Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

Determinación de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) en carcasa de cuyes de crianza intensiva

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinaria

AUTOR

Flor Marina Isabel REYNAGA OTIVO

ASESOR

Mg. Siever Miguel MORALES CAUTI

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Reynaga F. Determinación de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) en carcasa de cuyes de crianza intensiva [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2025.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Flor Marina Isabel Reynaga Otivo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75326417
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-8824-9862
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Siever Miguel Morales Cauti
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10685645
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5396-8889
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Juan Raul Lucas Lopez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42249664
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Sofia Lopez Guerra
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40060409
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Madeline Victoria Garcia Leandro
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41552864

Datos de investigación	
Línea de investigación	B.4.4.1. Medicina Veterinaria preventiva
Grupo de investigación	Microbiología aplicada a la salud pública-animal y de impacto ambiental
Agencia de financiamiento	Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – RR N°001686-R-20 - Código de proyecto: A20080671
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Borja Calle: Av. Circunvalación 2800 Latitud: -12.08157º Longitud: -76.98773º
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	Ciencia veterinaria http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.03.01

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIA

En el **Auditorio de Anatomía** de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **lunes 22 de diciembre de 2025**, a las **15:30 horas**, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante **Resolución Directoral N° 000214-2025-EPMV-FMV/UNMSM** integrado por los siguientes docentes:

MV. Dr. Juan Raul Lucas Lopez	**Presidente del Jurado**
MV. Mg. Siever Miguel Morales Cauti	**Asesor de la Tesis**
Blga. Mg. Sofia Lopez Guerra	**Miembro del Jurado**
MV. Mg. Madeline Victoria Garcia Leandro	**Miembro del Jurado**

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, la Bachiller **FLOR MARINA ISABEL REYNAGA OTIVO**, para optar el Título Profesional de Médico Veterinaria, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

“Determinación de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) en carcasa de cuyes de crianza intensiva.”

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **Quince (15).**

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, la presidenta en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIA** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **17:30 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:



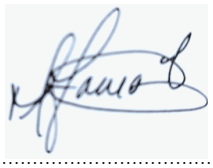
Juan Raul Lucas Lopez; MV. Dr.
Profesor Auxiliar, Tiempo Completo



Siever Miguel Morales Cauti; MV. Mg.
Profesor Asociado, Tiempo Completo



Sofia Lopez Guerra; Blga. Mg.
Profesora Asociada, Dedicación Exclusiva



Madeline Victoria Garcia Leandro; MV. Mg.
Profesora Auxiliar, Tiempo Parcial 20

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Siever Miguel Morales Cauti En mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EP N°0236-EPMV/FMV-2021 de la tesis, cuyo título es Determinación de ácido linoleico conjugado (CLA) en carcasa de cuyes de crianza intensiva, presentado por la bachiller Flor Marina Isabel Reynaga Otivo para optar el título profesional de **Médico Veterinaria,** CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de
Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 18 % de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional MÉDICO VETERINARIA.

Lima, 2 de Junio de 2026

Firma del Asesor



Nombres y Apellidos del asesor: Siever Miguel Morales Cauti

DNI: 10685645

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

ÍNDICE

RESUMEN……..……...1
ABSTRACT……..2
LISTA DE CUADROS…….....3
1. INTRODUCCION…….…...4
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA……6
2.1. Cuy……...…6
2.1.1. Características del cuy...…….....6
2.1.2. Importancia del cuy…….....7
2.1.3. Anatomía y fisiología digestiva ……9
2.1.4. Requerimientos nutricionales……....9
2.1.5. Sistemas de producción …….....12
2.1.6. Sistemas de alimentación ……14
2.1.7. El cuy como fuente de ácidos grasos……...16
2.2. La carne del cuy…….17
2.2.1. Composición química de la carne……17
2.2.2. Grasa……19
2.2.3. Ácidos grasos……..20
2.2.4. Ácidos grasos poliinsaturados…….21
2.3. Ácido Linoleico Conjugado (CLA)……...23
2.3.1. Que es CLA ……23
2.3.2. CLA en otras especies…….……..……..24
2.3.3. CLA en la salud……...25
3. MATERIALES Y METODOS……...…...27
3.1. Área de estudio y periodo de duración……...…..25
3.2. Material experimental…….....25
3.3. Diseño experimental…...……..……25
3.4. Análisis de datos……...…32
4. RESULTADOS…….……35
4.1. Análisis proximal…..……...36

4.2. CLA en grasa ……...36
4.3. CLA en carne……36
4.4. CLA en carcasa completa ……36
5. DISCUSIÓN……..37
6. CONCLUSIONES…….42
7. LITERATURA CITADA…….....43

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar los niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) en carne y carcasa de cuy. El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Zootecnia y Producción Agropecuaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se emplearon 30 carcasas de cuyes de engorde de ambos sexos, los cuales fueron seleccionados al azar. Se realizó la desecación de la carne y carcasa completa y su conversión en harina. Se realizó análisis proximal siguiendo las metodologías de la Association of Analytical Communities y determinación de los niveles de CLA en carne y carcasa de cuy, mediante la técnica de determinación rápida de concentración de CLA total, mediante el uso de un espectrofotómetro marca Biobase®. Los valores obtenidos tanto en carne y carcasa completa de cuy fueron de 0.5 y 1.7% de CLA, respectivamente. Se concluye que bajo las condiciones que se realizó el estudio, se determinó que mediante el uso de espectrofotometría los valores de CLA encontrados en las muestras de carcasa completa fueron superiores a los de musculo de cuy en un 68.75%, debido a su composición, debiéndose complementar con otras metodologías para poder considerarse también superior respecto a otras especies.

Palabras clave: ácido linoleico conjugado, carne, carcasa, cuyes, harina

ABSTRACT

The present study aimed to determine the levels of conjugated linoleic acid (CLA) in guinea pig meat and carcasses. The work was conducted at the Animal Husbandry and Agricultural Production Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University of San Marcos. Thirty carcasses of fattening guinea pigs of both sexes were randomly selected. The meat and whole carcasses were dried and converted into meals. A proximate analysis was performed following the methodologies of the Association of Analytical Communities, and CLA levels in guinea pig meat and carcasses were determined using the rapid determination of total CLA concentration using a Biobase® spectrophotometer. The values obtained for both guinea pig meat and whole carcasses were 0.5 and 1.7% CLA, respectively. It is concluded that under the conditions in which the study was carried out, it was determined that through the use of spectrophotometry the CLA values found in the samples of whole carcass were higher than those of guinea pig muscle by 68.75%, due to its composition, and should be complemented with other methodologies to be able to consider it also superior with respect to other species.

Keywords: conjugated linoleic acid, meat, carcass, guinea pigs, flour

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cuy	10
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales por etapas	11
Cuadro 3. Composición química del tejido muscular del cuy	16
Cuadro 4. Niveles de CLA en diferentes especies animales y subproductos	24
Cuadro 5. Curva estándar de CLA	32
Cuadro 6. Composición de la carcasa y músculo de cuy	35

I. INTRODUCCIÓN

Durante miles de años, los pueblos andinos han demostrado poseer un extraordinario talento para ejercer un control cultural sobre los recursos bióticos de su entorno; con un conocimiento profundo de las especies de animales y plantas que se encuentran en dicho entorno. Entre las principales especies nativas de importancia económica en América Latina, se encuentra identificado el cuy (*Cavia porcellus*), cuya explotación favorece a las poblaciones humanas de dichas regiones y constituye un componente fundamental de su economía y cultura (Avilés, 2016).

El cuy es usado desde épocas prehispánicas como alimento, se consume en diferentes regiones del Perú, aunque en algunos países es considerado mascota (Guevara *et al.*, 2016). De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria, realizada por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) en el año 2017, la población de cuyes ascendió a 17´380,175 unidades, involucrando a más de 800,000 unidades agropecuarias a nivel nacional.

El cuy es considerado una carne magra, por su alto contenido en proteínas, bajo en colesterol y sodio; en los cuyes, no solo se les reconoce un mayor nivel de proteínas, sino también un menor porcentaje de grasa respecto a las carnes de otras especies (Parra *et al*., 2016). Estas carnes no solo son una adecuada fuente de proteína de origen animal, sino que, dentro de sus requerimientos nutricionales, los lípidos constituyen una parte importante de la alimentación (Scollan *et al*., 2006), las dietas con mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados y/o monoinsaturados, se consideran que contribuyen al mejoramiento de la salud y bienestar del ser humano, considerándose beneficioso para la prevención de distintas enfermedades (Obregón y Valenzuela, 2009).

El cuy es ampliamente consumido dentro de platos típicos en países como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, debido al sabor y suavidad de su carne, además de su alta cantidad de nutrientes y su facilidad para ser digerido (Aliaga *et al.,* 2009), ofreciendo grandes beneficios para la salud humana, ya que es una fuente importante de hierro, proteína y vitamina B12; por esta razón es un excelente alimento para la dieta (Argote y Cuervo, 2012), considerándose así, un alimento apto para todos, desde niños hasta ancianos, y en diversas etapas fisiológicas, como durante el embarazo, puerperio o lactancia (Santos, 2007).

La información sobre CLA (ácido linoleico conjugado) en la carne de cuy es aún poco estudiada, atribuyéndoles algunas propiedades benéficas sin mayor respaldo científico. A pesar de existir poca evidencia científica de las propiedades benéficas de esta carne, el consumo de estas es muy difundido, debido a las creencias populares relacionadas a objetivos médicos, y nutricionales. Mas aún en personas que presentan diversas condiciones de salud como: anemia, cáncer, diabetes, entre otras (Belury, 2002). La presencia de compuestos que puedan mejorar la calidad de la carne de cuy, puede lograr incrementar su consumo y distribución en el territorio.

Debido a todas estas consideraciones, fue diseñado el presente estudio cuyo objetivo fue determinar los niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) presentes en carne y carcasa de cuy. El conocimiento de los niveles de CLA en la carne de cuy permitirá brindar un alcance acerca de los componentes benéficos que puede ofrecernos esta especie y así poder revalorar esta carne proveniente de zonas altoandinas, logrando su revalorización económica y social.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL CUY

2.1.1. Características del cuy

El cuy, también conocido por su nombre científico *Cavia porcellus*, considerado un mamífero roedor domesticado perteneciente a la familia Cavidae, cuyo habitad se encuentra principalmente en los estados de Ecuador, Perú, Guayana, Venezuela, Colombia y Bolivia; sin embargo, los lugares donde se crían y consumen con mayor frecuencia son en las zonas andinas: Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia (Avilés, 2016).

El cuy tiene requerimientos nutricionales variados, especialmente durante etapas importantes como lo es el engorde, teniendo como principal requisito el disponerlos de proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y el agua, siendo esta, obtenida de la diversa variedad de alimentos; ya sean a partir de las gramíneas, leguminosas, malezas, hortalizas, concentrados y balanceados (Caycedo, 2009).

Gracias a la gran adaptabilidad del cuy, su consumo es cada vez mayor, siendo principalmente utilizados por las poblaciones rurales; esto es debido a la facilidad de manejo y su alimentación a base de hierbas, razón por la cual pueden ser criados en las mismas cocinas o galponeras de las familias peruanas (Chauca, 2009), también se identificó que existe una gran diversidad en cuanto a los sistemas de producción en la crianza de cuyes, esto origino que se dividan en tres tipos de sistemas productivos

respecto a la alimentación, siendo diferenciados: alimentación con forraje, alimentación mixta (balanceado y forraje) y alimentación con balanceado. Por otro lado, se clasifican también en base a los sistemas productivos estos: familiar, familio comercial y comercial; generalmente en la zona rural no se ha desarrollado estos sistemas productivos, solo la aplican para mantener el sostén de sus familias. Mientras que en los sistemas familio comercial y comercial se provee de una adquisición económica al productor.

