

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**“NIVELES SÉRICOS DE LÍPIDOS TOTALES, TRIGLICÉRIDOS,
COLESTEROL Y CORRELACIONES EN CUYES (*Cavia porcellus*
L.) DEL CIP MAJES, AREQUIPA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JAIME HILVARDO HUAMÁN CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“NIVELES SÉRICOS DE LÍPIDOS TOTALES, TRIGLICÉRIDOS,
COLESTEROL Y CORRELACIONES EN CUYES (*Cavia porcellus l.*) DEL CIP

MAJES, AREQUIPA”

TESIS PRESENTADA POR:

JAIME HILVARDO HUAMÁN CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

Mg. Sc. Mario Rubén Zavaleta Gibaja

PRIMER MIEMBRO

:

D. Sc. Bilo Wenceslao Calsín Calsín

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mg. Oscar Henry Espezúa Flores

DIRECTOR / ASESOR

:

Mg. Valeriano Zenón Maquera Marón

Área: Fisiología animal de altura

Tema: Niveles séricos de lípidos en cuyes

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de setiembre de 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, con toda humildad que mi corazón puede emanar lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi familia que por ellos soy hecho y derecho para la vida.

Para mis padres Francisco que desde lo alto me ilumina y mi madre Hilda por su apoyo incansable, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos María, Elsa, Leoncio, José, Martín e Iván por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis sobrinos quienes han sido mi motivación, inspiración y felicidad.

A mi amor Iraida y mis hijas Marystrell y Yamila por su amor, permanente cariño y comprensión. Quienes me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

Agradecimientos

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia de la Escuela de Profesional de Medicina Veterinaria y zootecnia la cual me acogió en su seno y me formo como profesional y persona.

A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia por brindarme lo mejor de sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi vida universitaria.

A los docentes miembros del jurado: Mg. Sc. Mario Rubén Zavaleta Gíbaja, D. Sc. Bilo Wenceslao Calsín Calsín, Mg. Oscar Henry Espezúa Flores y A mi director Mg. Valeriano Zenón Maquera Marón

Al personal de laboratorio de bioquímica y laboratorio clínico, a los señores Martín Chayña y Vicente Flores quienes me brindaron su apoyo para la realización del presente trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de siempre y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la materialización del presente trabajo.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	6
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	12
2.1. Lípidos	12
2.1.1. Funciones de los lípidos	12
2.1.2. Absorción de los lípidos	13
2.1.3. Transporte de los lípidos.	16
2.1.4. Movilización y transformación de lípidos	17
2.2. Lípidos totales	20
2.3. Triglicéridos	21
2.3.1. Síntesis de triglicéridos.	23
2.3.2. Transporte de triglicéridos	23
2.3.3. Función biológica de los triglicéridos	24
2.4. Colesterol	24
2.4.1. Colesterol total	26
2.4.2. Síntesis del colesterol	26
2.4.3. Funciones del colesterol	27
2.4.4. Regulación del colesterol	28
III. MATERIALES Y METODOS	38
3.1. Ámbito de estudio	38
3.2. Material experimental	38
3.3. Materiales y equipos	39
3.4. Metodología	40
3.5. Método estadístico	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	47
4.1. Lípidos totales	47
4.2. Triglicéridos	51
4.3. Colesterol	56
4.4. Correlación de Pearson entre lípidos totales, triglicéridos y colesterol	61
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXO	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de colesterol y triglicéridos en otras Especies.	29
Tabla 2: Lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (en mg/dL), en alpacas crías y sus respectivas madres.	37
Tabla 3: Preparación de los reactivos y las muestras para la determinación de Lípidos Totales.	41
Tabla 4: De la mezcla obtenida se pipeteo en otros tubos, de la siguiente manera:.....	41
Tabla 5: Preparación de reactivos y muestras para la determinación de Triacilgliceroles.....	43
Tabla 6: Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos.	44
Tabla 7: Concentración de lípidos totales en el suero sanguíneo (mg/dL) según sexo en cuyes del CIP Majes.	47
Tabla 8: Concentración de lípidos totales en el suero sanguíneo según clase en cuyes (mg/dL).	50
Tabla 9: Concentración de triglicéridos el suero sanguíneo según sexo en cuyes (mg/dL), majes	51
Tabla 10: Concentración de triglicéridos en el suero sanguíneo según clase en cuyes (mg/dL).	55
Tabla 11: Concentración de colesterol en el suero sanguíneo según Sexo en cuyes (mg/dL). ...	56
Tabla 12: Concentración de colesterol en el suero sanguíneo en (mg/dL) según Clase en cuyes del CIP Majes.	59
Tabla 13: Correlación de Pearson entre lípidos totales, triglicéridos y colesterol.	61

RESUMEN

Con el objetivo de determinar los niveles séricos de lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo de cuyes y las correlaciones se tomaron muestras de sangre de 40 cuyes (*Cavia porcellus L.*) procedentes del Centro de Investigación y Producción Majes ubicada en la provincia de Caylloma, distrito de Majes de la región Arequipa, los niveles séricos fueron determinados por espectrofotometría en el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, la investigación fue conducida en un diseño bloque completo al azar y las correlaciones mediante Pearson analizados en el programa estadístico SAS Versión 9.2; los resultados muestran un promedio general de lípidos totales de 112.59 ± 4.74 mg/dL, los machos presentan mayor contracción que las hembras ($P \leq 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$); el promedio general triglicéridos fue de 28.32 ± 0.46 mg/dL; según sexo sin diferencia estadística ($P > 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$); la concentración sérica de colesterol en suero sanguíneo de cuyes fue de 30.56 ± 2.97 mg/dL, según sexo sin diferencia estadística ($P > 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$); las correlaciones entre los niveles séricos de lípidos totales y triglicéridos fue de 0.18187 ($P = 0,2614$), entre lípidos totales y colesterol fue de 0,03043 ($P = 0,8521$) y la correlación entre triglicéridos y colesterol fue de 0,30536 ($P = 0,0554$), correspondiendo a una correlación positiva baja en todos los casos. Se concluye que la clase animal influye en los niveles séricos de lípidos totales, triglicéridos y colesterol, el sexo en lípidos totales, las correlaciones fueron positivas bajas.

Palabra clave: Cuyes, colesterol, correlación, lípidos totales y triglicéridos.

ABSTRACT

In order to determine the serum levels of total lipids, triglycerides and cholesterol in guinea pig blood serum and the correlations blood samples were taken from 40 guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) from the Majes Research and Production Center located in the province of Caylloma, district of Majes of the Arequipa region, serum levels were determined by spectrophotometry in the biochemistry laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the National University of the Altiplano de Puno, the research was conducted in a randomized complete block design and the Pearson correlations analyzed in the statistical software SAS Version 9.2; the results show a general average of total lipids of 112.59 ± 4.74 mg / dL, males show greater contraction than females ($P \leq 0.05$), for the class variable the guinea pigs have a lower concentration than adults ($P \leq 0.05$); the general average triglycerides was 28.32 ± 0.46 mg / dL; according to sex without statistical difference ($P > 0.05$), for the class variable the guinea pigs have a lower concentration than adults ($P \leq 0.05$); the serum cholesterol concentration in guinea pig blood serum was 30.56 ± 2.97 mg / dL, according to sex without statistical difference ($P > 0.05$), for the class variable the guinea pigs have a lower concentration than adults ($P \leq 0.05$); the correlations between serum levels of total lipids and triglycerides was 0.18187 ($P = 0.2614$), between total lipids and cholesterol was 0.03043 ($P = 0.8521$) and the correlation between triglycerides and cholesterol was 0,30536 ($P = 0.0554$), corresponding to a low positive correlation in all cases. It is concluded that the animal class influences the serum levels of total lipids, triglycerides and cholesterol, sex in total lipids, the correlations were positive low.

Keyword: Guinea pigs, cholesterol, correlation, total lipids and triglycerides.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la crianza avícola se encuentra ampliamente distribuida. El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie de origen andino presente en los países como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Su relativa facilidad de crianza y demanda hace que esté en continuo incremento frente a otras especies. La carne de este roedor constituye un alimento de alto valor nutricional (proteína 20.3%) que contribuye con la seguridad alimentaria de la población rural y urbana (Casa, 2008). Se ha observado el creciente desarrollo de granjas comerciales nacionales e internacionales, lo cual nos motiva a realizar diversos estudios orientados a alcanzar parámetros productivos con niveles satisfactorios (Perales, 2016).

En el Perú se ha desarrollado un programa estatal para la mejora genética del cuy, este programa ha sido ejecutado por investigadores peruanos liderados por la Ingeniera Zootecnista Lilia Chauca, que ha conducido a la obtención y liberación de varias razas como Perú, Andina e Inti. De las nuevas razas y tipos la más apreciada, es el cuy Perú; raza desarrollada como productora de carne, precoz y capaz de duplicar el peso de los criollos. El cuy carnicero desarrollado, se comporta como un excelente utilizador de concentrados y los creadores de la raza reconocen que se está generando un problema relacionado con la acumulación de tejido adiposo y que podría tener impacto negativo sobre las preferencias de la carne (Castillo, 2008).

En el Perú la crianza de cuyes siempre ha ocupado un lugar muy importante por contribuir al abastecimiento de proteína de origen animal y ayudar en la economía familiar de sectores de menores recursos, en los últimos años, se han logrado importantes avances en la tecnificación de la crianza, lo que ha determinado el rescate de esta valiosa especie, pasando de un sistema de crianza familiar a una crianza tecnificada que actualmente es manejada intensivamente.

Una de las razones fundamentales que induce al estudio, constituye la necesidad de contribuir con la producción de carne a partir de una especie herbívora, de ciclo reproductivo corto, fácilmente adaptable a diferentes ecosistemas y en su alimentación utiliza insumos no competitivos con la alimentación de monogástricos, las investigaciones reportadas en el Perú, han servido de marco referencial para considerar a esta especie como productora de carne nutritiva, fuente excelente de proteínas y poseer menos contenido de grasa; además, de su bajo costo de producción que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

El cuy, es una especie animal con suficiente potencial para convertirse en fuente de alimento, trabajo e ingresos, que puede disminuir la dependencia y resolver en parte el creciente déficit de proteína animal puesto que es un producto alimenticio de alto valor nutritivo, con la importancia que tiene la producción de carnes en la alimentación humana se hace necesario aumentar la producción pecuaria con fines de obtener carcasa de mejor calidad proteica (Chauca y Zaldivar, 1997). En este sentido la gran mayoría de las carnes del mercado nos ofrecen por encima del 10% de grasas, motivo por el cual la carne de cuy puede ser una alternativa más saludable para el consumidor por su bajo contenido de grasas y alto contenido de proteína, sin que ello signifique dejar de consumir proteína animal.

En la actualidad el riesgo de padecer enfermedades aterogénicas está en incremento, por ello la tendencia de las personas a consumir carnes con bajo contenido de grasas hace necesario investigaciones en esta especie, destinada al consumo humano.

El examen de los perfiles bioquímicos puede ser influenciados por diferentes factores, entre los principales factores que pueden producir esta variación son el nivel de producción, estado fisiológico y época del año (Lee et al., 1978); también pueden estar asociados a problemas de salud (Adams et al., 1978).

El presente trabajo referido a los temas mencionados, será de gran utilidad para el conocimiento de la fisiología y la adaptación de las especies al medio ambiente, también radica su importancia en la parte clínica, ya que esta información es de interés para el diagnóstico, la evolución o determinar el grado de un proceso patológico. Tanto en uno como en otro caso, la interpretación de los resultados se basa en la determinación de la normalidad de los datos obtenidos y, en su caso, del grado de desviación que presenta un parámetro frente al esperado. Para ellos se hace absolutamente imprescindible el disponer los datos normales o de referencia para la especie que permita interpretar los valores obtenidos en un determinado animal.

Considerando los antecedentes mencionados en cuyes, es notable la escasa información disponible sobre los componentes bioquímicos sanguíneos de esta especie animal bajo distintas condiciones metabólicas. Este trabajo de investigación básico pretende profundizar sobre los conocimientos para establecer el perfil lipídico de lípidos totales, triglicéridos y colesterol sérico en cuyes de distintas etapas productivas (recrea y adulto) e influencias por el factor sexo (macho y hembra). Por tal motivo el presente trabajo tiene los siguientes objetivos: Determinar los niveles séricos de lípidos totales, triglicéridos y colesterol en cuyes según clase y sexo y determinar las correlaciones entre lípidos totales/colesterol, lípidos totales/ triglicéridos y triglicéridos/colesterol

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Lípidos

Los lípidos son biomoléculas orgánicas insolubles en el agua y que se pueden extraer, de las células y tejidos con solventes polares tales como el éter, benceno y el cloroformo, la mayoría de ellos contienen ácidos grasos o son derivados de estos por lo cual una gran sección del metabolismo de los lípidos es sinónimo de metabolismo de los ácidos grasos (Lehninger, 1998).

Los lípidos son compuestos orgánicos que son relativamente insolubles en agua, pero relativamente solubles en disolventes inorgánicos, realizan importantes funciones bioquímicas y fisiológicas en los tejidos animales vegetales (Pond, 2003).

Los lípidos son biomoléculas orgánicas insolubles en agua, que pueden extraerse de las células y de los tejidos mediante disolventes no polares. Existe diversas familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura (Bohinski y Bautista, 1991).

