinación de compuestos lipídicos es una forma de recuperar la precisión y exactitud, debido a que permite establecer márgenes que pueden cambiar los factores experimentales críticos.(Khan, 2020).

Especificidad	Es la capacidad para realizar mediciones exactas y específicas el cual el analito no debe presentar ninguna interferencia, ni impurezas, ni productos que produzcan la degradación o excipientes que estén presentes, está expresada como grado de inexactitud del método. Este método permite la cuantificación de los diferentes analitos que estén presentes en la formulación y también está presente en estudios de estabilidad(Falcao, Morais, & Vila, 2012).	La especificidad para la determinación de compuestos implica un parámetro importante ya que permite la cuantificación de los diferentes analitos presentes en la extracción, es decir se podrá determinar qué cantidad de ácidos grasos que están presentes en la muestra, mostrando también si existen interferencias en la extracción.(J. Gonzales & Ruiz, 2011).
Ensayo de degradación	Los estudios de degradación en condiciones forzadas se lo realizan con la finalidad de poder obtener datos del producto, como sus mecanismos de descomposición de igual manera es efectivo para determinar las aptitudes de las metodologías presentadas(Bohle et al., 2006). La naturaleza va estar relacionada directamente del tipo de sustancias al igual que el producto como tal.	Estos ensayos no necesitan ser realizado en más de un lote, de hecho, se lo realiza en un único lote en el cual se le realiza ensayos de temperatura que son superiores a los normales, por ejemplo, se incrementa de 10 °C, 50, 60 etc(Nallamuthu & Viswanathan, 2012). También se realiza y revisa el efecto en humedad por ejemplo 75% o mayor, la oxidación, fotólisis y la sensibilidad a hidrólisis a diferentes pH.
Linealidad	Es la capacidad del método para arrojar resultados directamente proporcionales a lo que respecta la concentración de un analito específico en un rango establecido, el cual se cuantifica mediante un método matemático de los resultados obtenidos en el análisis, que se realiza a diferentes escalas y con distintas concentraciones, lo que respecta a la selección del rango y los puntos empírico que están relacionados con la aplicación del mismo(Ibañez et al., 2006).	La linealidad es un parámetro de calidad muy común en todas las investigaciones referentes a la determinación de compuestos lipídicos. Es empleado para determinar que los datos obtenidos son empíricos y se van ajustar a una línea recta mediante el coeficiente de correlación. Es importante que este coeficiente tenga un valor acercado a 1, para brindar confiabilidad en los resultados(Muñoz, 2016).
Rango de detección	Se define como el intervalo de valores que tienen determinada variable, capaz de medir determinado instrumento de precisión, es dependiente directamente del uso del instrumento y los parámetros que contenga(Monkheang et al., 2017).	En la determinación de compuestos el empleo de equipos mejora la calidad de la investigación,

Precisión intermedia	Son las mediciones realizadas buscando la mayor dispersión entre los valores, utilizando la mayor variedad de condiciones posibles en el laboratorio como son: diferente analista, de ser posible diferente equipo y en periodos de tiempo largos (Nallamuthu & Viswanathan, 2012).	La determinación de compuestos se realiza a diferentes concentraciones, temperatura, pureza, entre otros parámetros, con el objetivo de obtener una precisión intermedia adecuada para la investigación
Repetibilidad	Es la variación, entre promedios de las mediciones hechas por diferentes operadores que utilizan un mismo instrumento de medición cuando miden las mismas características en una misma parte (Falcao et al., 2012).	Al ser un proyecto investigativo es relevante plantear métodos con repetibilidad adecuada, para que estos puedan ser implementados en las investigaciones posteriores.