Según MINAGRI en el 2003, la crianza de cuyes en el Perú se distribuye y expande en gran manera de forma regional, puesto que la sierra presentó una mayor población de ejemplares, seguido de la costa y la selva con menor número de ejemplares. Sin embargo, el número de cuyes a nivel nacional se incrementó en un 37% (comparado lo reportado por el Censo nacional Agropecuario y la Encuesta Nacional Agropecuaria, en los años 2012 y 2017 respectivamente), demostrándose así el incremento constante de esta actividad productiva, siendo distribuida mayoritariamente en la región Quechua, seguido de la región Suni y con una menor población en la región Yunga Fluvial (MINAGRI, 2019).

Según los últimos reportes, en el Perú existen aproximadamente 20 millones de cuyes, según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2022), son más de 817 mil productores dedicados a su crianza en el país. Las regiones donde se realiza la mayor crianza de cuy son en: Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Pasco, Huánuco, Junín, Arequipa, Lima, Cusco, Huancavelica, Apurímac, Ica, Tacna, Moquegua y Puno.

2.1.2. Importancia del cuy

El cuy puede ser considerado como la especie con mayor valor nutritivo. La carne del cuy puede ser descrita como suave, jugosa, de fácil digestión y con alto valor biológico; puesto que, presenta alto contenido proteico, en comparación con la carne de otras especies (Aliaga *et al.*, 2009).

Dentro de las cualidades más importantes de la carne de cuy se presenta la edad óptima para el beneficio (dos a tres meses), donde su carne puede contener un alto nivel proteico y bajo nivel graso. Por ende, también se encuentra un mínimo nivel de colesterol y triglicéridos en su masa muscular. Por último, también presenta ácidos grasos esenciales, los cuales son importantes en el sistema nervioso (neuronas) y en el sistema inmunológico (membranas celulares). La carne de cuy, es considerada un elemento

primordial en la alimentación saludable de los consumidores y un producto altamente eficaz en la lucha contra la anemia en poblaciones de zonas altoandinas, especialmente en la población infantil (MIDAGRI, 2017). En los últimos estudios, se reporta que en nuestro país el consumo per cápita de la carne de cuy es alrededor de un kilo al año (MIDAGRI, 2022).

La carne del cuy es considerada como un alimento de alto valor biológico y un bajo costo de producción, en comparación con otras especies. Brindando así, alta salubridad para las zonas rurales con escasos recursos. Siendo este factor de suma importancia y a la vez determinante para poder mejorar la crianza, son las altas tasas de costos que logra alcanzar la carne del cuy en áreas mercantiles. Se logro determinar que en la mayoría de hogares con bajos recursos económicos se prefiere optar por la crianza de cuyes debido a su valor de cambio. El dinero que logran conseguir gracias a la comercialización y venta de los cuyes les permite proveerse e intercambiar con otros tipos de alimentos también necesarios para su dieta diaria (Chauca, 2006).

El Perú, se considera el país con la mayor población de cuyes dentro de toda Sudamérica, sin embargo, también existen zonas de crianza en las provincias andinas de Ecuador, de Colombia (departamento de Pasto) y de Bolivia (Cochabamba); además, se determinó que Perú es considerado uno de los mayores exportadores de carne de cuy a nivel mundial, siendo Estados Unidos su principal comprador; seguido de Ecuador y Bolivia (MIDAGRI, 2022).

Entre los meses de enero y setiembre de 2022, Perú exportó cerca de 8.5 toneladas de carne de cuy, lo que representaba para el país un crecimiento del 28 %, en comparación a lo despachado en similares meses durante el año anterior (2021). El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego señaló que debe ser considerado también que durante el año 2021 el tipo de cambio había mostrado elevadas fluctuaciones, llegando a niveles nunca antes vistos, lo cual habría elevado el valor del dólar americano frente al sol peruano; es decir, el nivel de consumo externo de carne de cuy durante el año 2022 se ha visto equiparado al nivel de consumo externo durante el año 2021, teniendo menores recursos (MIDAGRI, 2022).

2.1.3. Anatomía y fisiología digestiva

El cuy es considerado un herbívoro monogástrico, ya que, su proceso digestivo enzimático es iniciado en el estómago y dentro del ciego funcional la fermentación bacteriana, por lo que se le clasifica como un fermentador post gástrico. La cecotrofía realizada les permite reutilizar el nitrógeno, permitiéndole aprovechar las raciones de alimentos con bajo contenido proteico (Chauca, 2009). El paso del bolo alimenticio del estómago al intestino delgado es rápido y suele demorar solo un par de horas hasta llegar al ciego; el cual constituye el 15 % del peso total del cuy. Realizándose en el ciego un tránsito intestinal más lento, tardando alrededor de 48 horas, la presencia de la celulosa, que es proveniente de su dieta, permite que los movimientos intestinales sean más lentos, haciendo que el contenido intestinal logre una mayor absorción de nutrientes, en especial de los ácidos grasos (Chauca, 2009).

La microbiota del ciego es compuesta mayormente por bacterias grampositivas, esto le permite aprovechar insumos y mantener la producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbiana y vitaminas del complejo B, ayudando así a cubrir los requerimientos nutricionales del cuy mediante la cecotrofía (Holstenius y Bjomhag, 1985). El ciego de los cuyes es menos eficiente en comparación al ciego de los rumiantes, esto es porque la microbiota se multiplica, superando la acción de las enzimas proteolíticas (Gómez y Vergara, 1993). Asimismo, el cuy puede consumir una variedad de alimentos, de baja y alta calidad, desde rastrojos, pajas hasta pastos cultivados y nativos; siendo estos de suma importancia e influencia en la calidad de su carne (Cano *et al.*, 2016).

2.1.4. Requerimientos nutricionales

La nutrición está conformada por diferentes procesos que transforman los componentes de los alimentos en compuestos del cuerpo del animal y de los productos que este produce, los cuales están compuestos por: carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. Los componentes encontrados en los alimentos puede darnos a conocer el aporte nutricional en los animales (Edelman, 2007).

El conocimiento de los requerimientos nutricionales de los cuyes, nos permite poder elaborar raciones balanceadas, para lograr satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Los nutrientes requeridos por los cuyes son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas; tales

requerimientos son mostrados en el cuadro 1 (Vílchez, 2006), siendo estos dependientes de los requerimientos según la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se realiza la crianza. Además, al mejorar la nutrición en los cuyes, se lograría masificar su crianza, a fin de aprovechar su característica precoz, prolífica y reproductiva (Guevara *et al.,* 2021).

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cuy

Nutrientes	Unidad	Cantidades
Energía Digestible	(Kcal/kg)	2800
Proteína	(%)	18
Fibra cruda	(%)	10
Grasa	(%)	3
Lisina	(%)	0.84
Metionina	(%)	0.38
Metionina + Cistina	(%)	0.8
Calcio	(%)	0.9
Fósforo	(%)	0.75
Sodio	(%)	0.2
Ácido ascórbico	(mg/Kg)	750

Fuente: Vílchez, 2006

Los cuyes tienen un metabolismo acelerado y sus requerimientos varían dependiendo de su etapa fisiológica. Al ser productores de carne tienen requerimientos básicos como un adecuado suministro de alimento, sin embargo, la nutrición en cuyes cuenta con una problemática, y es que, en muchas ocasiones los productores desconocen técnicas adecuadas de alimentación; usando mayormente solo pastos de baja calidad, mínimo uso de alimento balanceado y de mala calidad; conllevando a un rendimiento bajo en la

producción y reproducción, resultando en carcasa de baja calidad (Solórzano y Sarria, 2014).

Al igual que en otras especies, en el caso de los cuyes durante el crecimiento hay una mayor demanda nutricional (Cano *et al.,* 2016); mejorando su nutrición se lograría masificar su crianza con el propósito de mejorar su precocidad y prolificidad; para ello, es propicio suministrar una alimentación completa y equilibrada, la cual no se basa solo en forraje, a pesar de su capacidad de consumo; la mayoría de ocasiones se emplean pastos de mala calidad y sin alimento balanceado, generándose rendimiento bajo en carcasa. Se realizaron diversas investigaciones para lograr determinar los beneficios nutricionales de diferentes insumos alimenticios, observándose que el aporte de nutrientes del forraje verde, varía dependiendo de diversos factores, como lo son, la especie, tiempo de maduración, época de corte, entre otros (Caycedo, 2009; Quintana *et al.,* 2014).

La característica ideal y principal del forraje y concentrado usados en la alimentación para cuyes debe tener optimo contenido nutricional, puesto que estos proporcionan una gran fuente de nutrientes para el cuy y de esta manera no se tendrían consecuencias negativas como pérdidas durante su producción, y por el contrario se manifestarían incrementos de peso durante el uso de alimentos de mejor calidad (FAO, 2002).

Chauca (2009), manifestó que se debe proveer a los cuyes de una alimentación con alto contenido de proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, puesto que, esto les permitirá optimizar su metabolismo, presentando mayor crecimiento y aumento de peso, debiéndose suministrar los nutrientes necesarios de acuerdo a la edad, estado físico y fisiológico del animal, en el Cuadro 2 se muestran requerimientos nutricionales por etapas productivas (Caycedo, 2009).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales por etapas productivas

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18 - 22	13 - 17

ED	(Kcal/kg)	2800	3000	2800
Fibra	(%)	8 - 17	8 - 17	10
Calcio	(%)	1.4	1.4	0.8 - 1.0
Fosforo	(%)	0.8	0.8	0.4 - 0.7
Magnesio	(%)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3
Potasio	(%)	0.5 - 0.4	0.5 - 1.4	0.5 - 1.4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Caycedo, 2009

Asimismo, se logró demostrar que el uso de alimento concentrado mejora y optimiza su producción; debiendo proporcionarse durante cada etapa las cantidades adecuadas de proteína, energía, fibra, minerales vitaminas y agua (Portal Amazonas, 2006).

2.1.5. Sistema de producción

Crianza familiar o extensiva

En el Perú, la crianza familiar es la más difundida en la región andina. Se caracteriza por desarrollarse fundamentalmente sobre la base de insumos y mano de obra disponibles en el hogar. Es manejada de forma tradicional, sobre todo por mujeres y niños. En Cajamarca la mayoría de productores, realiza una crianza de autoconsumo, sobre todo para disponer de una fuente proteica de origen animal; otros, para poder disponer de excedentes, los comercializan para poder generar ingresos; pocos son los que crían cuyes exclusivamente para la venta (Aguilar *et al.*, 2011).

Los alimentos utilizados en su mayoría son: malezas y rastrojos de cosechas y cocina. La crianza suele ser realizada en la cocina, utilizando los fogones como fuente de calor, siendo esto lo que los protege de los cambios bruscos de temperatura. El número de animales criados está determinado básicamente por la cantidad de recursos alimenticios disponibles. La crianza de este sistema aporta un alimento con bajo costo de producción, siendo utilizado como una reserva en momentos donde se requiere de liquidez efectiva o monetaria (Aliaga *et al.*, 2009).

Crianza familiar-comercial

Esta crianza se origina a partir de una crianza en familia, pero con mucha más organización y enfocada a la zona y aledaños a las ciudades donde pueda ser comercializado sus productos. Los diferentes medios de comunicación ayudan con el acceso a los centros más cercanos, haciendo posible la venta de los cuyes con el ingreso de los intermediarios. No se considera la mejor alternativa ya que suelen ofrecer precios bajos.

Los productores invierten en infraestructura, mano de obra familiar para la crianza y disponen de áreas para la siembra de forrajes y de otros cultivos agrícolas (Aguilar *et al.*, 2011). La población es manejada en un galpón, separados en grupos por edad, sexo y destino, manteniendo la producción del forraje cerca de la granja, exigiendo así, mayor mano de obra, tanto para la crianza de los cuyes como para el cuidado de los cultivos (Quintana *et al., 2014)*.