2.1.1. Funciones de los lípidos

Las funciones de los lípidos pueden enumerarse de forma global de esta manera: 1) proporcionan la energía necesaria para el mantenimiento normal y las funciones relacionadas con la producción; 2) constituyen una fuente de ácidos esenciales; 3) funcionan como medio de transporte de las vitaminas liposolubles; y 4) son un constituyente integral de las membranas celulares (Pond, 2003).

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando: (1) como componentes estructurales de las membranas, (2) como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico, (3) como cubierta protectora sobre la superficie protectora en muchos organismos, y (4) como componentes de la superficie celular relacionado con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la

inmunidad de especie, (Lehninger, 1991) (5) además funciones aislantes que previenen choques térmicos, eléctricos y físicos, y (6) como vitaminas y hormonas en algunos casos (Bohinski y Bautista, 1991).

Los ácidos grasos constituyen bloques estructurales para la construcción de los fosfolípidos y glucolípidos, componentes importantes de las membranas biológicas, sus derivados funcionan como hormonas, vitaminas y mensajeros intracelulares, y la función energética ya mencionada, se almacena en forma de triacilglicéridos lo cual es más eficiente y cuantitativamente más importante que el almacenamiento de los carbohidratos como el glucógeno. Además de estas funciones principales, los lípidos cumplen otras funciones como el mantenimiento integral del alveolo pulmonar gracias a las propiedades surfactantes de los lípidos complejos y la solubilización de sustancias no polares en los fluidos corporales para su transporte (Lehninger, 1998. Murray et al., 2004).

Los lípidos se clasifican en: (1) lípidos simples, son ésteres que solo incluyen ésteres de ácidos grasos y un alcohol, (2) los lípidos compuestos, que incluyen otras sustancias aparte de ácidos grasos y alcohol, incluye fosfoacilgliceroles, esfingomielinas, cerebrosidos y gangliósidos, y (3) lípidos derivados, incluyen los esteroides, prostaglandinas, leucotrienos y vitaminas lipídicas (Bohinski y Bautista, 1991).

Considerando la estructura de sus esqueletos pueden indicarse: (1) lípidos complejos, que se caracterizan porque contienen ácidos grasos como componentes, comprenden los acilglicéridos, los fosfoglicéridos, los esfingolípidos y las ceras, llamados también lípidos saponificables porque producen jabones, y (2) lípidos sencillos, que no contiene ácidos grasos y no son, por tanto, saponificables (Lehninger, 1991).

2.1.2. Absorción de los lípidos

Los lípidos son un grupo de moléculas de características no polares, esto es, que no son solubles en entornos acuosos. No obstante, una buena parte de nuestro organismo

está constituida por este tipo de moléculas, que crean unos entornos específicos. Por otra parte, los lípidos no son moléculas estáticas, sino que se encuentran en un continuo intercambio, lo cual supone que aparte de su metabolismo local, precisen de sistemas de transporte que permitan su desplazamiento por un entorno acuoso global como es el Líquido extracelular. Para este transporte se hace necesario disponer de estructuras que permitan una solubilización interna de los lípidos no polares, pero de manera que el complejo completo sea soluble en entornos acuosos (Gómez, 2009).

La porción superior del intestino delgado es el sitio de los principales procesos de preparación para la absorción. Los lípidos dietéticos, de manera principal triglicéridos, son descargados desde el estómago de modo lento y se mezclan con bilis y secreciones pancreáticas e intestinales. El tamaño de partícula de lípidos se reduce a esferas de 500 a 1000 μm de diámetro. Este pequeño tamaño de partícula deja una mayor superficie de exposición a las lipasas pancreáticas e intestinales, que se absorben sobre la superficie de la partícula y ataca los ácidos grasos, lo que resulta en el hidrolisis de triglicéridos a 6 monoglicéridos y ácidos grasos libres. Los B-monoglicéridos y ácidos grasos libres se combinan luego con micelas sal-fosfolípido-colesterol para formar micelas mixtas; estas resultan esenciales para una absorción eficiente (Pond, 2003).

El principal sitio de absorción de los lípidos es la porción proximal del yeyuno, pero algo de absorción ocurre a lo largo del conducto intestinal desde la porción distal del duodeno a la porción distal del íleon. Después de atravesar las células epiteliales, los ácidos libres se convierten en derivados de la coenzima A en presencia de ATP. Este complejo ácido graso-coenzima A (denominado acilcoenzima A) reacciona con los monoglicéridos dentro de la célula para formar diglicéridos y luego triglicéridos. Los triglicéridos así formados contienen solo ácidos libres de 12 carbonos o de cadena más

larga, ya que los ácidos grasos de cadena corta pasan directamente al sistema portal (Pond, 2003).

El principal sitio de absorción de las grasas es el tramo medio y final del yeyuno, aunque también ocurre absorción en el tramo inicial a pesar del bajo pH. En el yeyuno superior se absorben exclusivamente los ácidos grasos libres que llegan al duodeno con la digesta, mientras que los ácidos grasos procedentes de la digestión enzimática de las grasas neutras y los fosfolípidos son absorbidos en los dos tercios finales. Los ácidos grasos de cadena larga no son absorbidos en el intestino grueso (Doreau y Ferlay, 1994).

Los ácidos grasos disponibles para la absorción en el intestino delgado de los rumiantes proceden de los alimentos y los microorganismos ruminales, y son mayoritariamente ácidos grasos saturados y no esterificados debido a la digestión microbiana ruminal. Los ácidos grasos absorbidos que tienen menos de 12 carbonos son vertidos directamente a la vena porta y transportados al hígado unidos a la albúmina sérica; el resto son esterificados e incorporados a lipoproteínas de muy baja densidad y quilomicrones que se transportan por vía linfática hasta el torrente sanguíneo para su distribución a los tejidos. El hígado de los rumiantes tiene menor importancia en el metabolismo lipídico que el de los monogástricos, pero adquiere especial relevancia en situaciones de balance energético negativo en las que la alteración del metabolismo hepático de los lípidos puede provocar graves patologías. Los depósitos grasos distintos de la musculatura están constituidos casi exclusivamente por triglicéridos y son la principal reserva de energía del organismo. Por el contrario, la grasa intramuscular posee distintas proporciones de fosfolípidos y triglicéridos en función del grado de engrasamiento. Los fosfolípidos de las membranas celulares son el lugar preferente de deposición de los ácidos grasos poliinsaturados disponibles. La composición de la grasa láctea varía en función del origen de los ácidos grasos: ácidos grasos de cadena larga de

origen alimentario o movilizado desde el tejido adiposo, o ácidos grasos de cadena corta y media sintetizados in situ a partir de acetato y betahidroxibutirato. La mayor parte de los ácidos grasos incorporados a los triglicéridos lácteos son captados de la sangre. La importante contribución de los ácidos grasos de la dieta consumida por los rumiantes a los lípidos de sus productos ofrece la posibilidad de modificar el contenido de los ácidos grasos de la carne y, sobre todo, la leche en un sentido favorable para la salud de los consumidores (Martínez et al. 2010; Murray et al., 2001).

La absorción intestinal de lípidos (incluidos los ácidos grasos de cadena larga) se detalla, y se presentan variaciones en los aspectos cualitativos y cuantitativos de la absorción con la composición de la dieta, especialmente para las dietas ricas en grasas. Además, las propiedades estructurales y las características de distribución de las clases de lipoproteínas en diferentes vasos linfáticos y sanguíneos se comparan en varias especies animales. Las propiedades fisicoquímicas e hidrodinámicas de las partículas de lipoproteínas y sus restos de apolipoproteínas se dan para las principales clases de lipoproteínas. Finalmente, se analiza el metabolismo de las lipoproteínas en relación con el desarrollo y el estado fisiológico, nutricional y hormonal. Se presenta el metabolismo intravascular de las lipoproteínas, que incluye el papel de las enzimas lipolíticas y las proteínas de transferencia de lípidos. Se comparan las características de la síntesis intestinal y hepática de lipoproteínas y fracciones de apolipoproteínas, especialmente a través de experimentos que estimulan la secreción hepática de lipoproteínas ricas en triglicéridos. Se discuten diferentes métodos de medición de la captación o secreción de tejido de lipoproteínas en rumiantes (Bauchart, 1993)

2.1.3. Transporte de los lípidos.

Los lípidos neutros mayoritarios (triglicéridos y ésteres de colesterol) son insolubles en el medio acuoso y deben estar cubiertos por moléculas anfipáticas

(hidrofílicas e hidrofóbicas) para poder ser transportados en la sangre. Estas moléculas se denominan lipoproteínas, que son agregados esféricos que contienen proteínas (apoproteínas), colesterol libre y fosfolípidos alrededor del núcleo, donde se alojan las sustancias hidrofóbicas (esteres de colesterol, triglicéridos), que se hacen así solubles en el agua (Cirio, 2000).

Una vez que los lípidos han sido absorbidos a través del intestino, se combinan en el plasma sanguíneo con cadenas de polipéptidos para producir una familia de lipoproteínas distinta, las que son clasificadas en función de su densidad, determinada mediante centrifugación. Como los lípidos son mucho menos densos que las proteínas, se observa una relación inversa entre el contenido de lípidos y su densidad; por ejemplo, un alto contenido de lípidos significa partículas de baja densidad (Barahona, 2009).

2.1.4. Movilización y transformación de lípidos

El hígado, la glándula mamaria y el tejido adiposo son los tres sitios principales donde se lleva a cabo la biosíntesis de ácidos grasos y triglicéridos. El hígado es el órgano central de la interconversión y metabolismo de los lípidos y su función se puede resumir de la siguiente manera: síntesis de los ácidos grasos a partir de los glúcidos; síntesis de ácidos grasos a partir de aminoácidos lipogénicos; síntesis del colesterol a partir de la Acetil CoA; síntesis de fosfolípidos; síntesis de lipoproteínas; síntesis de cuerpos cetónicos; degradación de ácidos grasos; degradación de fosfolípidos; remoción de fosfolípidos y del colesterol de la corriente sanguínea; alargamiento y acortamiento de los ácidos grasos; saturación y deshidrogenación de los ácidos grasos; control del almacenamiento de los lípidos de depósito y almacenamiento de los lípidos hepáticos (Church y Pond, 1998).

Los ácidos grasos volátiles (AGV), productos de desecho de las bacterias del rumen, son tremendamente importantes como sustratos energéticos del huésped,

aportando del 60 al 80 % de la energía para el rumiante; la glucosa es necesaria para ciertas funciones del rumiante su precursor más importante es el ácido graso volátil conocido como propionato; los otros ácidos grasos volátiles el acetato y butirato no pueden ser utilizados en la gluconeogénesis; en su lugar el acetato es usado para la síntesis de los ácidos grasos, la única glucosa utilizada por el tejido adiposo es aquella para la síntesis de glicerol (Cunningham, 1995).

El estado nutricional regula la lipogénesis; la fase anabólica de la nutrición a menudo interviene en el almacenamiento, como grasa, del exceso de carbohidratos en previsión de periodos de necesidad o insuficiencia calórica como el ayuno, u otros. El proceso de lipogénesis se relaciona con conversión a grasa de los remanentes de glucosa y de los intermediarios como el pirúvico, el lactato y el acetyl CoA; esta conversión constituye la fase anabólica del ciclo. Por tanto, la velocidad es mayor en un animal bien alimentado, cuya dieta incluye una alta proporción de carbohidratos. La velocidad disminuye en condición de restricción de ingesta calórica, con una dieta abundante en grasa, o en la deficiencia de insulina, como en diabetes mellitus. Todas estas situaciones se acompañan de un incremento de las concentraciones de ácidos grasos libres. Existe una relación inversa entre la lipogénesis hepática y la concentración sérica de ácidos grasos libres. La mayor inhibición de la lipogénesis tiene lugar en el intervalo de los ácidos grasos libres (0.3 – 0.8 micromol/mL de plasma), que corresponde al aumento de su concentración durante la transición del estado alimentado al ayuno. La grasa de la dieta también produce disminución de la lipogénesis hepática y, cuando la proporción de la grasa de la dieta excede al 10 %, se presenta una escasa conversión de los carbohidratos de la dieta a grasa. La lipogénesis se regula mediante mecanismos a corto y largo plazo; la síntesis de ácidos grasos de cadena larga, en el corto plazo se controla mediante modificaciones alostéricas y covalentes de las enzimas, y en el largo plazo mediante los

cambios de expresión genética que regula la velocidad de síntesis de las enzimas (Murray et al., 2001).

Sobre el efecto de las hormonas en el metabolismo de los lípidos; uno de los efectos particulares de las hormonas tiroideas es la tendencia de disminuir el colesterol del plasma, esto, parece involucra dos efectos: un aumento en la absorción celular de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), con las moléculas de colesterol relacionadas, y una tendencia para aumentar la degradación del colesterol de las LDL; los efectos de las hormonas tiroideas sobre los procesos metabólicos, que incluyen carbohidratos, proteínas y lípidos, y es usual que se expliquen cómo efectos catabólicos. Entre las hormonas pancreáticas, la insulina actúa en varios sitios dentro de las vías metabólicas de los carbohidratos, grasa y proteínas; se debe tener en cuenta que el hígado es un órgano blanco importante; el efecto neto de las acciones de la insulina es disminuir las concentraciones sanguíneas de la glucosa, ácidos grasos y aminoácidos, y promover la conversión intracelular de estos compuestos en sus formas de almacenamiento; el glucagón posee funciones opuestas a la insulina, siendo la disminución en las concentraciones de glucosa en la sangre lo que estimula su síntesis, así en los lípidos, promueve la lipólisis y un aumento en los ácidos grasos, esta además ejerce un efecto de retroalimentación negativa sobre la secreción de glucagón. Dentro de las catecolaminas secretadas por la medula adrenal, la epinefrina promueve la lipólisis a través de la interacción con receptores beta presentes en las células adiposas. La activación de la enzima lipasa da lugar a un aumento de los ácidos grasos libres en la sangre, los glucocorticoides potencian el efecto de la epinefrina (Cunningham, 1995).