Fuente: ISO-NTE 17025-2018 según (Arévalo Aguilar, 2021)

4.3 Procedimientos de toma de muestras de derivados cárnicos.

A continuación, se analizan varios enfoques de muestreo comúnmente utilizados en la recolección de matrices alimenticias que definen dónde y cuándo recolectar muestras, incluido el muestreo crítico, el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado y el muestreo sistemático. El muestreo crítico es un enfoque de base no estadística, y los otros tres se denominan muestreo probabilístico. Tenga en cuenta que se usaron una combinación de estos enfoques en el proyecto específico de determinación de ácidos grasos saturados e insaturados. También pueden encontrarse muchos otros enfoques de diseño, incluidos aquellos innovadores que tienen potencial para mejorar la calidad de los datos más rentables (Villamarín, 2019).

Según (Gaviria & Montes, 2017) el muestreo crítico se refiere a la selección subjetiva de ubicaciones de muestreo basadas en el juicio profesional utilizando información previa sobre el sitio de muestreo, inspección visual o conocimiento y experiencia personal. Es el enfoque de muestreo preferido aplicado debido a presupuestos. El muestreo crítico también se prefirió debido a que se desarrolló en la etapa inicial de la investigación.

Las ubicaciones se seleccionan según la información proporcionada por organismos gubernamentales de análisis de datos y conocimiento del investigador sobre el estudio desarrollado en el Proyecto de Investigación “Determinación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en alimentos de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación del método analítico, como aporte a la información nutricional”, aprobado por el Honorable Consejo Universitario y financiado por el Centro de Investigación de la Universidad Técnica de Ambato (Vieira, 2019). El muestreo aleatorio y el muestreo sistemático generalmente no se usaron para el muestreo de este tipo de alimentos y existieron casos en los que no se puede aplicar el muestreo crítico, esto debido a que el muestreo crítico no incluye aleatorización, no admite ninguna interpretación estadística de los resultados del muestreo. Esto equivale a decir que, cuando el nivel de confianza necesita ser cuantificado, el muestreo crítico no es aplicable. Además, las muestras recolectadas para estudios de investigación admitieron el uso de conocimientos previos para obtener la mayor cantidad posible de datos útiles (Peña & Gallegos, 2019).

4.4 Metodología para la extracción de grasa de carne y derivados cárnicos

La grasa de derivados cárnicos tienen diferentes solubilidades en diferentes solventes, que pueden usarse para eliminar selectivamente un soluto de una mezcla. Este proceso de extracción a menudo se usa como preparación de muestras para concentrar trazas de compuestos orgánicos, en este caso ácidos grasos de diferentes características. Dos procedimientos de extracción clásicos fueron los más utilizados: extracción líquido-líquido para muestras líquidas, y la extracción Soxhlet para muestras sólidas (carne conejo, carne de cuy). El dietiléter, el benceno, el éter de petróleo y el hexano fueron los más utilizados, mientras que el cloroformo, el dicloruro de etileno, el cloruro de metileno y el tetraclorometano son otros solventes que también suelen utilizarse (Jácome & Mena, 2016).

La comparación entre las técnicas macro y micro Soxhlet, en la determinación del % de grasa total en productos alimenticios, para definir los beneficios y limitaciones de cada una de las técnicas. Los productos en los cuales se realizó la extracción de grasa total están detallados en el muestreo realizado en el proyecto denominado

Determinación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en alimentos de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación del método analítico, como aporte a la información nutricional”, aprobado por el Honorable Consejo Universitario y financiado por el Centro de Investigación de la Universidad Técnica de Ambato (Vieira, 2019). Para contrastar los análisis macro y micro Soxhlet se evalúa estadísticamente los resultados de % de grasa total en las muestras y gasto de solvente; encontrándose que sus resultados de % de grasa total y consumo de solvente no presentan diferencia significativa en ninguna de las muestras analizadas; sin embargo el método Soxhlet es eficiente y eficaz ya que se optimiza los recursos y sus resultados son tan válidos como los generados mediante cualquier otra técnica de extracción convencional (Luna, 2011).