Crianza comercial o intensiva

Es poco difundida y se concentra en zonas aledañas a áreas urbanas; siendo su actividad principal el ser una empresa, donde se trabaja utilizando tecnología, haciéndose más eficiente. Esto se basa en el uso de líneas precoces, prolíficas y con buena ganancia de peso. Este sistema contribuye a ofrecer carne de cuyes en áreas urbanas donde no suele ser común su comercio (Chávez y Avilés, 2022).

En una crianza comercial se destinan áreas para la siembra de forraje, utilizando en conjunto el alimento balanceado, lográndose mayores índices de producción, además la crianza es realizada en diferentes instalaciones con la implementación adecuada durante cada etapa productiva. Llevándose a cabo registros de producción, siendo de suma importancia para que la explotación tenga buena rentabilidad (Chávez y Avilés, 2022).

2.1.6. Sistema de alimentación

El cuy presenta tipos de digestión: enzimática (estómago e intestino delgado) y microbial (ciego); estando íntimamente relacionados con la composición y disponibilidad del

alimento. Este factor está altamente influenciado por su sistema de alimentación. Un sistema de alimentación combinada (concentrado y forraje) hace que el cuy se considere una especie versátil; ya que, al ser herbívoro y aceptar suplementos, hacen que se puedan utilizar una mayor cantidad de compuestos equilibrados (FAO, 2013).

Se describen tres tipos de sistemas de alimentación: Solo a base de forraje verde, forraje más balanceado (mixta) y solo de balanceado (conteniendo fibra y vitamina C). Estos se aplican de forma individual o alternada, según la disponibilidad de alimentos, sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su rentabilidad durante el año (FAO, 2002).

Alimentación con forraje: Según Chauca (2006), el cuy al ser herbívoro, cuando es provisto de diferentes alimentos, muestra preferencia por el forraje; reconociéndose que existen tipos de cuyes con mayor eficiencia al consumir forraje.

Alimentación mixta: Al no contar con disponibilidad de forraje durante año, hay épocas con incremento de producción (durante lluvias) y épocas de baja producción (seca), durante estas, es donde se utiliza el alimento balanceado, complementando al forraje (Chauca, 2009).

Alimentación a base de balanceado: Se ha venido desarrollando en cuyes genéticamente mejorados la alimentación a base de balanceado, teniendo como objetivo cumplir los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas productivas; bajo este sistema de alimentación, debe suministrarse, diariamente, vitamina C, puesto que, ya no lo percibirá del forraje (Vergara, 2008). Las investigaciones realizadas durante etapas de inicio y crecimiento con el sistema de alimentación balanceada sin inclusión de forraje, son de gran impacto en los cuyes, demostrándose mayores ganancias económicas respecto a otros sistemas de alimentación (Condori, 2014).

Según el sistema de alimentación empleado, se ha reportado que, a mayor nivel energético nutricional presente en la dieta, tiene un efecto inversamente proporcional al conseguir un menor consumo de alimento y por ende una mayor conversión alimenticia; sin embargo, no hay información suficiente sobre la etapa de reproducción (Morales *et al*., 2011).

2.1.7. El cuy como fuente de ácidos grasos

En humanos, la ingesta diaria recomendada de grasas totales en adultos es 15% del total aproximadamente, además, la ingesta de ácidos grasos saturados debe ser menor al 10%; mientras que para los ácidos grasos poliinsaturados se recomienda de 6-11% del total energético (FAO, 2012).

Los cuyes cuya alimentación es a base de alfalfa, presentan 55.30% de ácidos grasos poliinsaturados, 29.30% de saturados y 15.77% de monoinsaturados (Huamaní *et al.*, 2016). Los alimentos brindados al cuy son considerados de suma importancia para el contenido de ácidos grasos, ya que; la alimentación basada en vegetales ricos en ácidos grasos insaturados representa en el cuy, que su carne mantenga los mismos ácidos grasos, siendo su presencia determinada por la dieta brindada. Guevara *et al* (2016) al aplicar dietas suplementadas con semillas de sacha inchi y aceite de pescado reportó valores de ácidos grasos mayores en comparación a otros estudios.

2.2. LA CARNE DE CUY

La carne de cuy se considera un alimento altamente proteico y con bajo nivel graso; siendo una fuente proteica importante, considerándose mayor a la carne de otras especies, que permitirían cubrir las carencias y deficiencias nutricionales reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la composición de la dieta de la población peruana. Atributos complementarios son: su alta capacidad digestiva, bajos niveles de colesterol y triglicéridos, minerales, vitaminas, alto contenido de ácidos grasos linoleico y linolénico, considerándose esenciales para el ser humano, ya que son precursores de otros ácidos grasos como el araquidónico (AA) y el docosahexaenoico (DHA); estos mismos (AA y DHA) son de suma importancia ya que participan en el desarrollo

neuronal, membranas celulares y parte del cuerpo de espermatozoides. Resaltándose que existen cantidades muy bajas en carnes de otras especies (Vargas y Chauca 2006).

2.2.1. Composición química de la carne

Este análisis de la carne, nos permite conocer el contenido de agua, proteínas, lípidos y cenizas, brindándonos mayor conocimiento de esta y sus variaciones respecto a su genética. Esto nos facilita poder elegir la carne más apropiada, según su composición, y acorde a los diversos tipos de dieta y sus requerimientos (Flores *et al.,* 2017).

El contenido de proteína encontrado en carne de cuy es de 19.49%, siendo mayor a la carne de porcino (14.1%) y del bovino (18.8%). Higaonna *et al.* (2008), realizó el análisis de la composición química de la carne y piel de cuy; así como, de aminoácidos, grasa muscular, colesterol y minerales, señalando lo siguiente:

- Se determinó en la carne 74.64% de humedad, 19.49% de proteína, 3.67% de grasa y 1.14% de minerales. Asimismo, en la piel se determinó 60.21% de humedad, 32.2% de proteína, 8.1% de grasa, y 0.4% de minerales; rangos similares a los mostrados por Chauca (2003) en el cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química del tejido muscular del cuy

Determinación	Unidad	Promedio	Máximo	Mínimo
Materia Seca	(%)	27.1	30.2	22.3
Humedad	(%)	72.7	77.7	69.8
Ceniza	(%)	1.2	1.4	1
Extracto Etéreo	(%)	3.9	8.7	1.2

Fuente: Chauca, 2003

- Los valores de humedad más altos los encontraron en la carne y piel de cuyes jóvenes, en 1.2% y de 1.9% más humedad que de adultos. Esto nos indica que la carne del cuy joven es mucho más tierna y jugosa en comparación a la de los cuyes adultos. En cuanto a los niveles de proteína, la carne de cuyes jóvenes fue superior en 0.64% más que los adultos, observándose variación respecto a la edad del cuy.

- El contenido proteico reportado en la piel de cuyes jóvenes presenta 2.64% más que los adultos. La piel siendo considerada un tejido como barrera protectora, presenta bajo contenido nutricional por su contenido proteico; siendo conformado en su mayoría por aminoácidos no esenciales, tal como, la glicina (colágeno). Sin embargo, también contiene aminoácidos esenciales, pero en menor cantidad.
- Esta carne presenta una alta digestibilidad, bajos niveles de colesterol y triglicéridos, alto contenido de ácidos grasos linoleico y linolénico, siendo estos, componentes esenciales para el ser humano y de suma importancia para el desarrollo neuronal.
- Por su parte, el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud (INS) indicó que, la carne de esta especie andina presentó valores de 78.1% de agua; 19.0% de proteína; 1.6% de grasa; 1.2% de minerales y 0.1% de carbohidratos totales y disponibles (FAO, 2012).

2.2.2. Grasa

Las grasas o lípidos son ácidos grasos con esteres de glicerina o glicerol. La digestión y absorción de los lípidos son procesos esenciales para la obtención de energía y nutrientes en monogástricos, comenzando con la emulsificación y terminando con la formación de quilomicrones. La digestión de las grasas empieza en el estómago, cuyos movimientos peristálticos realiza una separación mecánica de los lípidos de los demás nutrientes, seguida por el intestino delgado, donde la emulsión de grasas se hidroliza gracias a la acción de las lipasas pancreáticas y de los ácidos biliares que reducen la tensión superficial de las grasas, siendo la lipasa pancreática la principal responsable de la degradación de triglicéridos en ácidos grasos y glicerol, ya que facilita su absorción (Cabezas *et al.,* 2019).

La hidrólisis de los triglicéridos no es total, sino que se forman unas micelas cuando los ácidos grasos y los monoglicéridos se agrupan con los ácidos biliares, estas micelas facilitan el transporte de los lípidos a las células intestinales (enterocitos) donde son posteriormente absorbidas, aumentando la eficiencia de la digestión lipídica. Dentro de los enterocitos, estos lípidos son transportados a través de membranas celulares, donde son reesterificados a triglicéridos; siendo esto, crucial para la posterior formación de quilomicrones que serán los encargados de llevar los lípidos al sistema linfático y sangre (Wall *et al.,* 2008).

El transporte y distribución de los lípidos hacia el sistema circulatorio es a través de quilomicrones; estos son lipoproteínas que se forman en el intestino delgado y son responsables de transportar los triglicéridos desde la dieta hacia los tejidos periféricos como el tejido adiposo y muscular, siendo crucial para su uso como fuente de energía y almacenamiento. Las lipoproteínas como VLDL (Lipoproteínas de Muy Baja Densidad, son sintetizadas en el hígado y transportan triglicéridos, convirtiéndose en LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad, esta transporta colesterol "malo" a los tejidos) y HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad que recogen el exceso de colesterol "bueno" de los tejidos y lo devuelven al hígado), siendo crucial para la salud cardiovascular (FAO, 1997).

La beta-oxidación y la síntesis lipídica son procesos fundamentales que les permite a los monogástricos obtener energía y almacenar reservas a partir de los lípidos; esta beta-oxidación sucede a nivel mitocondrial mediante el cual los ácidos grasos se degradan en unidades de dos carbonos, siendo conocidas como acetil-CoA, la cual ingresa al ciclo de Krebs para generar ATP y cubrir las necesidades energéticas del organismo. La síntesis de lípidos sucede a nivel del citoplasma celular, donde el acetil-CoA se transforma en ácidos grasos y luego en triglicéridos y fosfolípidos; siendo esto fundamental para formar membranas celulares, hormonas, otras moléculas vitales (Pérez, 2021).

El tejido adiposo es el principal lugar donde se almacenan los lípidos, siendo los triglicéridos utilizados como reservas energéticas; los ácidos grasos son liberados en momentos de ayuno, actividad física o en diferentes etapas reproductivas, proporcionando así, energía al organismo cuando es necesario, además, los monogástricos no pueden sintetizar ciertos ácidos grasos (linoleico, linolénico) y deben obtenerlos a partir de la dieta. Es así, que el metabolismo lipídico en monogástricos nos permite la generación de energía a partir de ácidos grasos y el almacenamiento de lípidos como reservas de energía vital, contribuyendo a la síntesis de compuestos esenciales como hormonas y estructuras celulares.

En la carne encontramos la grasa expuesta en diferentes presentaciones: grasa extracelular, como tejido conjuntivo, tejido de depósito y grasa intramuscular, el cual contribuye con el marmoleo de la carne como gotas de grasa. Se observa relación inversa entre el contenido de grasa y agua que vendrían a ser los componentes con alta variabilidad dentro del animal (Gil, 2010).

La grasa se presenta como segundo componente de la carne, siendo considerada de suma importancia. La grasa presente en la carne, esta influenciada por la temperatura ambiental, tipo de alimentación empleada y la especie animal, entre otros. El sexo influye altamente en la formación y acumulación de tejido adiposo, presentándose en mayor cantidad para las hembras en comparación con los machos; también se menciona que la grasa de la canal de cerdos y ovinos, es básicamente subcutánea y de cobertura, por lo tanto, puede ser separada, caso contrario pasa con la de vacuno, en la que predomina la grasa intramuscular. En esta última (grasa intramuscular) se observó la predominancia de los ácidos grasos insaturados, que se ve incrementado con el tipo de dieta. Esta influencia de la alimentación es mucho más frecuentada en monogástricos.