El hígado es el órgano central de la Interconversión y el metabolismo de los lípidos y su función puede resumirse como sigue: síntesis de ácidos grasos a partir de carbohidratos; síntesis de ácidos grasos a partir de aminoácidos lipógenos; síntesis de

colesterol a partir de acetil-coenzima A; síntesis de fosfolípidos; síntesis de lipoproteínas; síntesis de cuerpos cetónicos; degradación de ácidos grasos; degradación de fosfolípidos; eliminación de fosfolípidos y colesterol de la sangre; alargamiento y acortamiento de ácidos grasos, saturación y desaturación de ácidos grasos; control del almacenamiento en los depósitos grasos; y almacenamiento de lípidos hepáticos. (Pond, 2003) La síntesis de ácidos grasos por el hígado y el tejido adiposo sigue vías similares, pero la contribución relativa de cada tejido difiere grandemente entre las especies estudiadas. Por ejemplo, en el ratón y la rata alrededor de la mitad de la síntesis ocurre en el hígado. (Pond, 2003)

2.2. Lípidos totales

Los lípidos son biomoléculas orgánicas insolubles en el agua y que se pueden extraer, de las células y tejidos con solventes polares tales como el éter, benceno y el cloroformo, la mayoría de ellos contienen ácidos grasos o son derivados de estos por lo cual una gran sección del metabolismo de los lípidos es sinónimo de metabolismo de los ácidos grasos (Lehninger, 1998). La función biológica, de los lípidos, es muy diversa, la de algunos, es fundamentalmente energética, dado su alto valor calórico (9.3 kcal/g), determinado por su elevado contenido de enlaces carbono-hidrógeno (Herrera, 1991), los ácidos grasos constituyen bloques estructurales para la construcción de los fosfolípidos y glucolípidos, componentes importantes de las membranas biológicas, sus derivados funcionan como hormonas, vitaminas y mensajeros intracelulares, y la función energética ya mencionada, se almacena en forma de triacilglicéridos lo cual es más eficiente y cuantitativamente más importante que el almacenamiento de los carbohidratos como el glucógeno. Además de estas funciones principales, los lípidos cumplen otras funciones como el mantenimiento integral del alveolo pulmonar gracias a las propiedades surfactantes de los lípidos complejos y la solubilización de sustancias no polares en los fluidos corporales para su transporte (Lehninger, 1998. Murray et al., 2004).

2.3. Triglicéridos.

Los ácidos grasos se almacenan en las plantas y animales en forma de triacilglicerol, que son triésteres de ácidos grasos y glicerol; sustancias no polares insolubles en el agua. Los compuestos esterificados con uno (monoacilglicerol) y dos ácidos grasos (diacilglicerol) se presentan en pequeñas cantidades como intermediarios metabólicos en la degradación y biosíntesis de los lípidos que contienen glicerol (Villavicencio, 1996). En los animales los triacilglicéridos realizan tres funciones básicas: en el tejido adiposo constituyen lo que se llama depósito de grasa, los cuales son formas de almacenamiento energético. En forma de partículas lipoproteínicas, como los quilomicrones, permiten que los ácidos grasos ingeridos sean transportados por el sistema circulatorio linfático y sanguíneo para ser distribuidos dentro del cuerpo del animal. También brinda protección física y aislamiento térmico a los diversos órganos del cuerpo. Los triacilglicéridos, forman los depósitos de grasa y son activamente sintetizados por las células de los vertebrados, particularmente en el hígado y el tejido adiposo (Bohinski, 1991; Villavicencio, 1996).

Los triacilglicéridos constituyen fundamentalmente una forma de reserva energética. A su elevada capacidad calórica se une la ventaja de liposolubilidad, lo que les permite almacenarse sin agua, ocupando mínimo espacio posible, la mejor forma de almacenamiento y la utilización con preferencia por los seres vivos. Además, el tejido adiposo donde se almacena los triacilglicéridos, ejerce una protección mecánica sobre el esqueleto y los órganos vitales, y proporcionan aislamiento térmico. Estos representan una forma de almacenamiento de determinados ácidos grasos, especialmente los ácidos grasos esenciales. Amortiguando así las posibles carencias alimenticias. Asimismo, en el tejido adiposo se almacenan vitaminas liposolubles (A, D, E y K) (Medina et al., 1996).

Los triacilglicéridos constituyen la familia más abundante de lípidos y los principales componentes de los lípidos de depósito o de reserva de las células animales y vegetales. Los triacilglicéridos que son sólidos a temperatura ambiente, se les conoce generalmente por grasas, y los que son líquidos por aceites. Hay muchos tipos diferentes de triacilglicéridos, según la identidad y la posición de los ácidos grasos en las tres porciones, llamados triacilglicéridos simples, reciben el nombre según los ácidos grasos que contienen. Todos los triacilglicéridos son relativamente insolubles en agua y no tienden por sí mismas a formar micelas muy dispersas (Lehninger, 1991). Los triacilglicéridos se sintetizan en muchos tejidos a partir de ácidos grasos activados y de un producto de tricarbonado fosforilado que proviene del catabolismo de la glucosa. La síntesis de triacilglicéridos a partir de los fragmentos tricarbonados fosforilados implica la formación del ácido fosfatídico, en el cual es un intermediario clave también en la síntesis de otros lípidos (Devlin, 1988). Los triacilglicéridos son depósitos de energía metabólica muy concentrada puesto que están en forma reducida y anhidra. El rendimiento de la oxidación completa de los ácidos grasos es alrededor de 9 Kcal/g a diferencia de aproximadamente 4 Kcal/g que se obtiene de los carbohidratos y las proteínas. En los mamíferos, el centro principal de acumulación de triacilglicéridos es el citoplasma de las células adiposas (Stryer, 1995).

Los triacilglicéridos (TG) están formados por la esterificación de la glicerina con tres ácidos grasos. Se depositan en el tejido graso, donde constituyen una reserva importante de energía. Su síntesis se produce a partir de diversas fuentes: una exógena, constituida por el alimento, y otra endógena que se origina en la neo formación hepática. Los primeros se vehiculizan por la sangre por medio de los quilomicrones; los segundos se transportan mediante las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Salgado, 1996).

2.3.1. Síntesis de triglicéridos.

Muchos tejidos del cuerpo pueden convertir los ácidos grasos en triacilgliceroles mediante una secuencia común de reacciones, pero el hígado y el tejido adiposo realizan este proceso en cantidad mayor. Los triacilgliceroles se almacenan en forma de gotas líquidas en el citoplasma. De ninguna manera es esto un depósito muerto, ya que el cambio tiene lugar con una vida media general de solo unos pocos días (King, 2010).

Los triacilgliceroles son sintetizados en la última fase de la lipogénesis. Los primeros pasos consisten en la adición de dos moléculas de acil-CoA de ácido graso al glicerol-3-fosfato, dando lugar a ácido fosfatídico. A continuación, este es hidrolizado y se produce diacilglicerol, que finalmente se asila y da lugar a un triacilglicerol (Campbell, 2006).

La síntesis de triglicéridos tiene lugar en el retículo endoplásmico de casi todas las células del organismo, pero es en el hígado, en particular en sus células parenquimatosas, los hepatocitos y en el tejido adiposo (adipocitos) donde este proceso es más activo y de mayor relevancia metabólica. En el hígado, la síntesis de triglicéridos está normalmente conectada a la secreción de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y no se considera un sitio de almacenamiento fisiológico de lípidos (Mataix, 2006).

2.3.2. Transporte de triglicéridos

Las grasas se hidrolizan en el intestino delgado en sus ácidos grasos y glicerina para atravesar la pared intestinal, aislados o en forma de jabones al combinarse con los jugos pancreáticos e intestinales. Luego son reconstruidos de nuevo al otro lado de la pared intestinal; pero dado que los lípidos son insolubles en agua, deben combinarse con proteínas, sintetizadas por el intestino, para ser transportadas y distribuidas a través de la sangre a todo el organismo (Mataix, 2006).

El transporte de triglicéridos está estrechamente integrado con el transporte de otros lípidos, como el colesterol (Campbell, 2006).

2.3.3. **Función biológica de los triglicéridos.**

Constituyen la principal reserva energética del organismo animal como grasas y en los vegetales, aceites. El exceso de lípidos es almacenado en grandes depósitos en los animales en tejidos adiposos. Son buenos aislantes térmicos que se almacenan en los tejidos adiposos subcutáneos de los animales de climas fríos. Son productores de calor metabólico durante su degradación. Un gramo de grasa produce 9,4 Kilocorías. Da protección mecánica, como los constituyentes de los tejidos adiposos (Díaz, 2005).

2.4. **Colesterol**

El colesterol puede provenir de la dieta o puede ser sintetizado por todas las células del organismo a partir de la acetil-CoA fundamentalmente en el hígado, corteza renal, piel, intestino y aorta, aunque puede darse en cualquier tejido. Posee una serie de funciones que lo hacen indispensable, donde la función importante del colesterol es de servir como precursor para la síntesis de los ácidos biliares por el hígado que facilita la absorción intestinal de los triacilgliceroles y vitaminas liposolubles, la excreción se hace en forma de ácidos biliares por el hígado y la vesícula biliar hacia el intestino. El colesterol es el precursor de muchos otros esteroides en los tejidos animales incluyendo los ácidos biliares, andrógenos, estrógenos, progesterona y las hormonas adrenocorticales (Villavicencio, 1996; Devlin, 1988).

El colesterol es una sustancia indispensable en el organismo, se le encuentra en la sangre, bilis y en el sistema nervioso. Es el precursor de sales biliares y probablemente de algunas hormonas de las glándulas suprarrenales y sexuales. El colesterol se halla en el organismo en forma libre y esterificada, se halla libre en el cerebro y otros órganos del sistema nervioso, glóbulos de la sangre, en presencia de cálculo biliar se halla combinado

con ácidos grasos esterificados en la corteza suprarrenal y en el plasma sanguíneo. En cuanto a su origen el colesterol del organismo deriva de la síntesis endógena a partir de la Acetil CoA (Hamerly, 1977).

El colesterol (esterol) como todos los esteroides se considera como un derivado del hidrocarburo tetracíclico saturado perhidrociclopentanofenantreno. Es miembro del gran grupo de esteroides llamado esteroleos. Son alcoholes esteroides que contienen un grupo de hidroxilo en el carbono 3 del anillo y una cadena ramificada de 8 átomos de carbono 17; se encuentra en forma de alcoholes libres, o esteres de ácidos grasos de cadena larga del grupo hidroxilo situado en el carbono tres; es sólido a temperatura ambiental y funde a 150°C y es insoluble en agua. El colesterol es un esteroide que modula la fluidez de las membranas eucarióticas, es esencial para el crecimiento y viabilidad de las células (Lehninger, 1991; Stryer, 1995; Villavicencio, 1996).

El colesterol se encuentra en todas las fracciones lipídicas de la sangre. Para los fines de patología clínica, el colesterol se valora en el plasma como colesterol total y a veces se divide en dos fracciones: "libre" y esterificado. El colesterol "libre" no está unido a lípidos o compuestos y el colesterol esterificado está unido a lípidos o compuestos lipídicos. La mayoría de los animales pueden tener niveles elevados de colesterol después de alimentarse con grasa, también en disfunción hepática incluyendo la obstrucción del conducto biliar, porque la destrucción de las células hepáticas trae como consecuencia una disminución en la actividad metabólica del hígado y se reduce más la degradación del colesterol que la síntesis, por lo que los niveles en la sangre aumentan. En hipotiroidismo los niveles de colesterol aumentan porque la carencia de hormonas tiroideas reduce la actividad metabólica de la célula hepática, así como también de las células de otras partes del organismo. También aumentan los niveles de colesterol en diabetes mellitus, en nefrosis y puede presentarse un ligero incremento con infarto al

miocardio. Los niveles bajos de colesterol pueden indicar debilidad o mal absorción de grasa, pero son de muy rara incidencia. La determinación de colesterol total por el laboratorio es supremamente útil en el hipotiroidismo y en la nefrosis, en la disfunción hepática y diabetes mellitus se deben realizar otras pruebas más específicas. Las diferentes especies pueden ser clasificadas de acuerdo a la forma en que ocurre el metabolismo lipídico en ellas, así se les ha dividido en dos patrones: patrón LDL y patrón HDL (Bauer, 1997).

El colesterol es un esteroide (lípidos) que se encuentra en los tejidos corporales y en el plasma sanguíneo de los vertebrados. Se presenta en altas concentraciones en el hígado, médula espinal, páncreas y cerebro, variante de la colesteroína. Es muy liposoluble y solo ligeramente soluble en agua. Es específicamente capaz de formar ésteres con los ácidos grasos. De hecho, aproximadamente el 70% del colesterol de las lipoproteínas del plasma circula como ésteres de colesterol (Guyton. 2004).

2.4.1. Colesterol total

El colesterol, es un constituyente importante de las membranas celulares, es el precursor de hormonas esteroideas, provitaminas y ácidos (o sales) biliares. En la sangre, el colesterol total (CT) existe en forma libre o esterificado con ácidos grasos, siendo esta última la predominante.