4.5 Preparación de Ésteres Metílicos de Ácidos Grasos

Una vez extraídos los lípidos se han de saponificar para liberar los ácidos grasos y a continuación formar los ésteres metílicos que se separaran mediante cromatografía de gases. Para producir los ésteres metílicos de los ácidos grasos existen varios métodos que ofrecen resultados comparables pero no completamente similares. Los ácidos grasos obtenidos después de una extracción no son lo suficientemente volátiles para ser usados en una cromatografía de gases, por lo que es necesario realizar una reacción de transesterificación. 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 (Castellar, Angulo, & Cardozo, 2014).

El método de extracción más extendido, sin considerar el método oficial para la determinación de grasa total, es el descrito por Folch et al. 1957. Este método ha sido modificado con variantes pero que mantienen el mismo principio de extracción basado en la mezcla de cloroformo y metanol para poder extraer tanto lípidos neutros como polares (Alvacerrin,2013). La derivatización de triglicéridos y metilación de ácidos grasos tuvo también son analizados.

La determinación de la composición en ácidos grasos de matrices alimentarias es muy compleja, no sólo por la enorme variedad de compuestos lipídicos presentes (triglicéridos, ácidos grasos libres, colesterol, etc.), sino por su diferencia en cuanto a longitud de cadena de C4 a C26, su ramificación, y sus isómeros posicionales y geométricos de ácidos grasos saturados e insaturados, se comparan los tres métodos de metilación más importantes como son el método oficial de metilación básica; la metilación ácida-básica ; y método de metilación básica (García,2014). Se han utilizado diferentes patrones y muestras de derivados lácteos, cárnicos y aceites esenciales para su posterior análisis por cromatografía de gases y líquidos con el fin de comparar la efectividad de cada método en grasas de origen lácteo con diferente proporción en clases lipídicas. Los resultados observados del estudio comparativo demostraron diferencias entre los métodos de metilación y la composición lipídica de la muestra. Aunque todos los métodos ensayados resultaron ser eficaces en el análisis de los ácidos grasos de lípidos neutros, los métodos 2 y 3 presentan la ventaja de ser metilaciones directas, sin necesidad de la extracción previa de grasa (Franco,2017).

4.6. Ensayos de cromatografía de gases acoplado a masas

El análisis de ácidos grasos es de gran interés para la industria cárnica por las implicaciones tecnológicas, nutricionales y sensoriales que se derivan de su composición, además se han estudiado de forma muy intensa sobre la influencia en la alimentación por su diferencia en la composición y distribución de los ácidos grasos. La tendencia a modificar la composición de los ácidos grasos a través de la dieta ha motivado la necesidad de métodos de análisis más precisos y exactos para poder determinar la concentración de ácidos grasos y otros que han adquirido importancia tanto por sus propiedades en producción animal como por su efecto sobre la salud humana. La forma más extendida de cálculo de la composición de ácidos grasos es la de los porcentajes normalizados. Sin embargo, cada vez es más importante el cálculo de las concentraciones de ácidos grasos lo que requiere la validación del método de modo más complejo. Los diferentes métodos de extracción pueden producir concentraciones diferentes, por ello es un aspecto a considerar como previo (Suarez, 2013).

La cromatografía de gases se fue la herramienta más empleada en la separación, identificación y cuantificación de los ácidos grasos convertidos primero en metilesteres de ácidos grasos (Fatty Acids Methyl Esters, FAME's); cuya exactitud está limitada por la complejidad del proceso de calibración, la pureza de las sustancias empleadas como estándares y la imposibilidad de identificar los compuestos en las muestras (Cruz et al., 2014).

Los análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para FAME's (GC-MS, siglas en inglés) resultan en una fragmentación fuerte y reestructuración de la molécula. Con estos métodos de ionización, y con el uso de un estándar comercial de una mezcla de metilesteres de ácidos grasos se realizó la identificación de cada pico y la calibración para cada compuesto separado (Pincay & Albán, 2019).