Según reporte de Aceijas (2014), determinó que el contenido de grasa en cuyes jóvenes fue de 2.74 % y en adultos de 4.60 %; considerándose bajo en los animales jóvenes y alto en los de mayor edad. El cuy criollo presentó menos grasa, siendo esto entre 2.0 y 2.55% para joven y adulto, respectivamente.

2.2.3. Ácidos grasos

Los ácidos grasos (AG) son los componentes de la grasa, siendo estos, ácidos orgánicos con una cadena de hidrocarburos alifático por un lado y un grupo carboxilo (-COOH) terminal por el otro. Cuando la cadena alifática contiene solo moléculas de hidrogeno, sin presentar ningún enlace de carbono se denomina AG saturado, presentado con doble enlace de carbono (AG monoinsaturado) y cuando presentan más enlaces dobles (AG poliinsaturados) (De Caterina, 2011).

Los ácidos grasos insaturados suelen presentar mayor actividad química, debido a su tipo de enlace. Su punto de fusión se ve disminuido a medida que poseen más dobles enlaces (AG poliinsaturados), también aumenta su sensibilidad a reacciones oxidativas. Siendo su punto de fusión menor a los AG saturados. Debido a la presencia de dobles enlaces, es posible que presente isomerismo geométrico (cis o trans) y posicional, siendo diferenciado el cis, cuando los átomos de hidrógeno están al mismo lado de la cadena de carbono en los enlaces dobles, siendo lo contrario en la posición trans (Badui, 2006).

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) se subdividen en Omega 6 (ω6) y Omega 3 (ω3), siendo estos considerados como esenciales debido a que el humano no los produce,

motivo por el cual deben ser incorporados dentro de la dieta (Connor, 2000). La relación entre los ácidos grasos omega-6 y omega-3 es determinante para la regulación de la respuesta inflamatoria. Ambos sustratos compiten por las mismas rutas enzimáticas para su incorporación en las membranas celulares, por lo que un consumo excesivo de omega-6 desplaza al omega-3 (antinflamatorio), alterando la composición lipídica de la bicapa. Dado que el omega-6 es el precursor metabólico del ácido araquidónico, este exceso favorece la síntesis de eicosanoides proinflamatorios, tales como la prostaglandina E_2 (PGE_2) y leucotrieno B_4 (LTB_4), lo cual predispone al organismo a disfunciones metabólicas e inflamación crónica (Simopoulos, 2016).

Por tanto, un consumo excesivo de omega 6 puede aumentar el riesgo de diabetes, obesidad, resistencia a la leptina, enfermedades cardiovasculares, asma y artritis. Para evitar estos efectos, se recomienda reducir los aceites vegetales refinados y aumentar el consumo de pescados azules, nueces y semillas ricas en omega-3 (De Lorgelin y Salen, 2012).

Considerándose así, mediante diversas referencias bibliográficas, que, la carne es un producto que contiene al menos 1 g de AGT/100 g. Al analizar estos efectos del consumo de ácidos grasos trans (AGT) en la salud humana, se llegó a considerar con efectos adversos, e inclusive se indicó que causaban más daño en comparación con las grasas saturadas; esto se vio reflejado sobre todo en alteraciones del perfil lipídico en sangre, del sistema cardiológico y endocrinológico, relacionado intimamente con la diabetes mellitus, la presentación de ciertos tipos de cáncer y sobre todo en la obesidad (Ballesteros *et al.,* 2012).

Por otro lado, la carne contiene ácidos grasos insaturados (AGI) que participan en diversos procesos metabólicos beneficiosos para la salud humana. Las grasas de los rumiantes son fuentes naturales de algunos de estos ácidos grasos, como el ácido oleico (C18: 1, cis-9) e isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA), especialmente C18: 2 cis-9, trans-11 (Doreau y Chilliard, 1997).

2.2.4. Ácidos grasos poliinsaturados

Los AGPI como el linoléico, linolénico, araquidónico, poseen isomerismo cis- cis, y se asocia a los ácidos grasos esenciales, siendo estos de suma importancia para el

desarrollo y mantenimiento de animales y humanos, puesto que, no pueden ser producidos por su propio cuerpo. Los ácidos grasos insaturados como el eicosapentaenóico (EPA) y docohexaenóico (DHA), son conocidos por la capacidad de formar eicosanoides, cuyos beneficios radican en la prevención de diversas enfermedades (Ranken, 2003).

Según Gil (2010), lo esencial de los AGPI fue expuesta en manifiesto al someter a ratas a dietas sin AG esenciales omega-3 y omega-6, produciéndose cuadros de epidermis severa, bajo crecimiento, perdida de pelaje, bajo peso y finalmente su muerte; sin tener mayor relevancia. Años más tarde su esencialidad fue probada en humanos, donde a un grupo de lactantes se le suministró solo grasa láctea y al otro grupo, leche más grasa vegetal (aceite de maíz), los del primer grupo presentaron bajo peso, resequedad en la piel, irritables y con mayor apetito; siendo así, al segundo grupo donde se les incorporó el aceite de maíz mostraron mayor peso, pero con problemas dermatológicos. Al suministrársele ácido linoleico y ácido araquidónico para ambos grupos, mostró que se normalizó su peso y las alteraciones dermatológicas presentadas por ambos grupos (Gil, 2010).

Años después, se comenzó a investigar más sobre los ácidos grasos y su impacto en la salud. Los AGPI están divididas en 12 familias cuyas diferencias radican en la posición expresada de sus enlaces dobles (Gil, 2010). En su mayoría puede ser sintetizados por el cuerpo humano, a excepción del omega 3 y 6, estos, al no lograr ser producidos o sintetizados por el propio organismo son denominados ácidos grasos esenciales. La ingesta adecuada de AGPI se considerada de 6% a 11% del total calórico, previniendo su deficit con un consumo del 2.5% al 3.5% (FAO, 2012).

Connor (2000), afirmó la esencialidad de la omega 3, teniendo gran influencia en la presentación de las cardiomiopatías coronarias, en especial por su efecto de inhibir la síntesis de citoquinas y mitógenos, siendo estas una de sus propiedades antitrombóticas y con propiedades antiinflamatorias. Siendo sumamente importantes durante el desarrollo del ser humano en el útero, y con efectos antiarrítmicos donde su estudio desarrolla gran importancia en la prevención de muerte a causa de fibrilación ventricular. Otros autores también afirmaron que los AG omega 3 brindados por la dieta son beneficiosos reduciendo los niveles de triglicéridos y actividad plaquetaria en sangre de pacientes diabéticos (De Caterina, 2011).

Finalmente, se concluyó que los AG como el omega 6 y 3 son imprescindibles para la salud, siendo el ácido linoleico, considerándose el precursor del resto y de los más importantes dentro de los omegas 6, conteniendo 18 átomos de carbono y denominado omega 6 por su primer enlace doble con seis carbonos del extremo metilo (CH_3). Como se menciona por la FAO (2012) y en estudios de Elmadfa y Kornsteiner (2009), es recomendable consumir omega 3 (al menos 2.5% del total calórico) preventivamente, ya que en su déficit se pueden presentar problemas en la salud; por el contrario, al tener un consumo mayor al 2.5% se reportaron mejoras en la salud a largo plazo, reduciéndose así los niveles de colesterol, lográndose disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares en especial la enfermedad coronaria.

2.3. ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA)

El CLA es un ácido graso insaturado octadecadienóico (ácido linoleico), perteneciente a la familia omega 6 (el primer enlace doble está presente en el carbono seis a partir del grupo metilo). El CLA, es producido como consecuencia de la biohidrogenación incompleta del ácido linoleico (C18: 2 cis-9, cis-12). La biohidrogenación en rumiantes se da gracias a la bacteria *Butyrivibrio fibrosolvens*, uno de los microorganismos más importantes en la bioconversión del ácido linoleico en CLA, presente en el rumen de estos animales (Doreau y Chilliard, 1997; Scollan *et al.,* 2006), así como también, en otras especies tal como en el cuy, el cual realiza fermentación; gracias a los microorganismos que habitan estos tejidos es por lo que existe la producción de CLA. Este proceso se da más aun en animales herbívoros que suelen realizar la fermentación del pasto o alimento consumido (Kay *et al.,* 2002; Diezma-Iglesias, 2007).

El término "conjugado" esta referido en la alternación junto a un enlace sencillo, es decir que los dobles enlaces no están separados por un grupo metileno (-CH2-) como si en el ácido linoleico (omega 6). Esta diferencia hace que el CLA no se convierta en ácido araquidónico y no genere eicosanoides proinflamatorios (Obregon y Valenzuela, 2009).

El nombre CLA es designado a un grupo de aproximadamente 28 isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico (C18:2, cis-9, cis-12 ácido octadecadienoico) con dobles enlaces conjugados. Dichos isómeros son cis-9, cis-11 / cis-10, cis-12 / cis-10, trans-12 / cis-11, cis-13 / trans-9, cis-11 / trans-9, trans-11 / trans-10, trans-12 / cis-9, trans-11 / trans-10, cis-12 (Grammil *et al.,* 2010)**;** destacando

biológicamente este último par debido a los efectos producidos por su consumo (reducción de grasa corporal y mejoras metabólicas. Asimismo, se presentan, el cis-9, trans-11 como el más abundante, abarcando del 80 al 90 % del total de CLA, y el trans-10, cis-12 del 3 al 5 % en lípidos de la leche y derivados, así como en carne y grasa de rumiantes como en ovino y bovino, constituyéndose, así como una de las principales fuentes de origen, pudiendo verse afectados por el tipo de dieta, edad, raza y estación climática (Salamon *et al.,* 2012).

El ácido ruménico (isómero cis-9, trans-11), un metabolito intermediario, es el isómero más abundante sintetizado y es absorbido e incorporado a tejidos, como también sometido a reacciones de biohidrogenación para formar ácido vaccenico (trans-11 octadecanoico). Tal como se observa en la figura 1, luego de la absorción del ácido vaccénico, este, es acumulado y convertido en cis-9, trans-11 que al adicionarse un doble enlace cis en posición 9, gracias a la acción de la enzima 9 desaturasa encontrada en el intestino, glándulas mamarias, hígado y tejido adiposo (Bauman, 1999; Coackley *et al.,* 2003).