2.4.2. Síntesis del colesterol

Junto al colesterol que se absorbe cada día en el tubo digestivo, llamado colesterol exógeno, las células del organismo sintetizan una cantidad incluso mayor denominado colesterol endógeno. La biosíntesis tiene lugar en el retículo endoplásmico liso de virtualmente todas las células de los animales vertebrados. Mediante estudios de marcaje isotópico, D. Rittenberg y K. Bloch demostraron que todos los átomos de carbono del

colesterol proceden, en última instancia, del acetato, en forma de acetyl coenzima A (Díaz, 2005).

Los pasos principales de la síntesis de colesterol son: (King, 2010)

- a. El acetyl-CoA se convierte en mevalonato: la ingesta de ácidos grasos saturados de cadena larga produce hipercolesterolemia.
- b. El mevalonato se convierte en escualeno mediante reacciones sucesivas de transferencia de grupos prenilo.
- c. El escualeno se transforma en lanosterol.
- d. El lanosterol se convierte en colesterol en unas 21 etapas sucesivas enzimáticamente catalizadas.

2.4.3. Funciones del colesterol

El colesterol tiene múltiples e importantes funciones. Por un lado, es componente de las membranas biológicas de las células eucariotas de las diversas especies animales. En los individuos adultos, más del 90% del colesterol del organismo se localiza en las membranas, mientras que solo un 7% circula por el plasma, es decir les da fluidez y permeabilidad a las membranas modificando la actividad de las enzimas ancladas en ellas (Navarro, 2009).

El colesterol es precursor de otras biomoléculas importantes como son los ácidos biliares (AB), las hormonas esteroideas y la vitamina D. (Molina, 1991). Es un importante protector cutáneo debido a que -junto con otras sustancias lipídicas que, como el, también se depositan en grandes cantidades en la piel- impide la absorción de sustancias hidrosolubles a través de la piel, ya que es inerte frente a los ácidos y solventes, los cuales, de lo contrario, podrían penetrar fácilmente en el organismo. Además, estos lípidos evitan la evaporación masiva de agua por la piel (Navarro, 2009). Una función recientemente

descubierta es la implicación del colesterol en la embriogénesis y la diferenciación celular (Martínez, 2001).

2.4.4. Regulación del colesterol

La producción de colesterol es regulada directamente por la concentración del colesterol presente en el retículo endoplásmico de las células, habiendo una relación indirecta con los niveles plasmáticos de colesterol presente en las LDLs. Una alta ingesta de colesterol en los alimentos conduce a una disminución neta de la producción endógena y viceversa (Díaz, 2005).

El nivel de síntesis del colesterol es regulado en parte por la ingestión de colesterol en la dieta. Este se utiliza en la formación de membranas celulares y en la síntesis de las hormonas esteroides y de los ácidos biliares (King, 2010).

2.5. Antecedentes

Se han publicado valores de variación muy amplia para animales normales: 200 a 800 mg/dL. El total de lípidos aumenta después de una comida durante el periodo de absorción de grasa. Las concentraciones post absorptivas permanecen alto durante la diabetes no controlada. También pueden ser altas durante la cetosis de inanición; sin embargo, los pocos datos disponibles en cetosis espontánea y por ayuno en vacas sugieren una pequeña disminución en los lípidos totales después de seis, o más horas. La concentración de lípidos es más alta en vacas lactantes que en las no lactantes, y hay una depresión durante dos o tres días antes del parto. En general, la aparición de un cambio en los lípidos plasmáticos totales, sugieren la necesidad de examinar las fracciones más cercanamente (Medway et al., 1969)

Tabla 1. Datos de colesterol y triglicéridos en otras Especies.

PARAMETROS	EQUINO	BOVINO	CERDO	PERRO	GATO	OVEJA	CABRA
Colesterol 1 mg/100mL	70-180	80-120	36-54	110-130(400)	70-150(176)	-	-
Trigiceridos 1 mg/100mL	Hasta 50	15-45	-	50-100	50-100	-	-
Colesterol 2 mg/dL	75-150	50-230	100-250	-	-	100-150	-
Trigiceridos 3 mg/100mL	51-236	50-230	-	125-250	75-151	50-100	80-130

FUENTE: 1 Kraft y Schillinger (1998), 2 Church y Pond (1998) y 3 Mebmay et al. (1969)

Flores (2019), En el presente trabajo se realizó una crianza de tipo familiar ubicado en el distrito de Ferreñafe región de Lambayeque; se emplearon 48 cuyes, distribuidos en 4 tratamientos de 12 cada uno; se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA). Los tratamientos fueron T0: Testigo (sin L-carnitina), T1: ración con 25 mg de L-carnitina, T2: ración con 50 mg de L-carnitina y T3: ración con 75 mg de L-carnitina; en todos los casos la ración fue la misma. Los resultados del perfil lipídico fueron los siguientes: Lípidos Totales T0: 140.59, T1: 90.85, T2: 125.98 y T3: 93.00 mg/dL; Triglicéridos T0: 68.00, T1: 51.97, T2: 73.9 y T3: 87.65 mg/dL; Colesterol Total T0: 52.85, T1: 34.15, T2: 47.36 y T3: 34.96 mg/dL; Colesterol HDL T0: 7.52, T1: 5.39, T2: 7.16 y T3: 4.89 mg/dL; Colesterol LDL T0: 31.74, T1: 18.37, T2: 25.40 y T3: 12.54 mg/dL; Colesterol VLDL T0: 13.60, T1: 10.39, T2: 14.79 y T3: 17.53 mg/dL; encontrándose diferencias significativas entre los parámetros medidos ($\alpha=0.01$).

En un estudio de enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos, Guevara (2009), reportó 97 mg/dl de triglicéridos para una dieta control (alimento balanceado); los cuyes alimentados con aceite de pescado obtuvieron: 85.5 mg/dl de triglicéridos; mientras que los alimentados semilla de sacha inchi obtuvieron 93.5 mg/dl y los cuyes

alimentados con la dieta suplementada con aceite de pescado y semilla de sachá inchi obtuvo 76.5 mg/dl. Con respecto al Colesterol total reporto los siguientes datos: 63 mg/dl para la dieta control, 57.6 mg/dl para la dieta suplementada con aceite de pescado y 66 mg/dl para la dieta suplementada con 4% de sachá inchi y 59 mg/dl para la dieta suplementada con semillas de sachá inchi más aceite de pescado. Para las LDLs reporta los siguientes datos: 21.6 mg/dl para el tratamiento que contiene aceite de pescado, 29.2 mg/dl para la dieta suplementada con semillas de sachá inchi y 24.79 mg/dl para la dieta suplementada con semillas de sachá inchi más aceite de pescado y 23.85 mg/dl para la dieta control. Así mismo, reporta valores de 18 a 20 mg/dl para las HDL. Para la VLDL con la dieta control reporto 19.4 mg/dl, para la dieta suplementada con aceite de pescado reporto 17.1 mg/dl, del mismo modo para la dieta suplementada con semilla de sachá inchi reporto 18.7 mg/dl y finalmente para la dieta suplementada con harina de pescado y semilla de sachá inchi reporto 15.3 mg/dl.

Los valores bioquímicos del suero de los animales domésticos pueden variar según los factores geográficos (altitudinal y latitudinal) y disponibilidad de alimentos (Fowler y Zinkl, 1989).

Aybar (2011) El experimento se realizó en el Centra Experimental Pampa del Arco de la Escuela de Medicina Veterinaria - UNSCH, con el objetivo de evaluar el perfil lipídico de cuyes en crecimiento alimentados con diferentes raciones: alfalfa sola (T1), cebada más alfalfa (T2) y Alfalfa más concentrado (T3) en un periodo de 7 semanas. Se emplearon 36 cuyes machos de Línea Perú, destetados de 14+4 días de edad, adquiridos de una granja local. Los animales fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos y 3 repeticiones, cada repetición representada por 4 cuyes alojados en una jaula, previamente identificados con aretes metálicos. Se utilizaron 9 jaulas.

Los parámetros (colesterol total, triglicéridos, HDL, LDL y VLDL) que conforman el perfil lipídico fueron medidos al final del periodo de evaluación con la extracción de sangre de los animales; siendo los resultados de colesterol 22.7 (T1), 33.3 (T2) y 23.0 (T3) mg/dl; no encontrándose diferencia estadística entre los 3 tratamientos. Los resultados de los triglicéridos fueron: 24.3 (T1), 21.0 (T2) y 25.3 (T3) mg/dl. En el caso de las HDL los resultados fueron: 5.7 (T1), 6.3 (T2) y 5.7 (T3) mg/dl. Las LDL obtuvieron los siguientes resultados: 13.0 (T1), 23.0 (T2) y 12.0 (T3) mg/dl. Así mismo las VLDL mostraron los siguientes datos promedio: 4.3 (T1), 4.3 (T2) y 5.0 (T3). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los parámetros medidos.

Medina (2009) el trabajo de investigación se realizó en la granja de cuyes del centro de investigación y producción chuquibambilla de la una puno, con el objetivo de determinar el efecto de la alimentación con alfalfa (T1) y heno de avena (T2) en los niveles de algunos componentes bioquímicos sanguíneos (glucosa, proteínas totales, albumina, globulinas, colesterol y triglicéridos) en 20 cuyes hembras vacías 20 cuyes gestantes del tipo 1 Mi Perú, los niveles sanguíneos de componentes bioquímicos se determinan por espectrofotometría en el laboratorio de bioquímica de la FMVZ; donde los niveles de colesterol sérico fueron de 44.45 ± 2.24 mg/dL en T1 y 34.32 ± 1.36 mg/dL en T2 ($p \leq 0.05$), según el factor estado reproductivo fue de 40.97 ± 1.60 mg/dL y 37.78 ± 2.00 mg/dL para hembras gestante y vacías respectivamente ($p > 0.05$); la concentración de triglicéridos fue de 43.66 ± 2.51 mg/dL en T1 y 38.05 ± 2.07 mg/dL en T2 ($p \leq 0.05$), según el factor estado reproductivo fue de 44.39 ± 2.02 mg/dL y 37.32 ± 2.55 mg/dL en cuyes gestantes y vacías respectivamente ($p \leq 0.05$).

Sencara (2015) la concentración promedio de colesterol en suero sanguíneo de conejos domésticos de altura fue de 57.46 ± 1.98 mg/dL, siendo de 61.85 ± 2.56 mg/dL en conejos de recría y de 53.07 ± 2.49 mg/dL en conejos reproductores ($P \leq 0.05$); para el

efecto del factor sexo fue de 61.61 ± 2.11 mg/dL en machos y de 53.31 ± 2.93 mg/dL en hembras ($P > 0.05$); se concluye que el factor edad es un factor influente en las concentraciones de glucosa, proteína total, globulinas y colesterol y no en albúminas y el factor sexo no es un factor influente en todas las variables estudiadas.

Valores sanguíneos referenciales del Cuy

Quesemberry (2005) Los trabajos que se emplean mayormente en trabajos de experimentación son mamíferos pequeños entre los que se encuentran los cobayos, conejos, gerbos, hámster y otros. En un estudio realizado en cobayos se reportaron los siguientes datos en cuanto a parámetros bioquímicos séricos.

Triglicéridos: 15- 50 mg/dL Colesterol: 20- 50 mg/dL

Los principales parámetros bioquímicos plasmáticos en animales de laboratorio son la glucosa, proteína sérica (albuminas y globulinas), triglicéridos, colesterol, bilirrubina, creatinina entre otros los siguientes datos pertenecen a los cobayos ya que es un animal muy común en experimentación (Boyd, 1998 y Flecknell, 2003).

Triglicéridos: 16- 45 mg/dL Colesterol: 16- 43 mg/dL

Perfil lipídico en otras especies.

Castro- Gonzales et al. (2001) Se cuantificó la concentración de lípidos totales, colesterol y triglicéridos plasmáticos de 30 crías de *Zalophus californianus* de Los Islotes (Baja California Sur, México) durante el verano de 1999. Los contenidos de lípidos totales y colesterol encontrados fueron semejantes entre hembras y machos, con un intervalo de 0.056 a 0.061 mg/dL y 108 a 240 mg/dL, respectivamente. El valor máximo de colesterol encontrado en machos perteneció a aquellos con menor peso (240 mg/dL: 8.1 kg); en las hembras sucedió lo contrario (112 mg/dL: 14.1 kg). Un comportamiento similar se observó al compararse el colesterol con el grosor de la capa de grasa. Los valores de triglicéridos fueron muy heterogéneos tanto en hembras como en machos, ya que estos

valores están muy influenciados por los diferentes periodos de ayuno de las crías y porque durante la lipemia alimenticia estos niveles se elevan; para las hembras se encontró un intervalo de 11 a 306 mg/dL y para los machos de 15 a 232 mg/dL. La correlación entre los parámetros morfométricos y los parámetros clínicos fue muy baja. Se detectó una mayor correlación entre el colesterol y peso en las hembras; en los machos fue casi nula. No se detectó correlación entre los triglicéridos y los parámetros morfométricos estudiados. La población de Los Islotes ha mostrado, en los últimos cuatro años, condiciones de bienestar (producción de crías estable, condición corporal de crías alta, fecundidad de hembras estable) y en este muestreo en particular, todas las crías quedaron dentro de los márgenes normales estimados para el Golfo de California con respecto al grosor de capa de grasa subcutánea, perímetro axilar/longitud estándar y factor de condición de Fulton. Por esta razón, se considera que el colesterol y los triglicéridos plasmáticos de crías de menos de dos meses pueden utilizarse como marco de referencia en estudios comparativos subsecuentes, particularmente durante periodos de estrés ambiental, como el fenómeno de El Niño.