4.7 Determinación de la calidad nutricional de derivados cárnicos

En la actualidad, existen diversos problemas de salud relacionados principalmente con la nutrición y la alimentación de la población, debido a un grado considerable de desconocimiento de los componentes nutricionales de alimentos de consumo diario (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación FAO, 2008).

En este aspecto, el papel de la calidad nutricional de los alimentos es de gran relevancia y su determinación se basa en el perfil de nutrientes, así como en índices definidos de calidad nutricional (Gil, Martínez & Olza, 2015). En cuanto al contenido de ácidos grasos saturados e insaturados y la materia grasa total presente en los quesos frescos, se analizaron tres indicadores nutricionales: la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados, la relación de ácidos grasos ω -6/ ω -3 y el índice de aterogeneidad.

Los ácidos grasos AG saturados e insaturados han sido analizados para determinar la calidad nutricional de productos cárnicos de diferentes especies (Mamani-Linares & Gallo, 2013), identificando sus propiedades ya sea en beneficio de la salud o como causantes de enfermedades crónicas. Sin embargo, el análisis de la concentración de los AG no es suficiente para analizar sus efectos fisiológicos, por lo que es necesario tomar en cuenta la relación entre ellos (Ortega et al., 2013).

El primer indicador analizado es la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados. Los valores de la relación entre AG saturados e insaturados fueron relativamente bajos y oscilaron entre 1 y 2, sin presentar diferencias significativas entre muestras de quesos frescos. (Riaño et al., 2016) señala que un perfil lipídico saludable es aquel que contiene mayor cantidad de ácidos grasos insaturados en relación a los ácidos grasos saturados y que desde el punto de vista de la salud y nutrición, la prevalencia de ácidos grasos saturados significa un riesgo potencial para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Según (Franco, Iglesias, Prieto, & Carballo, 2004) esta relación no sólo determina la calidad nutricional del alimento si no también, la calidad y consistencia de la grasa expuesta a un enranciamiento autooxidativo, en cuanto a la cantidad de insaturación.

Por otra parte, se determinó la relación entre ω 6/ ω 3 (BOVINA). Según (Auqui, 2014) un desbalance en la relación ácidos grasos ω 6/ ω 3 y un índice alto de proporción puede ser considerado uno de los mayores riesgos de generar enfermedades cardiovasculares. Con respecto a los valores cercanos a 1, se indica que valores bajos de esta relación de ácidos grasos son beneficiosos para la salud debido a sus efectos bioactivos en la población y sus propiedades para la protección cardiaca.

Estudios clínicos han demostrado que un índice elevado de la relación ω 6/ ω 3, puede ser el causante de distintos trastornos de la salud. Como caso típico, se desarrolló un estudio de la evaluación de la causa o efecto del índice de ácidos grasos ω 6/ ω 3 en neuropatías en

niños, identificando que un índice alto de este parámetro si produce alteraciones neurológica (Cortés, 2013). Así mismo, se definió que este índice puede incluso ser usado como biomarcador de estados autistas.

Finalmente se analizó al índice de aterogeneidad y las propiedades de los ácidos grasos, definiéndolos como aterogénicos debido a su capacidad de transformarse en otros ácidos grasos mono o poliinsaturados y ácidos grasos no aterogénicos que tienen la capacidad de ser solubles en agua (Mahecha, 2016).

De acuerdo a los resultados obtenido del índice de aterogeneidad, los valores oscilan entre alrededor de 1, sin embargo, en las empresas 3, 7 y 8 se presentan valores fuera de rango similar a los índices antes descritos. Según (Castro, Herrera & Lutz, 2005), los ácidos considerados como aterogénicos interfieren en la función de varios receptores de lipoproteínas de baja densidad al enriquecer a los fosfolípidos de las membranas celulares, y por tanto, limitando la absorción del colesterol malo. Un ejemplo de estos ácidos son el ácido láurico, mirístico y palmítico. Con respecto al ácido esteárico, este se metaboliza de manera instantánea a ácido oleico, por lo tanto, es considerado como no aterogénico (Vieira, 2019).