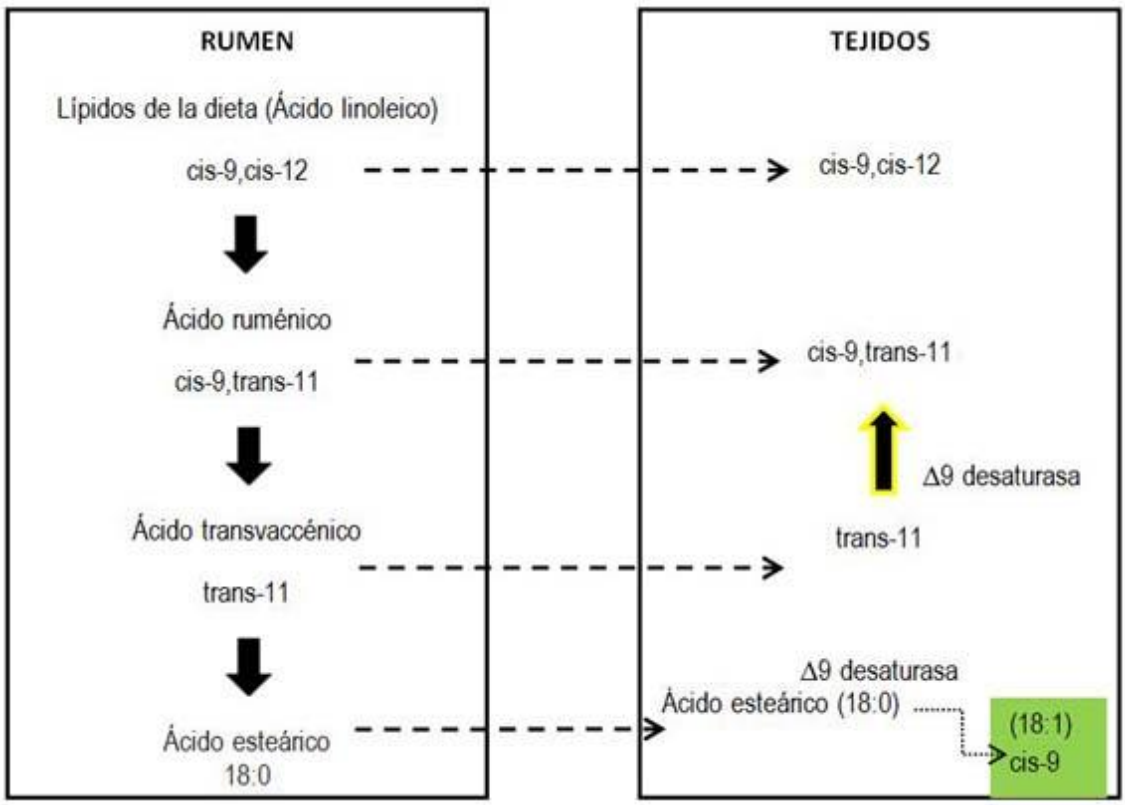


Figura 1. Síntesis de CLA por microrganismos del rumen de bovinos (Bauman, 1999)

2.3.1. CLA en otras especies

El principal origen del CLA son los productos derivados de animales poligástricos y rumiantes (ya que pueden realizar la biohidrogenación del ácido linoleico en su estómago), sin embargo, se han logrado encontrar cantidades de CLA muy pequeñas en sus derivados como leche, carne o huevos de no rumiantes (Diezma-Iglesias, 2007). Se reportaron valores en carne de rumiantes como en la de cordero (5.6 mg CLA/g de grasa) y en la carne de vacuno (2.9 a 4.3 mg CLA/g de grasa). En cuanto a la carne de no rumiantes, tal como, el pollo (0.9 mg/g de grasa) y el cerdo (0.6 mg/g de grasa), observándose diferencias por especies en los niveles de CLA, tal como se puede apreciar en el cuadro 4; estas diferencias se presentan porque los rumiantes al realizar la fermentación por biohidrogenación se consideran los mayores productores de CLA, en comparación al no rumiante (Hur, 2007; Paz, 2009).

Cuadro 4. Niveles de CLA en diferentes especies animales y subproductos

Especie	CLA (mg/g Grasa)	Bibliografía
Vacuno	2.9 - 4.3 mg CLA/g	Hur, 2007
Oveja	5.6 mg CLA/g	Hur, 2007
Vacuno carne	2.9 - 4.3 mg CLA/g	Gómez, 2009
Vacuno queso	2.9 - 7 mg CLA/g	Gómez, 2009
Vacuno leche	5.5 mg CLA/g	Gómez, 2009
Vacuno leche	8.5 – 9.8 mg CLA/g	Martínez *et al*., 2010
Oveja	5.8 mg CLA/g	Paz, 2009
Vacuno	4.3 mg CLA/g	Paz, 2009
Ternera	2.7 mg CLA/g	Paz, 2009
Pollo	0.9 mg CLA/g	Paz, 2009
Cerdo	0.6 mg CLA/g	Paz, 2009
Yema de huevo	0.6 mg CLA/g	Paz, 2009

Fuente: Propia

En el caso de los cuyes, no solo son una adecuada fuente de proteína de origen animal, sino que, dentro de la amplia gama de variables nutricionales, los lípidos constituyen una parte importante de dicha alimentación (Scollan *et al.,* 2006). Se sabe que el consumo de dietas con un elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados y/o monoinsaturados, se les atribuyen características únicas, contribuyendo en el mejoramiento de la salud y

bienestar del ser humano, relacionado a la prevención de distintas enfermedades (Obregón y Valenzuela, 2009).

2.3.2. CLA en la salud

La carne contiene AGI que participan en diversos procesos metabólicos beneficiosos para la salud humana (Doreau y Chilliard, 1997). Las grasas de los rumiantes son fuentes naturales de algunos de estos ácidos grasos, como el ácido oleico (C18: 1, cis-9) e isómeros del CLA, especialmente C18: 2 cis-9, trans-11 (Kay *et al., 2002*).

La información sobre CLA en la carne de cuy es inexistente, atribuyéndoles algunas propiedades benéficas sin mayor respaldo científico; siendo su uso en diversas mejoras de salud lo que nos lleva a poder demostrar algunas de sus propiedades benéficas de esta carne, ya que, el consumo de estas es muy difundido, debido a las creencias populares. Más aun en personas que presentan diversas condiciones de salud como: anemia, cáncer, diabetes, entre otras (Belury, 2002).

El CLA y sus efectos en la salud, aun no se han visto reflejados en estudios en humanos; es por ello, que se conoce de dos teorías que intentan explicar como es que el CLA produce estos efectos. Como primera teoría se menciona que participa en la reducción de ácido araquidónico (AA) en los fosfolípidos, disminuyendo así la cantidad de AA de las membranas celulares y por lo tanto reduciéndose productos como los eicosanoides como prostaglandinas E2 (PGE2) y leucotrieno B4 (LTB 4), que están netamente involucrados en procesos de inflamación y cáncer. La segunda teoría lo plantea como un regulador de expresión genética con la capacidad de regular el metabolismo de los lípidos, el balance energético, y la función inmune. Siendo los beneficios sobre el cáncer lo más investigados dentro de todos sus beneficios sobre la salud. La alimentación basada en una conjunto de isómeros CLA demostró prevenir la formación de tumores en la glándula mamaria, estómago y piel (Wall *et al.,* 2008). Sin embargo, aún existen pocos estudios realizados en humanos.

La presencia de compuestos que puedan ser reconocidas como parte de las características de calidad de la carne de cuy, puede lograr incrementar los estudios de la composición de su carne y así poder elevar su valor comercial, y de esta manera la explotación de esta especie podría incrementar los ingresos de los productores dedicados

a esta especie. Siendo los productores de cuyes, familias con bajos recursos económicos, que, al tener acceso a mejores oportunidades en el mercado, podrán lograr un desarrollo integral y mejorar su calidad de vida.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO Y PERIODO DE DURACIÓN

Los animales del estudio procedieron de una granja ubicada en Manchay Bajo, distrito de Pachacamac, Lima. El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Zootecnia y Producción Agropecuaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El laboratorio se encuentra localizado en el distrito de San Borja, provincia de Lima, departamento de Lima. El estudio se ejecutó entre el mes de septiembre y noviembre del 2024.

3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 30 carcasas de cuyes mejorados de engorde, machos destinados al beneficio, con una edad y peso promedio de 85 días y 900 g, respectivamente. El tipo de

crianza es intensiva, con una dieta basada en forraje verde y alimento balanceado, alimentados con 150-200 g de forraje y 50 g de alimento balanceado por individuo. El alimento balanceado estuvo compuesto de afrecho de trigo, torta de soya, harina de maíz, germen de trigo, gluten, metionina, carbonato de calcio, sal y vitamina C.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este estudio fue de tipo observacional descriptivo, puesto que los datos encontrados en las muestras de la población fueron recolectados sin realizar ningún tipo de manipulación a su entorno, prospectivo y transversal ya que todos los procesos fueron realizados y analizados en el mismo momento. Se utilizó un diseño de muestreo pareado, evaluándose la carcasa completa (músculo, piel, grasa abdominal y visceral) y el músculo (músculos de toda la hemicanal) de cada individuo. Las variables evaluadas fueron: humedad, materia seca, extracto etéreo, ácido linoleico conjugado (CLA) total y CLA en grasa.

3.4. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

3.4.1. Preparación de la muestra

Luego del beneficio, cada individuo fue dividido en dos, cada hemicanal se colocó en una bolsa hermética tipo Ziploc, las cuales fueron rotuladas con los datos del espécimen y se mantuvo en refrigeración (4°C, aproximadamente) con ayuda de geles refrigerantes, hasta su transporte al laboratorio para su procesamiento.

Cada hemicanal fue lavada con agua destilada para eliminar la mayor parte de material extraño, sangre y pelos presentes.

3.4.1.1. Pelado

Una vez limpia cada hemicanal se procedió a realizar el eviscerado (retiro de vísceras, cabeza y extremidades), luego se retiró toda la piel de cuerpo y extremidades, incluyendo la mayor cantidad de grasa presente y adherida a esta, junto a la grasa abdominal que rodeaba las vísceras (sin utilizar las vísceras como tal), reservándolo para el siguiente proceso; lo mismo se realizó con los músculos de las diferentes zonas del cuerpo de toda la hemicanal, separándolo de los huesos, que no se tomaron en cuenta para este proceso (Figura 2 y 3).



Figura 2. Eviscerado y separación de la piel del cuy



Figura 3. Retiro de carne de la piel y huesos

3.4.1.2. Cortado

El fundamento de esta etapa es la reducción del tamaño de la muestra, esto se realizó con el propósito de que en la siguiente operación haya una mayor facilidad de procesamiento. Se obtuvo dos muestras por cada carcasa de cuy, en la primera se incluyó solo la carne de cuy obtenida de una hemicanal y en la segunda muestra se incluyó la carne, piel y toda la grasa posible (muscular, abdominal y visceral) (Figura 4 y 5).



Figura 4. Reducción de la carne de cuy



Figura 5. Reducción de carne, piel y grasa visceral del cuy

3.4.1.3. Rotulado

Cada muestra obtenida de cada hemicanal fue rotulada con su nombre (sea músculo o carcasa completa), especie, numero de muestra y peso para poder determinar la perdida de humedad luego de realizar el proceso de desecación.

3.4.2. Análisis de la harina de carne

Los procedimientos empleados para este análisis fueron metodologías normalizadas de la AOAC, 1997. Se determinaron los contenidos de humedad y materia seca mediante la desecación de las muestras, así también su conversión en harina para luego determinar el contenido de grasa de la harina de carcasa completa y músculo de cuy. A continuación, se expresan los procedimientos realizados.

3.4.2.1. Materia seca

Se determinó el contenido de humedad y materia seca usando el método AOAC 934.06 (AOAC, 1997). Se diseccionó todas las muestras de la carcasa y músculo de cuy. En una cápsula de porcelana se pesó entre 100 a 200g de muestra de carcasa y músculos de cada cuy, estos fueron sometidos a secado por 48 h (60°C bajo presión 100 mmHg (13.3 kPa)) en un horno ThermoScientific® 29 con acople de vacío hasta obtener peso constante.

Después se realizó el proceso de desecación por 30 minutos, para ello se utilizaron dos kitasatos (destilador de vacío) de 1000 ml empacados con sílica comercial, siendo posteriormente enfriadas y pesadas con una balanza de precisión, anotándose el peso de la cápsula. (Figura 6 y 7).



Figura 6. Secado de muestra de carne



Figura 7. Pesado de muestra

La determinación de la humedad se realizó con la siguiente formula:

$$(\%\, h) = \frac{(PC\ + PM\ (fresca)) - (PC + PM(seca))}{PM\ fresca\ (g)}$$

Donde:

H: humedad

PC: peso cápsula

PM: peso de la muestra

El contenido de materia seca se realizó con la siguiente formula:

Materia seca = 100 - % humedad.

En un molino tipo Willey, las muestras secas tanto de carne como de carcasa fueron molidas, obteniéndose así la harina de cada muestra, siendo mantenidas en congelación (-20°C) para su conservación hasta el momento de ser evaluadas.