Alarcón- Corredor et al. (2000), Los trastornos en el metabolismo de los lípidos durante la carencia de cobre en las ratas son muy conocidos. La deficiencia de Cu se asocia con la retención espontánea de hierro hepático. Estudios previos han informado que el hipercolesterolemia y la hipertrigliceridemia están asociadas con concentraciones hepáticas elevadas de hierro en ratas carentes en Cu. Existe una relación directa entre la magnitud de los lípidos en la sangre y la concentración de hierro hepático. Basados en estos datos, se ha sugerido que el hierro es el responsable de la hiperlipemia de la carencia de Cu. En este estudio se determinó el efecto de dosis crecientes de Cu (10, 20 y 50 ppm) en la dieta, sobre el contenido sérico de lípidos totales, colesterol total, triglicéridos (triacilglicerolos), fosfolípidos y ácidos grasos no esterificados (AGNE) y sobre el

contenido hepático de Fe y Zn en ratas normales. Los resultados se compararon con los de ratas normales que recibieron una dieta equilibrada que contiene 0,6 y 6 ppm de Cu, respectivamente. Los resultados muestran que el suplemento de Cu disminuyó el nivel sérico de colesterol y de triglicéridos, aumentó el nivel de fosfolípidos y de AGNE y concomitantemente disminuyó las concentraciones hepáticas de Fe y Zn. Hubo una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre triglicéridos y Fe hepático ($r = 0,917$; $R^2 = 64.03\%$), colesterol y Zn hepático ($r = 0.872$; $R^2 = 76,07\%$), colesterol y Fe hepático ($r = 0,995$; $R^2 = 99,10\%$), Fe hepático y Cu hepático ($r = -0,612$), Fe y Zn en hígado ($r = 0,837$), Cu y Zn en hígado ($r = -0,612$), y triglicéridos y Zn hepático ($r = 0,967$). El mecanismo (s) por el cual el Fe y Zn determinan estos cambios no se conoce; ninguna de las enzimas que participan en el metabolismo y en la biosíntesis del colesterol y de los triglicéridos requieren de Fe y/o de Zn. El aumento de los AGNE probablemente se debe a los cambios en el proceso de lipólisis y re-esterificación de los ácidos grasos en la sangre. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales para esclarecer los mecanismos precisos de estas interrelaciones.

Quijano (2011) El presente estudio tuvo el objetivo de evaluar la correlación y relación entre las pruebas bioquímicas de los valores de glucosa, colesterol y triglicéridos. La muestra estuvo conformada por 232 pacientes, entre 25 y 65 años, que acudieron al Centro de Análisis e Investigación Escalabs e.i.r.l. en los meses de marzo – agosto del año. En el análisis de datos se obtuvo para la correlación glucosa-colesterol un $r = 0.36$ y un coeficiente de determinación $r^2 = 0.0013$, es decir que no es posible realizar una predicción de los niveles de colesterol en base a los de glucosa y viceversa, lo que queda afirmado con el resultado obtenido del ANOVA donde $p > 0.05$, es decir que el resultado es estadísticamente significativo, pudiendo concluir que la ecuación $y = 0.0335x + 204.64$ no es válida para predecir valores de glucosa en base a colesterol y ni los de colesterol en

base a glucosa. De igual manera se procedió con la correlación colesterol- triglicéridos siendo $r = 0.24$ y el coeficiente de determinación $r^2 = 0.055$, en este caso se concluye que existe similitud entre ambos parámetros, y que es posible determinar los valores de colesterol en base a los niveles de triglicéridos y viceversa, lo que queda demostrado con el resultado obtenido del ANOVA donde $p > 0.05$, es decir que el resultado es estadísticamente significativo.

Ángeles y Chávez (2007) Estudios recientes han mostrado que en sujetos con obesidad existe una relación directamente proporcional entre la concentración de triglicéridos (TG) y LEP en sangre; resulta interesante investigar si esta relación también se presenta en la DT2. Se estudiaron 30 pacientes con DT2, con una media de índice de masa corporal (IMC) de $27\text{kg}/\text{m}^2$, sometidos por 30 días a un PA acorde a sus características (estudio cuasi experimental de tratamiento único). Se determinaron indicadores bioquímicos (LEP, Insulina, TG, glucosa (GLU) y colesterol total (COLT)), dietéticos y antropométricos: peso, talla, IMC, circunferencia de cintura (CCI), cadera (CCA) y muñeca (CM), % grasa corporal (%GC), circunferencia media de brazo (CMB), pliegue tricípital (PT), pliegue bicipital (PB), pliegue suprailíaco (PSI), pliegue subescapular (PSE). El análisis estadístico incluye: prueba t de student (muestras independientes), diferencia de medias (muestras independientes) para muestras pareadas y correlación de Pearson. Las determinaciones se hicieron en los días 1, 15 y 30 del mes durante el estudio. Todos los pacientes redujeron sus valores de GLU, COLT, CCI, PSI ($P \leq 0.05$), %GC Y PSE ($P \leq 0.005$). Las mujeres presentaron una reducción en los niveles de GLU ($P \leq 0.005$), COLT ($P \leq 0.08$), peso, IMC, %GC, CMB, PT, PB y PSE ($P \leq 0.05$), mientras que en los varones solo se presentó disminución en los niveles de COLT ($P \leq 0.08$), PT y %GC ($P \leq 0.05$). Aunque un PA tiene un efecto positivo sobre los

indicadores antropométricos y bioquímicos en este estudio no se encontró correlación entre la concentración de LEP sérica con COLT y TG.

Parreño y Gutiérrez (2010) Se determinaron las concentraciones séricas de colesterol total (CT) y triglicéridos de 400 personas que acudieron a un centro asistencial del Cercado de Lima, en Lima Metropolitana, con edades comprendidas entre 20 y 70 años, entre los meses de octubre de 2008 a enero de 2009 y se relacionaron dichos parámetros bioquímicos con las siguientes variables: edad, sexo e índice de masa corporal (IMC). Los valores medios obtenidos fueron: CT: 169,66 mg/dL; triglicéridos: 161,76 mg/dL, e IMC: 27,01 kg/m². Se encontró que, para el CT, 60,5% tenía niveles normales y 39,5% presentaba hipercolesterolemia. Para los triglicéridos, 50,8% tenía niveles normales y 49,3% tuvo hipertrigliceridemia. En cuanto al IMC, 2% tenía IMC bajo; 34,8% IMC normal; 38% sobrepeso y 25,3% obesidad. Se halló relación estadísticamente significativa al confrontar los niveles séricos del CT con la edad ($p=0.03$) y el IMC ($p=0.04$). Lo mismo sucedió al relacionar los niveles séricos de los triglicéridos con la edad ($p=0.001$) y el IMC ($p=0.04$), así como al relacionar estas dos últimas variables entre sí ($p=0.04$). Pero al confrontar tanto el CT, triglicéridos e IMC con la variable sexo ($p=0.56$, 0.44 y 0.87 respectivamente) no se obtuvo relación estadística significativa.

En estudios sobre el perfil lipídico sanguíneo en alpacas madres y sus respectivas crías, al momento del nacimiento y a los 30 días post nacimiento, en 20 madres y sus respectivas crías, alpacas del CIP La Raya, existe alta significancia ($P\leq 0.01$), para el factor clase y el factor momento de muestreo en el caso de los lípidos totales y triglicéridos (Ramírez, 2006) (Cuadro 6).

Tabla 2: Lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (en mg/dL), en alpacas crías y sus respectivas madres.

Metabolito	Clase animal	Momento de muestreo		Promedio General
		Nacimiento	30 días post	
Lípidos totales	Madre	135.71±7.02	203.57±12.8	169.64
	Cría	176.78±13.08	260.71±16.99	218.75
Triglicéridos	Madre	29.71±1.41	32.00±2.13	30.86
	Cría	57.71±3.56	96.57±5.48	77.14
Colesterol	Madre	58.48±2.69	59.76±3.23	59.12
	Cría	38.68±2.58	41.54±2.10	40.11

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

Las muestras fueron colectadas en el Centro de Investigación y Producción Majes, ubicado en el distrito de Majes de la provincia de Caylloma de la región de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa, en el sur del Perú. Limita por el noreste con el distrito de Lluta; por el sureste con los distritos de Santa Isabel de Sigwas y San Juan de Sigwas; por el sur con los distritos de Quilca y Samuel Pastor; por el noroeste, con el Distrito de Nicolás de Piérola de la provincia de Camaná y los distritos de Uraca y Huancarqui de la provincia de Castilla, ubicada a una altitud de 1410 m en las coordenadas geográficas de 16°21'31" de latitud Sur y 72°11'27" de longitud Oeste.

Los análisis bioquímicos de las muestras fueron realizados en el laboratorio de bioquímica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, que se encuentra situado, en la ciudad universitaria de la región Puno a una altitud de 3825 m.

3.2. **Material experimental**

De los animales

Se seleccionaron 40 cuyes según clase (Recría=10, reproductores =10) y sexo (Machos=10 y hembras =10) se evaluaron los niveles séricos de lípidos totales, triglicéridos y colesterol.

Selección de animales.

La selección de animales se realizó al azar, las que fueron distribuidas en dos grupos experimentales: 20 hembra (10 adultas y 10 de recría) y 20 machos (10 adultos y 10 de recría).

Criterios a tomar en cuenta:

- Los animales estuvieron en condiciones de ayuno.

- Los animales deben estar físicamente y clínicamente sanos.
- Los animales deben estar criados bajo las mismas condiciones ambientales y alimentación a base de alfalfa.

Los criterios de exclusión:

Con un estándar ajustado, el procedimiento que se sigue se describe:

- Los animales que estuvieron sobrealimentados.
- Los animales enfermos clínicamente.

3.3. Materiales y equipos**Para el análisis de laboratorio:**

- Espectrofotómetro modelo GENESYS 20 THERMO SPECTRONIC
- Tubos de prueba de 10 mL.
- Pipetas graduadas
- Micro pipetas automáticas
- Baño María
- Gradillas
- Materiales de vidrio de uso diverso
- Baño María
- Cronómetro

Reactivos:

- Kit de reactivos para el análisis de lípidos totales marca Merck.
- Ácido sulfúrico 95-97%.
- Kit de reactivos para triacilgliceroles (DiagnoTEST – Merck).
- Kit de reactivos para determinar colesterol, del laboratorio Wiener.

De campo:

- Cuaderno de campo para registro de datos de toma de muestras.

De muestreo:

- Caja de tecnopor con hielo
- Bisturí
- Torundas de algodón
- Alcohol yodado
- Gradillas
- Tubos vacutainer de 10 mL.

Obtención de suero:

- Centrífuga
- Viales de plástico de 5 mL.
- Pipetas graduadas
- Cronómetro

3.4. Metodología**3.4.1. Obtención y conservación de muestras**

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante sangría al beneficio de los animales en ayuno, la sangre se colectó en tubos de ensayo sin anticoagulante para inmediatamente ser centrifugados a 3000 rpm durante 15 minutos, luego se obtuvo el suero sanguíneo, los que se conservarán en viales de plástico esterilizados de 5 ml los cuales fueron rotulados y conservados en congelación a -20°C hasta su análisis en el laboratorio.

3.4.2. Análisis de las muestras**a) Determinación de lípidos totales.**

Se usó el kit de determinación de lípidos totales Merckotest del laboratorio Merck (Método de vainilla), cuyo principio es el siguiente:

Sin desproteinización previa, el suero sanguíneo fue calentado con ácido sulfúrico concentrado y luego tratado con el reactivo de vainilla-ácido fosfórico. En esta reacción sulfovainillina, los lípidos del suero producen un color rosado el cual será determinado espectrofotométricamente. La concentración de lípidos totales en suero fue obtenida por comparación con un estándar ajustado; el procedimiento que se describe:

Procedimiento:

Se realizó el siguiente protocolo:

Tabla 3: Preparación de los reactivos y las muestras para la determinación de Lípidos Totales.

	Blanco	Estándar	Muestra
Suero(L)	---	---	28
Estándar (L)	---	28	---
Reactivo(mL)	1	1	1

Se taparon los tubos y se mezclaron, luego se procedió a hervir los tubos en una hornilla eléctrica por 10 minutos, posteriormente se procedió a enfriar en agua con hielo por 5 minutos.

Tabla 4: De la mezcla obtenida se pipeteo en otros tubos, de la siguiente manera:

	Blanco	Estándar	Muestra
Mezcla (L)	---	56	56
Ácido sulfúrico(L)	56	---	---
Reactivo color(mL)	1	1	1

Se mezcló usando el vortex, se incubo a temperatura ambiente por 50 minutos y se realizó la lectura de las absorbancias a 530 nm de longitud de onda.

El cálculo de la concentración de lípidos totales se realizó con la siguiente fórmula:

$$[\text{Lípidos totales}] = [\text{Estándar}] \left[\frac{\text{Abs del estándar}}{\text{Abs de la muestra}} \right]$$

$$[\text{st}] = 1000 \text{ mg/dL}$$

La unidad de expresión que se ha obtenido es en miligramos por decilitro (mg/dL).

b) Determinación de triacilgliceroles.