5. CONCLUSIONES

- Basados en resultados obtenidos en el análisis investigativo la técnica cromatográfica acoplada a espectrometría de masas para el análisis de metilesteres de ácidos grasos. Se analizaron los parámetros de sensibilidad, linealidad, límite de detección y cuantificación, en donde se obtuvieron resultados dentro de los límites permisibles para validar el método analítico, además se determinó la incertidumbre del método analítico para los parámetros de precisión y exactitud, obteniendo un rango de aplicación del método que limita el error en las mediciones
- El método de cuantificación de los ésteres metílicos por cromatografía de gases demostró ser muy eficiente y no se encontraron diferencias en los tiempos de retención al utilizar las diferentes metodologías de derivatización. En la etapa de derivatización, al comparar los valores de ésteres metílicos de ácidos grasos expresados en %(p/p) clasificados en saturados, mono-insaturados y poli-insaturados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los dos tipos de reactivos utilizados y para los volúmenes de los mismos; por tanto, se puede utilizar cualquiera de las combinaciones propuestas en la etapa de derivatización.
- Los valores de los ésteres metílicos de los ácidos grasos evaluados en los trabajos de investigación de determinación de ácidos grasos presentes en productos de consumo masivo en la provincia de Tungurahua presentan valores similares a los reportados en la literatura para ese mismo tipo de posta cárnica.
- Se desarrolló una consulta bibliográfica que señala que la carne de cuy tiene alto valor proteico y bajo en grasa, además de presentar las diferentes cualidades nutricionales de la carne de cuy y sus beneficios en la salud de la población ecuatoriana.
- El contenido total de ácidos grasos saturados en estas especies según la investigación bibliográfica dependió de algunos factores, como la especie del animal y su alimentación; es así como carnes de especies como conejos, ovinos de engorde y bovinos presentan niveles superiores.

BIBLIOGRAFÍA

Alshawish, M., Awad, M., & Najah, Z. (2019). Phytochemical screening, analytical profile and green synthesis of silver nanoparticles on Senna Alexandri Mill. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical sciences*, 6(12), 47-53.

Andrade, D., Cabezas, E., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Arévalo Aguilar, L. P. (2021). Desarrollo y validación de un método analítico para determinar ácidos grasos oleico, palmítico y esteárico por HPLC en aceites vegetales. Quito: UCE.

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. QUITO/PUCE/2011.

Avilés, D., Landi, V., Delgado, J., & Martínez, A. (2014). El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4(1), 38-40.

Bacallao, J., Peña, M., & Díaz, A. (2012). Reducción de la desnutrición crónica en las bases biosociales para la promoción de la salud y el desarrollo. *Revista Panamericana de salud pública*, 32, 145-150.

Balaciano, G. (2016). El reemplazo de los ácidos grasos saturados por ácidos grasos mono y poliinsaturados aporta beneficios en la salud. *Evidencia, actualización en la práctica ambulatoria*, 19(4).

Bohle, D., Fotie, J., Georges, E., Leimanis, M., Nkengfack, A., & Rukunga, G. (2006). Lupeol long-chain fatty acid esters with antimalarial activity from *Holarrhena floribunda*. *Journal of Natural Products*, 69(1), 62-67. BOVINA, Á. G. E. L. C. ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE BOVINA: CONFINAMIENTO VS. PASTOREO. *Ômega*, 6(32), 30.

Carranza, E. C. G.(2019) Antioxidantes sintéticos de matriz fenólica para conservar comestibles con alto contenido de ácidos grasos insaturados (ági).

Clark, A., Dunbar, D, ElSohly, H., Jacob, M., Lix, X., Nimrod, A., & Walker, L. (2001). A New Naphthopyrone Derivative from *Cassia quinquangulata* and Structural Revision of Quinquangulin and Its Glycosides. *J.Nat. Prod*, 64(9), 1153-1156.