3.4.2.2. Determinación de extracto etéreo

Se secó por 48 h un frasco de vidrio, se puso en la campana desecadora por 30 minutos y se pesó en la balanza de precisión modelo Adam, marca Leafar Technology.

Se peso un gramo de cada muestra previamente desecada en papel filtro y se colocó en el interior de los frascos, se añadió 30 a 40 ml de éter de petróleo y se colocó una tapa hermética, asegurándose con parafilm.

Se mantuvo las muestras durante 48 h en contacto con el éter de petróleo, después de este periodo se procedió a abrir los frascos y al asegurarnos que el éter de petróleo se evaporó se procedió a secar en la estufa a 60 °C por 12 h, para asegurarnos de eliminar los residuos de éter, pesando posteriormente los frascos.

El porcentaje de extracto etéreo se calculó según la siguiente ecuación:

$$Extracto\ etéreo\ (\%) = \frac{\mathrm{P1} - \mathrm{P2}}{\mathrm{P}} x\ 100$$

Donde:

P_1= Peso del vaso con el extracto etéreo o residuo de grasa de la muestra

P_2= Peso del vaso vacío

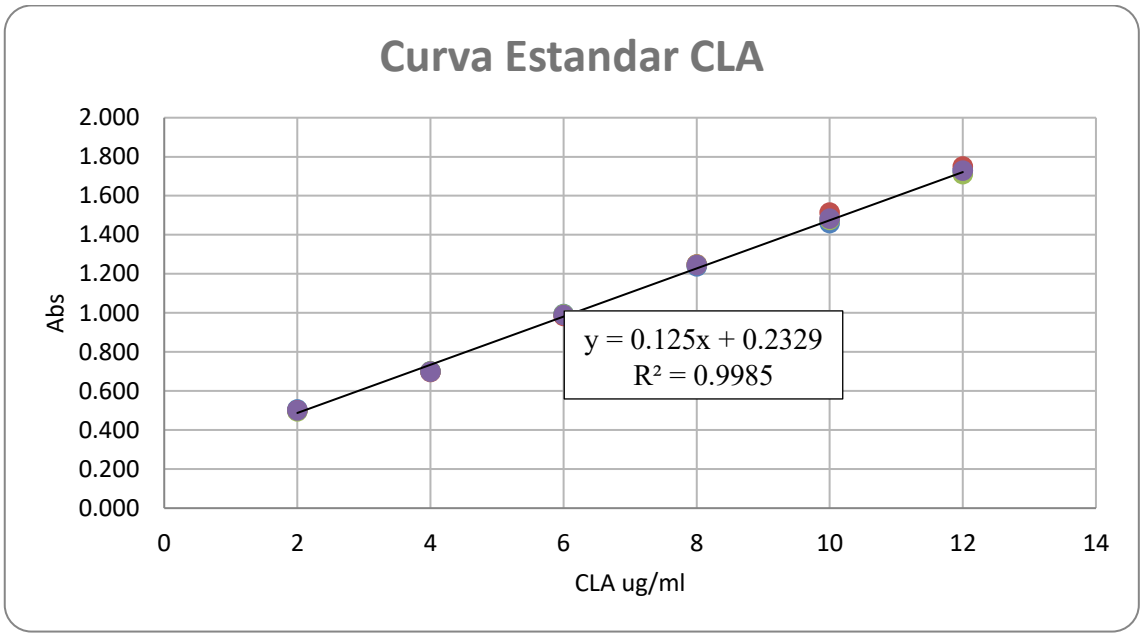
P= Peso de la muestra empleada.

3.4.3. Determinación de CLA

Se empleó la técnica de determinación rápida de concentración de CLA total en grasa, descrita por Aldai *et al.* (2007). Para este procedimiento primero se utilizó un vortex mixer (marca Labnet), con ello se homogenizó cincuenta miligramos de EE tomada de la muestra (durante 1 minuto en 5 ml de alcohol reactivo), luego con ayuda de una centrifuga DM0412 DLAB, se centrifugó las muestras (1000 × g durante 5 min), se tomó una alícuota del sobrenadante y diluyó a 0.5 mg/ml^{-1} en alcohol reactivo (etanol al 90%, metanol al 5%, isopropanol al 5%) (Lucas y Ridout, 1970).

Se desarrolló una curva estándar (cuadro 5) usando aceite CLA (65% de CLA total con cantidades iguales de isómeros cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12). Se diluyó aceite CLA en alcohol reactivo en un rango lineal (0.002 a 0.0125 mg de CLA ml^{-1} alcohol reactivo). Donde los rangos abarcaron las concentraciones de las muestras del estudio.

Cuadro 5. Determinación de la curva estándar de CLA



La absorbancia de la muestra se midió a 233 nm usando un espectrofotómetro marca Biobase® y se determinaron las concentraciones de CLA comparando absorbancias y concentraciones de las muestras; este procedimiento se realizó en carne y carcasa completa de cuy para su posterior comparación.

La concentración de CLA en el EE se determinó con la siguiente formula:

$$CLA\ en\ EE(\%) = Absorbancia\ x\ factor$$

Donde:

CLA en EE (%): Ácido linoleico conjugado en extracto etéreo

El contenido de CLA total se determinó con la siguiente formula:

$$CLA\ (\%) = \frac{\%\ \text{EE} * \text{CLA en EE}\ (\%)}{100}$$

Donde:

CLA (%): contenido total de ácido linoleico conjugado

CLA en EE (%): contenido del CLA en el EE

3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos fueron colocados en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Se realizó una prueba de normalidad Shapiro Willks a los datos obtenidos para determinar si seguían la distribución normal, los datos que no seguían la distribución normal fueron normalizados y analizados mediante el modelo de línea general. Las variables humedad, materia seca, extracto etéreo, ácido linoleico conjugado (CLA) y CLA en grasa en carcasa completa y musculo de cuy fueron comparadas a través de una prueba de *t* de student pareada utilizándose un nivel de significancia del 95 %.

IV. RESULTADOS

Los análisis proximales de las muestras analizadas evidencian un porcentaje de humedad en el musculo (75.2%) respecto a la carcasa completa (62.7%), es decir el musculo tiene aproximadamente 19.9% más de humedad que la carcasa completa. Por ende, los porcentajes de materia seca son mayores en carcasa completa (37.3%). En cuanto al porcentaje de grasa es mayor en la carcasa completa (38.4%) en comparación al músculo (13.9%). Esto quiere decir que la carcasa completa tiene 176.3 % más grasa, respecto al músculo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición de la carcasa y músculo de cuy

	Carcasa completa	**Músculo**
N° muestras	30	30
Humedad (%)	62.7[a]	75.2[a]
Materia seca (%)	37.3[a]	24.8[b]
Extracto etéreo (EE) (%)	38.4[a]	13.9[b]
CLA (%)	1.7[a]	0.5[b]
CLA en EE (%)	4.3[a]	3.3[b]
Grasa (mg CLA/g)	43.5[a]	35.5[b]

Letras diferentes (a, b) en las filas significa representan diferencia estadística entre grupos

Los porcentajes de CLA en las muestras de carcasa completa (1.7%) fueron mayores que músculo (0.5%) en 68.75%. En cuanto al porcentaje de CLA respecto a la grasa total; la carcasa completa presentó 4.3% y el músculo 3.3%, siendo mayor en 30.3%. Los niveles de CLA expresados en mg CLA/g de grasa en carcasa completa fueron 43.5 mg CLA/g grasa y en músculo 35.5 mg CLA/g grasa; siendo mayor en la carcasa completa en 22.5% respecto al músculo.

V. DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos de grasa tanto en músculo como en carcasa completa, fueron esperadas, ya que, a pesar de ser muestras de la misma especie y con características similares, la composición de cada muestra fue distinta; ya que, la carcasa completa estuvo compuesta de piel, músculo, grasa abdominal y grasa visceral (perirenal, pericárdica); a diferencia de las otras muestras tomadas solo del tejido muscular (abarcando todo el tejido muscular disponible en una hemicanal). Esto quiere decir que los porcentajes obtenidos son influenciados por los componentes de las muestras trabajadas, encontrándose diferencia en los valores de grasa reportados en carcasa completa y músculo; siendo habitualmente encontrados mayores valores de grasa tanto en piel como grasa abdominal y visceral. Así también, Higaonna *et al.* (2008) presento su evaluación de piel y músculo de forma independiente, donde determinó que los valores de grasa resultaron mayores en la piel de cuy (8.1%), respecto al músculo (3.7%).

En cuanto al mayor contenido de grasa obtenido a nivel muscular respecto a lo habitualmente encontrado en carne de cuy (considerada magra), se relaciona a que se utilizó los músculos de toda la hemicanal (músculos esqueléticos tales como las obtenidas de la región dorsal, intercostal, abdominal, miembros anteriores y posteriores), y generalmente en los diferentes estudios con el mismo propósito, se suelen tomar muestras en su mayoría del músculo *Longissimus dorsi*, ya que, con este músculo se suele evaluar la calidad de carne y su composición de ácidos grasos en otras especies, así como su uso

para determinar el infiltrado de grasa intramuscular o marmoleo presente, crucial en especies como del bovino y porcino (Bostami *et al.,* 2023).

Las muestras fueron obtenidas de carcasas de cuyes mejorados de crianza intensiva destinados al beneficio (es decir, una misma línea genética, tamaño, peso y condición corporal), pudiendo esto influenciar en el engrasamiento encontrado al momento de la toma de muestras. Estudios previos utilizando 3 diferentes líneas genéticas (Criollo, andino y peruano mejorado), reportaron un contenido mayor de grasa en cuyes mejorados; es decir, el genotipo influencia en cierta medida el porcentaje de grasa en la carcasa de cuy: cuyes mejorados tienden a reportar niveles mayores de grasa en comparación a otras líneas genéticas (cuy peruano mejorado es de 8.56%, del criollo 7.93% y del andino 7.66%) (Flores *et al.,* 2017).

Por otro lado, relacionado a la edad al momento del beneficio, los cuyes utilizados en el presente estudio tuvieron un promedio de 85 días de edad y un kilogramo de peso vivo aproximadamente; similar a lo que se menciona para algunas razas son más precoces y llegan a las 8 semanas con más de un kilogramo de peso vivo (Chauca *et al*., 2005). Se consideraría entonces que los cuyes utilizados en el presente estudio eran relativamente mayores respecto a los comúnmente encontrados en el mercado; por ende, podrían presentar mayor contenido graso influenciado por la edad, puesto que se han reportado valores bajos de grasa en animales jóvenes comparado con los de mayor edad (2.74% vs 4.60% respectivamente) (Higaonna *et al*., 2008; Aceijas, 2014).

Según estudios realizados por Parra *et al.* (2016) obtuvieron resultados del análisis proximal que indican que las vísceras de cuy presentan altos niveles de proteína (25.8%) y grasa (54.8%); estos niveles fueron obtenidos de vísceras de cuy siendo mayores a los encontrados en el presente estudio, donde se utilizó un tipo de muestra diferente; esto puede ser debido a que en las muestras de carcasa completa se consideró todo el contenido graso proveniente de músculo, piel, grasa en piel, grasa contenida en vísceras abdominales y en órganos reproductivos; teniendo influencia la grasa visceral utilizada en nuestro estudio .

Además, Parra *et al*. (2016) indicaron en su estudio en vísceras de diferentes especies, que las vísceras de cuy poseen un elevado contenido de grasa (54.84%), lo que

corroboraría lo ya investigado por otros autores que reportaron un alto contenido graso en visceras de diferentes especies incluyéndose el cuy (Sathivel *et al.,* 2002; López *et al.,* 2006; Thammapat *et al.,* 2010). Generalmente el cuy posee alto contenido energético y lipídico, principalmente de ácidos grasos saturados y poliinsaturados correspondiente a la digestión de los alimentos brindados para su alimentación (Kouakou *et al.,* 2013).