El método empleado fue el enzimático colorimétrico, utilizando un kit de reactivos de laboratorio “diagno TEST”, cuyo fundamento es:

Fundamento

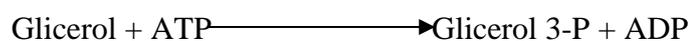
Los triacilgliceroles presentes en la muestra por la acción de la enzima lipasa, liberan glicerol y ácidos grasos:

Lipasa



El glicerol liberado por esta reacción es determinado por las siguientes reacciones enzimáticas acopladas:

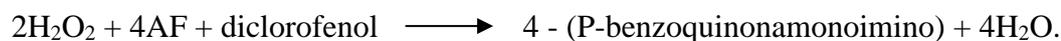
Glicerol Quinasa



Glicerol-P Oxidasa



Peroxidasa



El color fue directamente proporcional a la cantidad de triacilgliceroles presentes en la muestra.

Procedimiento:

- Se reconstituyo el reactivo según las instrucciones.
- Se homogenizo las muestras antes de utilizar.
- Se rotulo tres tubos de ensayo; B (blanco), S (standard) y M (muestra), y se colocaron las cantidades en cada uno de ellos de acuerdo al siguiente esquema:

Tabla 5: Preparación de reactivos y muestras para la determinación de Triacilgliceroles.

	Blanco (mL)	Standard (mL)	Muestra suero (mL)
Muestra de suero	--	--	0.01
Standard del reactivo	--	0.01	--
Reactivo de trabajo	1.00	1.00	1.00

- Se mezcló suavemente y luego se incubo por un lapso de 5 minutos a 37° C, en baño María.
- Se llevó el espectrofotómetro a cero con el blanco, para leer la absorbancia a una longitud de onda de 546 nm (500 – 550nm).

Cálculos de resultados

Se procedió a corregir las lecturas con el blanco para los cálculos.

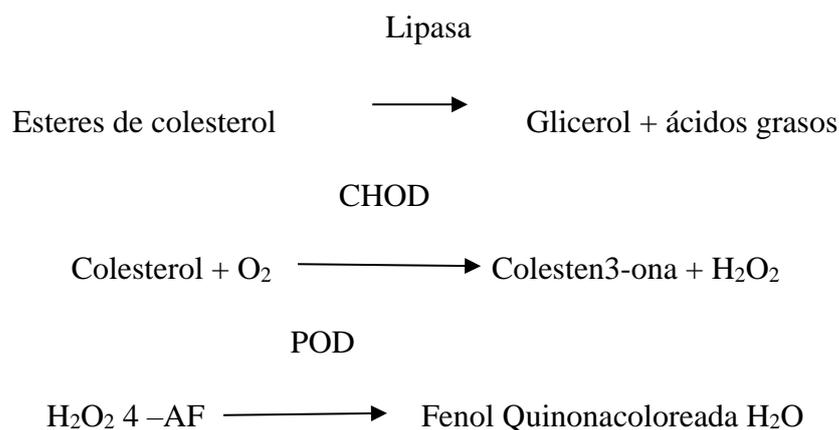
$$\text{Triacilgliceroles mg/dL} = \frac{\text{Absorbancia (muestra)}}{\text{Absorbancia (Standard)}} \times \text{concentración del Standard}$$

$$\text{Concentración del Standard} = 200 \text{ mg/dL.}$$

c) Determinación de colesterol

Se fundamenta en la técnica enzimática calorimétrica la cual se basa en la acción de tres enzimas (colesterol esterasa, oxidasa y peroxidasa), formando un compuesto coloreado que varía desde un rosado tenue a un rojo claro, lo cual es proporcional a la

concentración de colesterol presente en la muestra. La lectura de absorbancia se realizó a 505 nm de longitud de onda. El colesterol presente en el suero sanguíneo y líquidos biológicos se determina según el siguiente esquema de reacción acoplada: Los triacilgliceroles presentes en la muestra por la acción de la enzima lipasa, liberan glicerol y ácidos grasos:

**Dónde:**

- CHOD : Colesterol oxidasa
 4-AF : Solución de 4-aminofenazona
 POD : Peroxidasa

La intensidad del cromógeno producido es proporcional a la cantidad de colesterol en la muestra.

Procedimiento:

Se siguió el siguiente protocolo:

Tabla 6: Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos.

Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar (μL)	-	10	-
Suero (μL)	-	-	10
Reactivo enzimático (mL)	1.0	1.0	1.0

1. Mezclo bien utilizando el Vortex y llevar a Baño María por 15 minutos a una temperatura de 37° C.
2. Se llevo al espectrofotómetro y se realizó la lectura de la absorbancia del estándar y de las muestras a una longitud de onda de luz de 505 nm de longitud de onda.
3. Se realizo el cálculo con la siguiente fórmula:

El cálculo de la concentración de colesterol se realizará con la siguiente formula:

$$[\text{Colesterol}] = [\text{Estándar}] \left[\frac{\text{Abs del estándar}}{\text{Abs de la muestra}} \right]$$

$$[\text{st}] = 200 \text{ mg/dL}$$

4. La unidad de expresión que se a obtenido es en miligramos por decilitro (mg/dL).

3.5. Método estadístico.

Estadística descriptiva

Se determinaron medidas de tendencia central (Promedio) y de dispersión (Error estándar y valores extremos).

Diseño experimental

El estudio fue conducido en un diseño bloque completo al azar, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta

μ : Media general

α_i : Sexo (i = 1, 2)

β_j : Clase animal (j = 1, 2)

ε_{ijk} : Error experimental (i = 1, 2, ... 20).

Prueba de comparación de medias

Se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey a un $\alpha=0.05$ Para el procesamiento de datos y el análisis estadístico se utilizó el software SAS versión 9,0.

De las correlaciones

Para estimar las correlaciones se utilizó la correlación de Pearson siendo la formula la siguiente:

$$r = \frac{\sum_{xy} - \frac{(\sum_x)(\sum_y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{x^2} - \frac{(\sum_x)^2}{n}\right)\left(\sum_{y^2} - \frac{(\sum_y)^2}{n}\right)}}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación

x = Variable independiente

y = Variable dependiente

h = Tamaño de muestra / calculada

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los niveles séricos de lípidos totales, triglicéridos y colesterol en cuyes hembras y machos y según clase animal procedentes del Centro de Investigación y Producción Majes, se muestran en los anexos y cuyos parámetros descriptivos estadísticos se presentan en las siguientes tablas.

4.1. Lípidos totales

Los niveles séricos de lípidos totales en suero sanguíneo de cuyes según sexo y clase animal se muestran en las siguientes tablas.

2.4.5. Lípidos totales séricos según sexo

Tabla 7: Concentración de lípidos totales en el suero sanguíneo (mg/dL) según sexo en cuyes del CIP Majes.

Sexo	n	Promedio \pm EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	20	119.34 \pm 5.66 ^a	21.23	80.40	162.00
Hembra	20	105.84 \pm 3.81 ^b	16.09	79.20	158.40
Total	40	112.59 \pm 4.74	19.87	79.20	162.00

En el presente estudio los resultados obtenidos respecto al sexo muestran una diferencia estadística significativa en los parámetros evaluados ($P \leq 0.05$), donde los machos tienen niveles séricos de lípidos totales más altos que las hembras, estas diferencias suponemos a factores fisiológicas en donde las hembras fueron gestantes y por el cual el consumo de energía es mayor por tanto hay una disminución de los lípidos en el organismo del animal, se podría deberse también estas diferencias al sistema de manejo; la alimentación es a base de alfalfa don de los machos aprovecharían mejor el metabolismo que requiere el organismo y de tal forma el excedente de proteínas almacenaría en forma de lípidos a nivel del organismo; en el efecto de reproducción los

machos al no estar separados en celdas tendrían un menor gasto de energía y por tanto tendría mayor reserva energética en forma de lípidos; por el tipo de recría al estar en galpones los machos tendría menor movimiento por lo cual se asume que los machos tendrían menor gasto de energía y consecuentemente mayor almacenamiento de lípidos.

La concentración de lípidos totales en plasma es altamente dependiente del estado nutricional o fisiológico tal como refiere Babin y Vernier (1989)

Los resultados son inferiores en relación a los cuyes de Lambayeque que fueron investigados por Flores (2019) en cuyes que fueron sometidos al tratamiento de L-carnitina en el departamento de Lambayeque y para la presente comparación solo tomamos los valores del grupo control cuyes que tuvieron un valor de 140.59 mg/dL. Esta diferencia que supera al valor encontrado en el presente estudio se deba también a los factores genéticos y a los factores medio ambientales, manejo, alimentación y otros. Esta superioridad en favor de los cuyes de Lambayeque se supone que expresan en forma positiva por tener diferentes condiciones de manejo y otros; donde en el sistema de crianza familiar disponen de una alimentación distinta y de mejor calidad que de los cuyes de majes probable mente que las familias proporcionan no solamente los residuos de cocina sino forrajes cultivados nos referimos a la alfalfa, residuos forrajeros de la producción arroceras , caña de azul , algarrobina entre otros todo ello favorece a una alimentación de calidad y cantidad y consecuentemente a una elevada síntesis del metabolismo lipídico como respuesta a la reserva alimenticia y consecuentemente los mayores niveles de lípidos en estudio. La diferencia observada en favor de estudio de Flores, probablemente pueda deberse también a la metodología del análisis de laboratorio y probablemente a la limitada confiabilidad respecto a los análisis realizados en laboratorios privados ya que en referencia citada indica que las muestras fueron remitidas a Vital Medic y no realizados en los laboratorios Que cuenta dicha universidad que

garantiza los resultados alcanzados justamente por las exigencias metodológicas del laboratorio Y el personal especializado de laboratorio.

Los resultados son inferiores a los mencionados por Medway et al. (1969) quienes han publicado valores de variación muy amplia de concentraciones de lípidos totales séricos para animales normales de 200 a 800 mg/dL. Como también a ratas suplementadas con cobre cuyas concentraciones varían de 221 ± 14 a 310 ± 25 mg/dL, tal como refiere Alarcón-Corredor et al. (2000). Sobre el particular, también son inferiores a las concentraciones séricas en ratas de 175 ± 4.27 mg/dL reportados por Barber et al. (1984). Ramirez (2006) en alpacas obtuvo 169.64mg/dL superior al presente estudio, esta diferencia se asume porque son de otras especies, otro sistema de manejo y medio ambientales.

Los resultados en el presente estudio son superiores al castro Castro-Gonzales et al. (2001) reportan que los lípidos totales de hembras y machos; los mayores valores extremos correspondieron a las hembras (0.056–0.061 g/dL, respectivamente); estos se deben a que son de otra especie y otros medios, que conllevan a valores de normalidad es decir que estos rangos y variaciones son aceptables dentro de los valores normales tanto para cuyes como también para las demás especies domésticas.

2.4.6. Nivele séricos de Lípidos totales según clase animal

La concentración sérica de lípidos totales según clase animal en cuyes se muestra en la tabla.

Tabla 8: Concentración de lípidos totales en el suero sanguíneo según clase en cuyes (mg/dL).

Clase	n	Promedio± EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Recría	20	99.24± 2.70 ^a	12.18	79.20	112.80
Adulto	20	125.94± 5.03 ^b	17.87	104.40	162.00

Los resultados del presente estudio respecto al clase animal se ha encontrado una diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$), donde los adultos son superiores a los jóvenes o recría de concentración de lípidos totales en el plasma sanguíneo, esta diferencia se asume a varios factores; fisiológicos, donde los animales jóvenes tienen mayor requerimiento de proteínas para su desarrollo y consecuentemente hay bajas cantidades de almacenamiento de reservas energéticas en forma de lípidos en el organismo, los animales jóvenes tienen mayor desplazamiento y de tal manera hay mayor gasto de energía y de esta forma disminuye los lípidos totales en el organismo.

Los resultados son inferiores a los reportados por Ramírez (2006) en alpacas madres y sus respectivas crías del CIP la Raya 169.64 y 218.75 mg/dL, esta diferencia se supone a que los resultados de Ramírez son mayores porque son de otra especie, distinto manejo y diferente ecosistema; con lo cual se demuestra que existe diferencia entre edades en la concentración de niveles plasmáticos.

Church (1974) quien indica que los valores séricos en el organismo no son constantes y varían según edad. Así mismo, un aumento significativo en los niveles de lipoproteínas generalmente ocurre durante el envejecimiento, particularmente, en los niveles de LDL-C. El aumento progresivo en la concentración de LDL-C durante el envejecimiento en ratas representa un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares tal como señalan Lacko y Davis (1979).

La concentración de lípidos totales en plasma sanguíneo es altamente dependiente del estado nutricional, fisiológico y de su etapa de desarrollo tal como refiere Babin y Vernier (1989)

4.2. Triglicéridos

En las siguientes tablas se presenta la concentración de triglicéridos en suero sanguíneo de cuyes.

4.2.1. Triglicéridos séricos según sexo

Tabla 9: Concentración de triglicéridos el suero sanguíneo según sexo en cuyes (mg/dL), majes

Sexo	n	Promedio \pm EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	20	28.38 \pm 0.46 ^a	7.21	24.14	32.59
Hembra	20	28.27 \pm 0.45 ^a	7.16	23.10	31.20
Total	40	28.32 \pm 0.46	7.19	23.10	32.59

Los resultados del presente estudio respecto al sexo no presentan diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), a pesar de que aritméticamente los valores en machos son ligeramente superiores al de hembras, estos resultados probablemente se deban a que los animales en estudio tienen las mismas condiciones de manejo muy especial respecto a la alimentación que es a base de alfalfa, así como la crianza en celdas que comparten el mismo ambiente de crianza y consecuentemente no se observa el efecto hormonal en el sentido de que las hormonas femeninas o estrogénicas orientan a la síntesis de lípidos así como las hormonas masculinas o androgénicas orientan a la síntesis de proteínas.