Cruz, M. I., Machado, D. I. S., Cervantes, J. L., Xochihua, J. M., Barrios, R. M. M., & Acuña, F. R. (2014). Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de borrego de engorda utilizando cromatografía de gases. *Nacameh*, 8(1), 39-49.

Chaug, D., & Yeng, G. (2000). Antioxidant properties of water extracts from *Cassia tora* L. in relation to the degree of roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7),1760-2765.

Chuquimarca-Chuquimarca, R., Caicedo-Hinojosa, L. A., & ZambranoDolver, J. A. (2017). Efecto del suplemento de micronutrientes en el estado nutricional y anemia en niños, Los Ríos-Ecuador; 2014-2015. *Multimed*, 21(6), 737-750.

Díaz, A. (2015). Salud, nutrición y seguridad alimentaria. *Debate Agrario*(47), 109. 34
Fachelli, S., & López, P. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Falcao, M., Morais, S., & Vila, N. (2012). Leishmanicidal and cholinesterase inhibiting activities of phenolic compounds of *Dimorphandra gardneriana* and *Platymiscium floribundum*, native plants from Caatinga biome. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 32(11), 1164-1168.

Fonseca, Z. Y., Patiño, G. A., & Herrán, O. F. (2013). Malnutrición y seguridad alimentaria: un estudio multinivel. *Revista chilena de nutrición*, 40(3), 206-215.

Franco, I., Iglesias, S., Prieto, B., Carballo, J., & de los Alimentos, Á. d. T. (2004). Perfiles de ácidos grasos totales y libres en embutidos crudo-curados tradicionales de Galicia. *Grasas y aceites*, 55(3), 273-281.

García-Serrano, A. M., Castro-Gómez, P., Calvo, M. V., Rodríguez Alcalá, L. M., & Fontecha, F. J. (2014). Estudio comparativo de tres métodos de metilación para la determinación de los ácidos grasos de lípidos lácteos.

Gaviria Bolívar, E. M., & Montes Amador, L. H. (2017). Aplicación de la metodología de evaluación de riesgos en un estudio de caso relacionado con la presencia de nitritos y nitratos en carne. Corporación Universitaria Lasallista.

Gonzales, G. F. (2012). Diferencias en la detección de anemia en la altura según la Organización Mundial de la salud-Réplica de autores. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 29(1), 158-159.

Gonzales, J., & Ruiz, P. (2011). Investigación cualitativa versus cuantitativa: ¿dicotomía metodológica o ideológica? *Scielo*, 20(3), 1.

Guachamín Zambrano, P. W. (2021). Cuantificación de ácidos grasos de aceites comestibles reutilizados en la elaboración de alimentos en la ciudad de Ambato por cromatografía de gases con detector de espectrometría de masas. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Guanipa, M. (2011). Investigación cuantitativa y cualitativa: interdependencia del método. *Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*(6), 1-5.

Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G., & Vílchez, C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(3), 486-494.

Ibañez, F., Osses, S., & Sánchez, I. (2006). Investigación cualitativa en educación, hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios pedagógicos*, 32(1), 1.

Jácome Mena, J. A. (2016). Validación del Método Gravimétrico para la determinación de grasa en el Laboratorio ECUACHEMLAB Cía. Ltda. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Juárez, M., Anadón, A., Cepeda Sáez, A., Farré, R., Palou Oliver, A., Vidal Carou, M., &

Becerril Mora, C. (2010). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el riesgo asociado a la presencia de ácidos grasos trans en alimentos.

Khan, M. (2020). Review on senna; An excellent prophetic herbal medicine. *World Journal of Pharmaceutical*, 6(7), 113-118. Kundu, S., Mawkhlieng, L., Nandi, S., & Ukil, B. (2016). *Senna alexandrina* Mill. cambios ultraestructurales inducidos en *Hymenolepis diminuta*. Springer, 147-154.

Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. (2013). Perfil de ácidos grasos de carne de ovino y caballo criados bajo un sistema de producción extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(3), 257-2