Según Gallo-Garcia *et al.* (2015), mencionan al cuy como uno de los animales con menor concentración de grasa (7.8%), a comparación del cerdo (37.3%), ovino (31.1%), vaca (21.8%), oveja (31.1%) y cabra (9.4%). Valores que son de suma importancia en la salud humana considerando que la FAO (2012) recomienda el consumo de al menos 20 a 35% de grasas totales, aun siendo poco suficiente para llegar a la ingesta diaria, sin embargo, la carcasa de cuy aporta gran cantidad de AGPI (al menos 42.74%).

Este análisis experimental es el primer acercamiento en la determinación del CLA en cuyes. El presente estudio realizado reporta que a nivel de carcasa completa el porcentaje de CLA en la muestra es de 1.7%, y a nivel de carne es de 0.5%; encontrándose a nivel de carcasa completa un porcentaje de CLA en la grasa aislada de 4.3%, y a nivel de carne de 3.3%; esta diferencia se debe a que el CLA al ser un ácido graso lo podemos encontrar en mayores concentraciones a nivel de la grasa aislada de las diferentes muestras que trabajamos. Considerándose también 43.5 y 35.5 mg CLA/g grasa (carcasa completa y carne de cuy respectivamente), estos valores fueron comparados frente a diferentes autores.

Según Mamani *et al.* (2014) mencionan, además, que el contenido de CLA fue 1.2 y 1.0% de los AG totales para grasa intramuscular (IMF) y grasa perirrenal (PRF) de alpacas, respectivamente. Estos valores oscilaron dentro de los rangos reportados por Schmid *et al.* (2006), quienes resumen la concentración de CLA de la carne de diferentes especies animales habitualmente utilizadas en la dieta humana. Por ejemplo, la carne de rumiantes tiene niveles más altos de CLA que la carne de no rumiantes; tal es el caso del cordero (4.3 - 19 mg/g de grasa) y ligeramente más baja, la carne de res (1.2 - 10 mg/g de grasa). El contenido de CLA de la carne de cerdo, pollo y caballo suele ser inferior a 1 mg/g de grasa. Mientras que el pavo parece tener un contenido de CLA relativamente alto (2 - 2.5 mg/g de grasa).

Estos mismos autores reportaron concentraciones de CLA en carne de rumiantes como en la de cordero (5.6 mg CLA/g de grasa) y en la carne de vacuno (2.9 a 4.3 mg CLA/g de grasa). En cuanto a la carne de no rumiantes, tal como, el pollo (0.9 mg/g de grasa) y el cerdo (0.6 mg/g de grasa), también se observan diferencias por especies en los niveles de CLA, tal como se puede apreciar en el cuadro 5; estas diferencias se presentan porque los rumiantes al realizar la fermentación por biohidrogenación se consideran los mayores productores de CLA, en comparación al no rumiante, cuyo metabolismo es influenciado por el tipo de dieta que reciben y la salud intestinal que presenten (Hur, 2007). Todo ello se vería influenciado por la especie tal como lo menciona Paz (2009).

Los valores de CLA hallados en carne y carcasa de cuy del presente estudio son mayores respecto a lo reportado en diferentes especies por diferentes autores. Como se ha descrito antes, diversos estudios han mostrado diferencias notables entre animales destinados para consumo humano, tal como, poligástricos (bovino, cordero, alpaca) y monogástricos (porcino, pollo). Sin embargo, no se han reportado estudios sobre el contenido de CLA en cuyes, siendo esto considerado como el principal motivo para realizar el presente estudio.

El CLA es un ácido graso esencial y de suma importancia para la salud humana, considerado un ácido graso poliinsaturado, específicamente un tipo de isómero del ácido linoleico (omega 6); esto nos lleva a considerar lo reportado por diferentes autores referente sobre los ácidos grasos poliinsaturados en carne de cuy, siendo superior a los ácidos grasos saturados y estos a su vez sobre los monoinsaturados (Flores *et* al., 2015; Guevara *et al.,* 2016).

En el presente estudio, los valores de CLA/g de grasa reportados en este estudio podrían estar relacionados con los porcentajes de grasa más altos a lo habitualmente reportado en el cuy. Considerando los resultados del estudio, la grasa presente en el cuy (piel, grasa visceral y abdominal), resultaría de gran importancia debido a su alto contenido de ácidos grasos que también contaría con la presencia de CLA, sumando su consumo más beneficios para la salud humana, en especial en su presentación más popular, es decir, tal como es ofrecida en su formato de carcasa completa.

Los porcentajes de CLA reportados puede verse influenciado por distintos factores como la especie, raza, edad, sexo, sistema de crianza y de alimentación, estacionalidad y

numero de muestras realizadas, tal como se señaló anteriormente por diferentes autores; también influiría la metodología y equipos empleados en los diferentes estudios que podrían generar resultados diferentes en comparación a los obtenidos mediante los protocolos empleados en el presente estudio (Aldai *et al.,* 2007; Salamon *et al.,* 2012).

Este trabajo fue realizado de una manera experimental, utilizándose una metodología basada en la obtención de resultados rápidos, precisos, economizando costos y siendo factible realizarlo en cualquier época del año y con materiales de fácil disposición en el mercado. A su vez, se mencionan como limitaciones del estudio, la metodología utilizada y el tamaño muestral; En estudios antes mencionados en la carne de otras especies, como la de rumiantes, se han aplicado otras pruebas más sofisticadas como la cromatografía líquida de alta resolución de iones de plata (HPLC-Ag) que permite determinar isómeros de CLA de manera individual. (Cruz *et al.,* 2004), mientras que en nuestro estudio se utilizó la espectrofotometría siguiendo el protocolo de Aldai *et al*. (2007) que no puede identificar isómeros y cuyos resultados no distinguen entre otro tipos de compuestos conjugados como lipoproteínas, glicolípidos y fosfolípidos, pudiendo presentar interferencias por lipemia generando turbidez y a su vez lecturas falsamente elevadas; teniendo sensibilidad limitada para detectar concentraciones muy bajas en comparación con métodos cromatográficos (Gerhardtova *et al*., 2024).

El presente estudio nos brindó un primer alcance en la utilización de esta metodología aplicada en cuyes, también se optó por utilizar muestras por triplicado, para de esta manera poder disminuir la variabilidad de los resultados; aun así, no se descarta que haya la posibilidad de poder presentar resultados con una sobreestimación, un margen de error más elevado. Por ello, se recomienda complementar y comparar este mismo estudio con metodología más sofisticada y reconocida como el "*Gold Standard*" como la cromatografía de gases (la cual se considera de gran eficacia pero costosa y con una inversión mucho mayor de tiempo, a comparación de la técnica utilizada en nuestro estudio), para poder afianzar el alcance inicial expuesto con el abordaje en este estudio, logrando hacer una estimación más acertada, lo que además podría redundar en un consumo de cuy más atractivo.

VI. CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones que se realizó el estudio, se determinó que, mediante el uso de espectrofotometría, los valores de CLA encontrados en las muestras de carcasa completa (1.7%) fueron superiores a los de musculo de cuy (0.5%) en un 68.75%, debido a su composición, debiéndose complementar con otras metodologías para poder considerarse también superior respecto a otras especies.

VII. LITERATURA CITADA

1. ***AOAC. 1997.*** Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist (AOAC).16th ed. Washington D.C.: 3rd Rev.
2. ***Aceijas L. 2014.*** Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (cavia porcellus) en la provincia de Cajamarca. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias de Producción animal. Cajamarca: Univ. Nac. de Cajamarca. 197 p.
3. ***Aguilar G, Bustamante J, Bazán R, Falcón N. 2011.*** Diagnóstico situacional de la crianza de cuyes en una zona de Cajamarca. Rev Inv Vet Perú. 22: 9-4. doi: 10.15381/rivep.v22i1.113
4. ***Airahuacho F, Vergara V. 2017.*** Evaluation of two levels of digestible energy based on nutritional standards of the NCR (1995) in growth diets for guinea pigs (Cavia porcellus) Rev Inv Vet Perú. 28(2): 255-264. doi: 10.15381/rivep.v28i2.13079
5. ***Aldai N, Rolland DC, Kramer JKG, Dugan MER. 2007.*** Rapid determination of total CLA concentration in beef fat. Can J Anim Sci 87: 181-184.
6. ***Aliaga L, Moncayo R, Rico E. 2009.*** Producción de cuyes. Fondo Editorial de la Universidad Católica sedes Sapientiae. Lima. 808 p.
7. ***Alviar J. 2010.*** Manual Agropecuario. Técnicas orgánicas de la granja integral autosuficiente. 2da ed. Bogotá: Edit. Limerin.
8. ***Argote F, Cuervo R. 2012.*** Agro industrialización de la carne de cuy. Cali: Rev Guillermo de Ockham. 10 (2): 217-218.
9. ***Avilés D. 2016.*** Caracterización genética del cuy doméstico en América del Sur mediante marcadores moleculares. Tesis Doctoral. España: Univ. de Córdoba. 126 p.

10. ***Badui S. 2006***. Química de los alimentos. 4ª ed. Mexico: Pearson Educación. 736 p
11. ***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. Rev Nutr Hosp. 27(1): 54-64.
12. ***Bauman DE. 1999***. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Proc. Am. Soc. Anim. Sci. p 1-15. [Internet], [16 diciembre 2025]. Disponible en: http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings
13. ***Belury MA. 2002***. Inhibition of carcinogenesis by Conjugated Linoleic Acid: Potential mechanisms of action. J Nutr 132(10): 2995-8. doi:10.1093/jn/131.10.2995
14. ***Bostami ABMR, Mun HS, Yang CJ. 2023.*** *Longissimus dorsi* Muscle's Chemical Composition, Fatty Acid Pattern, and Oxidative Stability in Korean Hanwoo Finishing Cattle Following Slaughtering and Stunning with or without Brain Disruption and State of Consciousness. Foods. 12(5): 928. doi: 10.3390/foods12050928
15. ***Cabezas L, Jiménez E, Fernández P. 2019.*** Digestion y metabolism of the animals monogastric. Rev Inv Cienc Agrop. 5(2): 29-39. Doi: 10.5377/rica.v5i2.8422
16. ***Cano J, Carcelén F, Ara M, Quevedo W, Alvarado A, Jiménez R. 2016.*** Efecto de la suplementación con una mezcla probiótica sobre el comportamiento productivo de cuyes (Cavia Porcellus) durante la fase de crecimiento y acabado. Rev Inv Vet Perú. 27(1): 51-58. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11458
17. ***Caycedo V. 2009.*** La nutrición del cuy: Importancia del uso de forrajes y alimentos balanceados en diferentes ecosistemas. Bogotá: Edit. América. 321 p.
18. ***Chauca F. 2003.*** Cuyes: post-producción. Informe Final. Lima. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 113 p.
19. ***Chauca F. 2006.*** Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. En: Reunión APPA. Huancayo. Asociación Peruana de Producción Animal.
20. ***Chauca F. 2009.*** Reproducción y manejo de la producción de cuyes, requerimientos nutricionales en la alimentación del cuy. [Internet], [04 diciembre 2022]. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/v6200t/v6200T05.htm
21. ***Chávez I, Avilés D. 2022.*** Caracterización del sistema de producción de cuyes del cantón Mocha, Ecuador. Rev Inv Vet Perú. 33(2): e22576. doi: 10.15381/rivep.v33i2.22576