Los resultados son superiores en relación a los cuyes de Ayacucho que fueron investigados por Aybar (2011) con la suplementación de alfalfa, soya, concentrados y otros en tres tratamientos con resultados promedios entre 21-25 mg/dL con lo cual se

demuestra que existe esta diferencia que obedece a factores genéticos, y de manejo al referirnos al factor genético se tiene los diferentes tipos que deben expresar diferencias en la síntesis de triglicéridos, a la observación no debe darse diferencias en la presente comparación dado que en ambos estudio corresponden al mismo tipo Mi Perú.

Pero esta diferencia hemos referido que la expresión genética se debe a los factores medio ambientales entre ellos si existe abismales diferencias en primer lugar el lugar de estudio que en nuestro caso viene a ser en majes que se encuentra en llano a diferencia que Aybar realizo en Ayacucho en altitudes por encima de los 3000msnm. Los sistemas de manejo que nuestro caso corresponde a una crianza intensiva en galpón único con separación de celdas para cada grupo de animales , diferente al estudio de Aybar que corresponde a una crianza familiar que motivo el diseño de tratamientos soya, concentrado, alfalfa y otros, en tercer lugar nos correspondería a indicar a otros factores como sanidad a que en majes es controlada y en alimentación; en el caso de majes es a través de alfalfa adlivitum) lo que no sucede en los cuyes de Ayacucho ya que su alimentación en una crianza familiar es a base de residuos de cocina y otros a pesar que tiene por tratamientos.

Los resultados son inferiores a los estudios realizados por Flores (2019) en cuyes que fueron sometidos al tratamiento de L-carnitina en el departamento de Lambayeque y para la presente comparación solo tomamos los valores del grupo control cuyes que tuvieron un valor de 68.00 mg/dL. Esta gran diferencia que supera más de 2 veces el valor encontrado en el presente estudio se deba también a los factores arriba mencionados es decir a la influencia genética y a los factores medio ambientales, manejo, alimentación y otros. Esta superioridad en favor de los cuyes de Lambayeque se expresan en forma positiva por tener mejores condiciones medio ambientales manejo y otros para tener mejores condiciones de los factores referidos anteladamente que correspondería a que en

el sistema de crianza familiar disponen de una alimentación superior y de mejor calidad que los cuyes de majes probable mente que las familias proporcionan no solamente los residuos de cocina sino forrajes cultivados nos referimos a la alfalfa, residuos forrajeros de la producción arroceras , caña de azúcar, algarrobina entre otros todo ello favorece a una alimentación de calidad y cantidad y consecuentemente a una elevada síntesis del metabolismo lipídico como respuesta a la reserva alimenticia y consecuentemente los mayores niveles de lípidos en estudio. La diferencia observada en favor de estudio de Flores, probablemente pueda deberse también a la metodología del análisis de laboratorio y probablemente a la limitada confiabilidad respecto a los análisis realizados en laboratorios privados ya que en referencia citada indica que las muestras fueron remitidas a Vital Medic y no realizados en los laboratorios Que cuenta dicha universidad que garantiza los resultados alcanzados justamente por las exigencias metodológicas del laboratorio Y el personal especializado de laboratorio.

Paralelamente También encontramos los estudios realizados por Medina (2009) en cuyes en CIP Chuquibambilla- Puno con valor promedio 40.85 ± 2.29 mg/dL, ligera superioridad que obedece al sistema de manejo nos referimos al alimentación que en el presente caso fue a base de alfalfa y de heno de avena, permitiendo de esa manera disponer los cuyes de Chuquibambilla de una mayor y mejor calidad de alimento que a los cuyes de majes y no así los demás factores referidos que fueron semejantes en ambos casos.

En forma similar Guevara (2009) obtuvo los valores promedio de grupo control de 97.00 mg/dL en cuyes de la raza mi Perú, en el estudio de suplementación con aceite de pescado y Sachainchi observándose que esta superioridad de hasta 3 veces del valor encontrado por nosotros se deben al factor alimentación justamente al recibir los

alimentos en mayor cantidad y calidad a los cuyes de majes que permitieron la mejor respuesta y expresión genética en el metabolismo del perfil lipídico.

Los valores promedio de nuestro estudio son semejantes a los estudios realizados por Kraft y Schillinger (1998) quienes determinaron los valores 5 mg/dL a 45 mg/dL, los valores reportados por Quesemerry (2005)

De 15-50 mg/dL, los valores reportados por Flecknell (2003) y 16-45 mg/dL, Castro-Gonzales et al. (2001) reportan que los triglicéridos de hembras y machos tuvieron medias semejantes, con desviaciones estándar e intervalos de confianza muy grandes; los mayores valores extremos correspondieron a las hembras (26–124 y 43–105, respectivamente); y toda vez que indican un rango amplio, que los estudios corresponden a otras especies y otros medios, que conllevan a valores de normalidad es decir que estos rangos y variaciones son aceptables dentro de los valores normales tanto para cuyes como también para las demás especies domésticas.

Entre otros tal como refiere NCEP (2001). En mamíferos marinos en cautiverio, se ha encontrado que los triglicéridos se elevan cuando: (1) el alimento permanece en el estómago, (2) existe pancreatitis y (3) hay presencia de suero lipémico; estos niveles disminuyen cuando hay un ayuno prolongado. Este último punto se puede explicar porque los pinnípedos carecen de lipasas adecuadas para romper los triglicéridos en su sangre (Bossart y Dierauf, 1990).

4.2.2. Triglicéridos séricos según clase

Tabla 10: Concentración de triglicéridos en el suero sanguíneo según clase en cuyes (mg/dL).

Clase	n	Promedio± EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Recría	20	27.62± 0.42 ^a	6.90	23.10	30.63
Adulto	20	29.03± 0.42 ^b	6.55	25.10	32.59

Los resultados del presente estudio respecto al clase animal se presenta diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$), donde los adultos son superiores a los jóvenes o recría numéricamente y estadísticamente significativo, estos resultados probablemente se deban a que los animales adultos aprovechan mejor los alimentos teniendo un buen metabolismo del perfil lipídico y tener mayores reservas, en cambio los animales de recría al estar en crecimiento requieren mayor cantidad de energía y por consiguiente hay menor cantidad de reserva energética en forma de lípidos en el organismo, también se supone que los animales jóvenes tienen un mayor movimiento y esto conlleva a un mayor gasto de energía y de tal hay un bajo almacenamiento de grasa. Por consiguiente, se observa el efecto de edad en la síntesis de triglicéridos.

Los resultados en el estudio realizado por Ramírez (2006), en alpacas madres de 30.86 mg/dL y en crías 77.14 mg/dL, esta diferencia se supone a que los resultados de Ramírez son mayores porque son de otra especie, distinto manejo y diferente ecosistema que pueden variar el metabolismo del perfil lipídico; con lo cual se demuestra que existe diferencia entre edades en la concentración de niveles plasmáticos.

Sobre el particular se observa que los valores de hipertrigliceridemia se incrementan conforme aumenta la edad; los valores más altos de triglicéridos se hallan en el grupo etario adulto tal como refiere Parreño y Gutiérrez (2010).

La existencia de escasos estudios sobre la concentración de triglicéridos en suero sanguíneo en cuyes y dada la información de Kraft (1998) en los animales no rumiantes y los rumiantes muestran valores inferiores a los encontrados en el estudio (hasta 50mg/dL en equino; 50-100mg/dL en perro; 50-100 mg/dL en gato y similares a 15-45 mg/dL en bovino).

4.3. Colesterol

Los niveles séricos de colesterol según sexo y clase animal se muestran en las siguientes tablas.

4.3.1. Colesterol sérico según sexo

Tabla 11: Concentración de colesterol en el suero sanguíneo según Sexo en cuyes (mg/dL).

Sexo	n	Promedio \pm EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	20	31.33 \pm 1.43 ^a	20.38	18.59	40.15
Hembra	20	29.80 \pm 1.13 ^a	16.98	18.59	39.45
Total	40	30.56 \pm 2.97	18.68	18.59	40.15

Los resultados del presente estudio respecto al sexo no presentan diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), a pesar de que numéricamente los valores en machos son ligeramente superiores al de hembras, estos resultados probablemente se deban a que los animales en estudio tienen las mismas condiciones de manejo muy especial respecto a la alimentación que es a base de alfalfa, así como la crianza en celdas que comparten el mismo ambiente de crianza y consecuentemente no se observa el efecto hormonal en el sentido de que las hormonas femeninas o estrogénicas orientan a la síntesis de lípidos así como las hormonas masculinas o androgénicas orientan a la síntesis de proteínas.

Los resultados son superiores en relación a los cuyes de Ayacucho que fueron investigados por Aybar (2011) con la suplementación de alfalfa, soya, concentrados y otros en tres tratamientos con resultado promedio del grupo control alimentado con alfalfa de 22.7 mg/dL con lo cual se demuestra que existe esta diferencia que obedece a factores genéticos, y de manejo al referirnos al factor genético se tiene los diferentes tipos que deben expresar diferencias en la síntesis de triglicéridos, a la observación no debe darse diferencias en la presente comparación dado que en ambos estudio corresponden al mismo tipo Mi Perú.

Pero esta diferencia hemos referido que la expresión genética se debe a los factores medio ambientales entre ellos si existe abismales diferencias en primer lugar el lugar de estudio que en nuestro caso viene a ser en majes que se encuentra en llano a diferencia que Aybar realizo en Ayacucho en altitudes por encima de los 3000msnm. Los sistemas de manejo que nuestro caso corresponde a una crianza intensiva en galpón único con separación de celdas para cada grupo de animales , diferente al estudio de Aybar que corresponde a una crianza familiar que motivo el diseño de tratamientos soya, concentrado, alfalfa y otros, en tercer lugar nos correspondería a indicar a otros factores como sanidad a que en majes es controlada y en alimentación; en el caso de majes es a través de alfalfa adlivitum lo que no sucede en los cuyes de Ayacucho ya que su alimentación en una crianza familiar es a base de residuos de cocina y otros a pesar que tiene por tratamientos. Los valores bioquímicos del suero de los animales domésticos pueden variar según los factores geográficos (altitudinal y latitudinal) y disponibilidad de alimentos (Fowler y Zinkl, 1989).

Los resultados son inferiores a los estudios realizados por Flores (2019) en cuyes que fueron sometidos al tratamiento de L-carnitina en el departamento de Lambayeque y para la presente comparación solo tomamos los valores del grupo control cuyes que

tuvieron un valor de 52.85 mg/dL. Esta gran diferencia que supera casi 2 veces el valor encontrado en el presente estudio se deba también a los factores arriba mencionados es decir a la influencia genética y a los factores medio ambientales, manejo, alimentación y otros. Esta superioridad en favor de los cuyes de Lambayeque se expresan en forma positiva por tener mejores condiciones medio ambientales manejo y otros para tener mejores condiciones de los factores referidos anteladamente que correspondería a que en el sistema de crianza familiar disponen de una alimentación superior y de mejor calidad que los cuyes de majes probable mente que las familias proporcionan no solamente los residuos de cocina sino forrajes cultivados nos referimos a la alfalfa, residuos forrajeros de la producción arroceras , caña de azúcar , algarrobina entre otros todo ello favorece a una alimentación de calidad y cantidad y consecuentemente a una elevada síntesis del metabolismo lipídico como respuesta a la reserva alimenticia y consecuentemente los mayores niveles de lípidos en estudio. La diferencia observada en favor de estudio de Flores, probablemente pueda deberse también a la metodología del análisis de laboratorio y probablemente a la limitada confiabilidad respecto a los análisis realizados en laboratorios privados ya que en referencia citada indica que las muestras fueron remitidas a Vital Medic y no realizados en los laboratorios Que cuenta dicha universidad que garantiza los resultados alcanzados justamente por las exigencias metodológicas del laboratorio y el personal especializado de laboratorio.

Paralelamente también encontramos los estudios realizados por Medina (2009) en cuyes en CIP Chuquibambilla- Puno con valor promedio 39.38 ± 1.80 mg/dL, ligera superioridad que obedece al sistema de manejo nos referimos al alimentación que en el presente caso fue a base de alfalfa y de heno de avena, permitiendo de esa manera disponer los cuyes de Chuquibambilla de una mayor y mejor calidad de alimento que a

los cuyes de majes y no así los demás factores referidos que fueron semejantes en ambos casos.

En forma similar Guevara (2009) obtuvo los valores promedio de grupo control de 63 mg/dL en cuyes de la raza mi Perú, en el estudio de suplementación con aceite de pescado y sachainchi observándose que esta superioridad de hasta 2 veces del valor encontrado por nosotros se deben al factor alimentación justamente al recibir los alimentos en mayor cantidad y calidad a los cuyes de majes que permitieron la mejor respuesta y expresión genética en el metabolismo del perfil lipídico.