22. ***Coakley M, Fitzgerald GF, Ross RP, Devery R, Nordgren M, Stanton C. 2003.*** Conjugated linoleic acid biosynthesis by human derived Bifidobacterium species. J. Appl. Microbiol. 94 (1): 138-145. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.01814.x
23. ***Connor W. 2000.*** Importance of n-3 fatty acids in health and disease. The American Journal of Clinical Nutrition. 71, 171S-175S. doi: 10.1093/ajcn/71.1.171S.
24. ***Cruz HC, Deng Z, Zhou J, Hill AR, Yurawecz MP, Delmonte P, Mossoba MM, Dugan MER, Kramer JKG. 2004.*** Methods for analysis of conjugated linoleic acids and trans-18:1 isomers in dairy fats by using a combination of gas chromatography, silver-ion thin-layer chromatography/gas chromatography, and silver-ion liquid chromatography. Journal. AOAC Int. 87(2): 545-562.
25. ***De Caterina R. 2011***. n-3 fatty acids in cardiovascular disease. N Engl J Med 364: 2439-2450. doi:10.1056/ NEJMra1008153
26. ***De Lorgeril M, Salen P. 2012.*** New insights into the health effects of dietary saturated and omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. BMC Med. 21: 10-50. doi: 10.1186/1741-7015-10-50
27. ***Diezma-Iglesias B. 2007.*** Instrumental measurement of the texture of hardboiled egg yolks enriched with different levels of conjugated linoleic acid. Span J Agric Res 5(3): 293-303.
28. ***Edelman Z. 2007.*** Temas selectos de nutrición. Ministerio de Relaciones Exteriores, Centro de Cooperación Internacional "MASHAV". Israel. 168 p.
29. ***Elmadfa I, Kornsteiner M.*** **2009**. Fats and fatty acid requirements for adults. Ann Nutr Metab. 55(1-3):56-75. doi: 10.1159/000228996
30. ***FAO. 1997.*** Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. [Internet], [24 diciembre 2025]. Disponible en: https://www.fao.org/4/v4700s/v4700s00.htm#Contents
31. ***FAO. 2002.*** Producción de cuyes (Cavia porcellus), crianza y manejo de cuyes en el campo experimental. [Internet], [04 diciembre 2022]. Disponible en: http://www.fao.org/docrp/htm.co
32. ***FAO. 2012.*** Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. Food and Nutrition Paper No. 91. [Internet], [06 diciembre 2022]. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i1953s.pdf

33. ***FAO. 2013.*** Alimentación de cuyes y conejos. [Internet], [10 diciembre 2022]. Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2067/1/T-UCE-0004-45.pdf

34. ***Flores C, Roca M, Tejedor R, Salgado I, Villegas N. 2015.*** Contenido de ácidos grasos en carne de cuy. Boyacá: Rev Cien Agri. 12 (2): 83-90. ISSN 0122-8420

35. ***Flores C, Duarte C, Salgado I. 2017.*** Caracterización de la carne de cuy (Cavia porcellus) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. Boyacá: Rev Cien Agri. 14 (1): 39-45. doi: 10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086

36. ***Fu Z, Sinclair A. 2000.*** Increased α-Linolenic Acid Intake Increases Tissue αLinolenic Acid Content and Apparent Oxidation with Little Effect on Tissue Docosahexaenoic Acid in the Guinea Pig. Lipids, 35, 395-400. doi: 10.1007/s11745-000-537-7.

37. ***Gallo-Garcia L, Montero P, Acevedo D, Tirado F, Torres J. 2015.*** Caracterización de salchichas elaboradas a partir de materias primas no tradicionales. Rev Vector, 10: 26-32.

38. ***Gammill W, Proctor A, Jain V. 2010.*** Comparative study of high-linoleic acid vegetable oils for the production of conjugated linoleic acid. J. Agr. Food Chem. 58 (5): 2952-2957. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf9020027

39. ***Gerhardtova I, Jankech T, Majerova P, Piestansky J, Olesova D, Kovac A, Jampilek J. 2024.*** Recent Analytical Methodologies in Lipid Analysis. Internacional Journal of molecular sciences. 25(4): 2249. Doi:10.3390/ijms25042249

40. ***Gil A. 2010.*** Alimentos funcionales. En: Tratado de nutrición. 2ª ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana. p 453-476.

41. ***Guevara J, Rojas S, Carcelén F, Seminario L. 2016.*** Enriquecimiento de carne de cuy (Cavia porcellus) con ácidos grasos Omega-3 mediante dietas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis). Rev Inv Vet Perú. 27 (1), 45-50. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11450

42. ***Guevara J, Carcelén F, García T. 2021.*** Comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus L.) en crecimiento suplementados con prebióticos y probióticos naturales. Cienc Tecnol. Agropecuaria. 22 (3). doi: 10.21930/rcta.vol22_num3_art:1920

43. ***Guzmán A. 2011.*** Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo. Tesis de grado. Quito Ecuador. [Internet], [06 diciembre 2022]. Disponible en: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/2 2000/ 3721/T-PUCE-3366.pdf?sequence=1.

44. ***Higaonna O, Muscari G, Chauca F, Astete M. 2008.*** Composición química de la carne del cuy (Cavia porcellus). En: XXXI Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

45. ***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). Rev Inv Vet Perú. 27 (3): 486-494. doi: 10.15381/rivep.v27i3.12004

46. ***Hur SJ, Park GB, Joo ST. 2007.*** Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. Livest Prod Sci. 110(3): 221-229. doi:org/10.1016/j.livsci.2006.11.002

47. ***Kay JK, Mackle TR, Auldist MJ, Thomson NA, Bauman DE. 2002.*** Endogenous synthesis and enhancement of conjugated linoleic acid in pasture-fed dairy cows. Proc. N Z Soc Anim Prod 62:12-15.

48. ***Kouakou N, Grongnet J, Assidjo N, Thys E, Marnet P, Catheline D, Kouba. 2013.*** Effect of a supplementation of Euphorbia heterophylla on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus L.*) Meat Sci. 93: 821- 826. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.036.

49. ***León Z, Silva E, Wilson A, Callacna M. 2016.*** Vitamina C protegida en concentrado de Cavia porcellus "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. Sci Agrop. 7: 259-263. doi: 10.17268/sci.agropecu.2016.03.14

50. ***López LM, Durazo E, Rodríguez-Gómez A, True CD, Viana MT. 2006***. Composición proximal y perfil de ácidos grasos de juveniles silvestres y cultivados de *Totoaba macdonaldi.* Ciencias Mar. 32(2): 303-309.

51. ***Lucas CC, Ridout JH. 1970.*** Fatty livers and lipotropic phenomena. Prog Chem Fats Other Lipids. 10: 1-150.

52. ***Mamani-Linares, Lindon W, Cayo F, Gallo C. 2014***. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. Rev Inv Vet Perú. 25(2): 123-150. ISSN 1609-9117

53. ***Martinez-Borraz A, Moya-Camarenaa SY, Gonzalez- Rios H, Hernandez J, Pinelli-Saavedraa A. 2010.*** Conjugated linoleic acid (CLA) content in milk from confined Holstein cows during summer months in northwestern Mexico. Rev Mex Cienc Pecu. 1(3):221-235.

54. ***Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. 2003.*** Informe Situacional de la Crianza del Cuy. Perú. [Internet], [12 diciembre 2022]. Disponible en: http://minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-decrianza-y-producci/300-cuyes?start=1.

55. ***Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. 2019.*** Potencial del mercado internacional para la carne de cuy. Diario Oficial del Bicentenario "El Peruano". 14 p.

56. ***Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. 2017.*** Encuesta Nacional Agropecuaria. [Internet], [11 abril 2023]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/inei/campa%C3%B1as/13087-encuesta-nacional-agropecuaria-2022

57. ***Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. 2022.*** Documento de Análisis Económico. [Internet], [11 abril 2023]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/midagri/colecciones/350-documentos-de-analisis-economico

58. ***Morales A, Carcelén F, Ara M, Arbaiza T, Chauca L. 2011.*** Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) de la raza Perú. Rev Inv Vet Perú. 22: 177-182. doi: 10.15381/rivep.v22i3.254

59. ***Moreno F, Molina D. 2007.*** Buenas prácticas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. 1ra ed. Colombia: MANA-FAO. Impresión CTP Print Ltda. 139 p.

60. ***Obregón AM, Valenzuela A. 2009.*** Conjugated linolei acid (CLA), lipid metabolism and cardiovascular disease. Rev Chil Nutr 36(3): 258-268. doi: org/10.4067/S0717-75182009000300008

61. ***Pariza MW. 2004.*** Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. Am J Clin Nutr 79 (suppl 1): 132S-1136S. doi: 10.1093/ajcn/79.6.1132S

62. ***Parra AS, Acosta CH, Andrade JJ, Guerra MC. 2016.*** Análisis proximal, perfil de ácidos grasos de las vísceras del cuy (*Cavia porcellus*) y su uso potencial en

alimentación animal. Rev Med Vet Zoot. 63(2): 124-134. doi: org/10.15446/rfmvz.v63n1.59360

63. ***Paz CR. 2009.*** Ácido linoleico conjugado (CLA) en alimentos. Tesis de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Colombia. Univ. Nac. De Colombia.
64. ***Pérez XA. 2021.*** Digestión, absorción y metabolismo de los lípidos en monogástricos y rumiantes. Tecnológico Nacional de Mexico. 19 p. https://es.scribd.com/document/508112554/Absorcion-Digestion-y-Metabolismo-de-Los-Lipidos-Mono-y-Poligastricos
65. ***Quintana E, Jiménez R, Carcelén F, San Martín F, Ara M. 2014.*** Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. Rev Inv Vet Perú. 24: 425-432. doi: 10.15381/rivep.v24i4.-2744
66. ***Ranken MD. 2003.*** Manual de Industrias de los Alimentos. 3ª ed. Zaragoza: Acribia S.A. 682 p.
67. ***Rostagno H, Teixeira AL, Donzele J, Gomez P, Oliveira R, Lopes D, Ferreira AL. 2011.*** Brazilian tables for poultry and swine. 3ra ed. Vicosa: Univ Federal de Vicosa. 251 p.
68. ***Salamon RV, András CD, Varga-Visi É, Csapó-Kiss C. 2012.*** Synthetic methods for obtaining conjugated linoleic acids (CLA) by catalysis. Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria. 5: 32-51. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143106706
69. ***Sanhueza CJ, Nieto SK, Valenzuela AB. 2002***. Ácido linoleico conjugado: Un ácido graso transisomérico potencialmente beneficioso. Rev Chil Nutric. 29(2): 98-105. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182002000200004
70. ***Santos V. 2007.*** Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. Rev. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 15(1): 216-217.
71. ***Sathivel S, Prinyawiwatkul W, Grimm CC, King JM, Lloyd S. 2002.*** FA composition of crude oil recovered from catfish viscera. J Am Oil Chem Soc. 79(10): 989-992. doi: 10.1007/s11746-002-0592-5.
72. ***Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G. 2006.*** Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. Meat Sci. 73: 29-41.
73. ***Scollan ND, Hocquette JF, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson RI, Maloney A. 2006.*** Innovation in beef production system that enhance the nutritional

and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Sci. 74: 17-33. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.05.002

74. ***Simopoulos AP. 2016.*** An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. Nutrients. Mar 2;8(3):128. doi: 10.3390/nu8030128.
75. ***Solorzano J, Sarria J. 2014.*** Crianza, producción y comercialización de cuyes. Lima: Ed. Macro. 192 p.
76. ***Thammapat P, Raviyan P, Siriamornpun S. 2010.*** Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish *(Pangasius bocourti).* Food Chem. 122(1): 223-227. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.065.
77. ***Vargas Y, Chauca L. 2006***. Evaluación Anatomo-Histológica de la carne del cuy (Cavia porcellus), en cruces de la Raza Perú. En: XXIX Reunión APPA. Junín: Asociación Peruana de Producción Animal.
78. ***Vergara R. 2008.*** Avances sobre producción de cuyes en el Perú. En: XXXI Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
79. ***Vílchez C. 2006.*** Resumen de curso: Formulación de raciones al mínimo costo para alimentación de cuyes de exportación. UNALM.
80. ***Wall R, Ross RP, Fitzgerald GF, Stanton C. 2008.*** Microbial conjugated linoleic acid production – a novel probiotic trait?. Food Science y Technology Bull. 4(8): 87-97. https://aminer.org/pub/53e9acefb7602d97036ccbf4