Los valores promedio de nuestro estudio son semejantes a los valores reportados por Quesemberry (2005) De 20- 50 mg/dL, los valores reportados por Flecknell (2003) y 16-43 mg/dL, Castro-Gonzales et al. (2001) reportan que los colesterol de hembras y machos tuvieron medias semejantes, con desviaciones estándar e intervalos de confianza muy grandes; los mayores valores extremos correspondieron a las hembras ((143–185 y 140–168, respectivamente); y toda vez que indican un rango amplio, que los estudios corresponden a otras especies y otros medios, que conllevan a valores de normalidad es decir que estos rangos y variaciones son aceptables dentro de los valores normales tanto para cuyes como también para las demás especies domésticas.

4.3.2. Colesterol sérico según clase.

Tabla 12: Concentración de colesterol en el suero sanguíneo en (mg/dL) según Clase en cuyes del CIP Majes.

Edad	n	Promedio± EE	CV (%)	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Recría	20	28.38± 1.16 ^a	18.26	18.59	36.23
Adulto	20	32.75± 1.24 ^b	16.92	22.72	40.15

Los resultados del presente estudio respecto al clase animal se presenta diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$), donde los adultos son superiores a los jóvenes o recría

numéricamente y estadísticamente significativo, estos resultados probablemente se deban a que los animales adultos aprovechan mejor los alimentos teniendo un buen metabolismo del perfil lipídico y tener mayores reservas, en cambio los animales de recría al estar en crecimiento requieren mayor cantidad de energía. A pesar en el estudio tienen las mismas condiciones de manejo muy especial respecto a la alimentación que es a base de alfalfa, así como la crianza en celdas que comparten el mismo ambiente de crianza, sin embargo, se observa el efecto de edad en la síntesis de triglicéridos.

Los resultados son inferiores a los reportados por Sencara (2015) siendo de 61.85 ± 2.56 mg/dL en conejos de recría y de 53.07 ± 2.49 mg/dL en conejos reproductores, estas diferencias suponemos a que son especies diferentes y en distinto tipo de manejo y diferente ecosistema que pueden variar el metabolismo del perfil lipídico y donde se demuestra que el factor edad es influyente en la concentración de colesterol.

Los resultados en el estudio realizado por Ramírez (2006), en alpacas madres de 59.12 mg/dL y en crías 40.11 mg/dL con cual demuestra que hay una diferencia estadística en la síntesis de colesterol dando a si las variaciones se pueden dar de acuerdo a la especie y otros factores que pueden variar el metabolismo del perfil lipídico. Church (1974) quien indica que los valores séricos en el organismo no son constantes y varían según edad.

Sobre el particular se observa que los valores de hipercolesterolemia se incrementan conforme aumenta la edad; los valores más altos de colesterol se hallan en el grupo etario adulto tal como refiere Parreño y Gutiérrez (2010).

La existencia de escasos estudios sobre la concentración de colesterol en suero sanguíneo en cuyes y dada la información En ratas (*Rattus norvegicus*) Ihedioha et al. (2013) reporta que los niveles séricos de colesterol total (TC) aumentó significativamente

($p < 0.05$) de sus valores de la semana 4 en ambos sexos a un pico registrado en la semana 6 de edad, resultados similares al presente estudio.

Sobre el particular, el colesterol es un esteroide que modula la fluidez de las membranas eucarióticas, es esencial para el crecimiento y viabilidad de las células tal como refieren Lehninger (1991); Stryer (1995) y Villavicencio (1996).

4.4. Correlación de Pearson entre lípidos totales, triglicéridos y colesterol

Tabla 13: Correlación de Pearson entre lípidos totales, triglicéridos y colesterol.

Niveles séricos	Triglicéridos	Colesterol
Lípidos totales	0.18187(P=0,2614)	0,03043(P=0,8521)
Triglicéridos		0,30536 (P=0,0554)

La correlación entre los niveles séricos de lípidos totales y triglicéridos fue de 0.18187 ($P=0,2614$), corresponde a una correlación positiva baja, la correlación entre lípidos totales y colesterol fue de 0,03043($P=0,8521$), correspondiendo a una correlación positiva baja y la correlación entre triglicéridos y colesterol fue de 0,30536 ($P=0,0554$) y correspondiendo a una correlación positiva baja.

Los resultados son similares a los reportados por Ángeles y Chávez (2007) quienes refieren que el colesterol y triglicéridos presenta un mayor número de correlaciones con diferentes variables, en tanto el colesterol basal ($r=0,543$) como el final ($r=0,413$) presentan correlaciones con los triglicéridos basal y final, esto corrobora su relación o influencia.

Así mismo, Pareño y Gutierrez (2010) reportan la relación de los niveles de colesterol y los triglicéridos con el índice de masa corporal se obteniendo una relación directa y significativa ($p \leq 0,05$).

En estudios realizados sobre la relación de biomoléculas se ha establecido que la correlación entre colesterol y triglicéridos fue directa $r=0,25$ y $r^2 =0,055$, en varios estudios se ha demostrado una correlación muy baja y la ecuación $Y= 0,8528x + 16,821$ es válida para la predicción de valores de triglicéridos en base a colesterol, estos resultados se deben probablemente a que tanto el colesterol y los triglicéridos se ve influenciado por la dieta, ambos tienden a elevar sus valores al ingerir alimento con alto contenido calórico tal como refiere Quijano (2011).

En otras especies las correlaciones entre los niveles séricos de triglicéridos y colesterol fue de $0,2851$ ($P=0,0104$), corresponde a una correlación positiva baja, la correlación entre triglicéridos y lípidos totales fue de $-0,2410$ ($P=0,0313$), correspondiendo a una correlación negativa baja y la correlación entre colesterol y lípidos totales fue de $-0,2680$ ($P=0,0162$), correspondiendo a una correlación negativa baja tal como menciona Niño de Guzmán (2017).

Así mismo, Castro-Gonzales (2001) han observado que la correlación más alta, entre parámetros lipídicos, fue entre los lípidos totales y el colesterol ($r = 0.54$; $r^2 = 0.29$), lo que sugiere que el 29% de la concentración de lípidos totales del plasma de crías de lobo marino de California responde a una variación del contenido de colesterol, que significa que, conforme aumenta el contenido de colesterol en el plasma se eleva la cuenta de lípidos totales.

V. CONCLUSIONES

El promedio general de lípidos totales fue de 112.59 ± 4.74 mg/dL, los machos presentan mayor contracción que las hembras ($P \leq 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$); el promedio general triglicéridos fue de 28.32 ± 0.46 mg/dL; según sexo sin diferencia estadística ($P > 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$); la concentración sérica de colesterol en suero sanguíneo de cuyes fue de 30.56 ± 2.97 mg/dL, según sexo sin diferencia estadística ($P > 0.05$), para la variable clase los cuyes de recría presentan menor concentración que los adultos ($P \leq 0.05$).

Las correlaciones entre los niveles séricos de lípidos totales y triglicéridos fueron de 0.18187 ($P=0,2614$), entre lípidos totales y colesterol fue de 0,03043 ($P=0,8521$) y la correlación entre triglicéridos y colesterol fue de 0,30536 ($P=0,0554$), correspondiendo a una correlación positiva baja en todos los casos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar trabajos similares para estudiar la actividad de diversos perfiles lipídicos tales como: Lípidos totales, Triglicéridos, Colesterol, etc.

Continuar con los estudios considerando estado sanitario (animales enfermos), estado fisiológico reproductivo y proceso de gestación.

Estudios similares considerando alimentación de acuerdo al estado fisiológico en que se encuentra el animal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R. S., W. C. Stout, D. C. Kradel, S. B. Guss, B. C. Morer And G. A. Yung. 1978. Use and limitation of profiles assesing health or nutritional status of dairy herds. J.
- Alarcón-Corredor O., E. Carnevalí de Tatá, J. Reinosá-Füller, Y. Contreras, M. Ramírez de Fernández y C. Yáñez-Domíngue. 2000. Modificaciones de los lípidos séricos de ratas suplementadas con cobre por vía oral ALAN v.50 n.3 Caracas set. 2000
- Ángeles C.I. y Chávez O.M.G., Relación entre la concentración de triglicéridos, colesterol y leptina en suero en pacientes con diabetes tipo 2 obesos sometidos a un plan de alimentación. Tesis para optar el título de licenciada (o) en nutrición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- Aybar, M. (2011) Perfil lipídico sanguíneo de cuyes en crecimiento en el C.E. Pampa del Arco- Ayacucho [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Médico Veterinario. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2963> [Consultado 25-05-19].
- Babin, P.J. y J.M. Vernier. 1989. Plasma lipoproteins in fish. *Journal of lipid Research* 30:467-489
- Barahona, K. Seminario de química biológica. [Publication en línea] 2009 [consultado: 25 de junio del 2011]. Disponible en la web: <http://www.monografias.com/trabajos16/lipoproteinas-sanguineas/shtml>.
- Bauchart, D. 1993. Lipid absorption and transport in Ruminants. *J Dairy Sci* 1993; 76:3864-81.
- Bauer, J. E. 1997. Metabolismo comparado de lípidos y lipoproteínas. *Pet's Ciencia* 13: 362.
- Bohinski, R. C. y E. Bautista. (1991). *Bioquímica*. Quinta edición. Addison –Wesley Iberoamericana. Delaware. E. U. A.
- Boyd, J. 1988. *Humane Innov. Altern*, vol. 2.
- Braber, T. J. Marti, J. Timoneda, A. Jprda, J. Cabo. 1984. Alteracion de la lipogenesis en la obesidad. Departamento de Bioquímica de Valencia
- Burtis, A. 1999. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*, 3rd ed AACC.
- Campbell, P. 2006. *Bioquímica ilustrada: Bioquímica y Biología Molecular En La Era Posgenomica*. Edit. Elsevier. Espana. 242 pag.

- Casa, C. (2008) Efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes [en línea]. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Zootecnista. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1724/1/17T0809.pdf> [Consultado 10-06-19].
- Castillo, E. (2008) Crecimiento y características de la carcasa de cuyes mejorados suplementados con L-carnitina en la dieta, en Cutervo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, n° págs. 45.
- Castro-González, M. I., D. Aurióles-Gamboa, S. Montaña-Benavides, F. Pérez-Gil, R. N. López-Orea. 2001. Total lipids, cholesterol and plasmatic triglycerides in californian sea lion pups (*Zalophus californianus*) from the gulf of californian. *ciencias Marinas* (2001), 27(3): 375–396
- Chauca, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Coordinación de Crianzas 1406 Familiares Instituto Nacional de Investigación Agraria La Molina, Perú-FAO.
- Church, D. (1974). Fisiología digestiva y nutrición de los animales domésticos. 1^{era} Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Church, D. C. y W. G. POND. (1998). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa. México.
- Cirio, A. y Tebot, I. 2000. Fisiología Metabólica de los Rumiantes, Ed.CSIC, Monte video.
- Cunningham, J. (1995). Fisiología veterinaria. Editorial Interamericana McGraw – Hill. México.
- Devlin, T. 1988. Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas (Tomo I y II) 2^o Edición. Editorial REVERTE. S.A. Barcelona.
- Diaz, P. Aspectos básicos de bioquímica clínica. [Publicación en línea]
- Doreau, M. y Ferlay, A. 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 1994, vol. 45, p. 379-396.
- Flecknell, P. 2003. Anesthesia in rodents and rabbits. Editado por McKelvey, D., Wayne Hollingshead, K. 3^a ed. Missouri (USA): Mosby.
- FOWLER, W. AND ZINKL, D. (1989). Referente ranges for hematologic and serum biochemical values in Llamas (*Lama Glama*). *Journal of veterinary research*.

- Flores Y.M. 2019. "Efecto de l-Carnitina sobre el Comportamiento Productivo y Perfil Lipídico en Cuyes (*Cavia porcellus*) de la Línea Perú en fase de Crecimiento - Acabado". Para optar el Título Profesional de Medica Veterinaria. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Gomez, G. Metabolismo lipidico. [Publication en linea] 2009 [consultado: 01 de abril del 2011]. Disponible en la web: www.eusten.org.
- Guevara, J. 2009. Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi. Tesis. Ph. D. en Ciencia Animal. UNALM. Lima - Peru. 79 pag.
- Guyton, C. 2004. Compendio de Fisiologia Medica. Décimo Primera Edition. Edit. Elsevier - Espana. 721 pag.
- Hamerly, M. 1977. Viva más y mejor. Tomo I. Editorial Sudamericana.
- Ihedioha, J., A. Onyinye y T. Ihedioha. 2013. Reference values for the serum lipid profile of albino rats (*Rattus norvegicus*) of varied ages and sexes *in Comparative Clinical Pathology* 22(1):93 - 99 · November 2013 *with* 9,471 Reads
- NCEP National Cholesterol Education Program Expert Panel. 2001a. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (ATP III). Bethesda: National Heart, Lung, and Blood Institute. 284 p.
- Kavadias, S., J. Castritsi-Cathariios y A Dessypris. 2003. Annual cycles of growth rate, feeding rate, food conversion, plasma glucose and plasma lipids in a population of European sea bass framed in floating marine. *Appl. Ichthyol* 19:29-34.
- King, M. Bioquímica médica. [Publication en linea] 2010 [consultado: 25 de junio del 2011]. Disponible en la web: <http://themedicalbiochemistrypage.org/spanish/glycolysis-sp.html>.
- Kraft, H. y D. Schillinger. 1998. Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria en mamíferos domésticos. Onceava edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España
- Lacko AG, Davis JL. Cambios relacionados con la edad en el metabolismo del colesterol en plasma de ratas y primates. *J Am Geriatr Soc* 1979; 5: 212-7.
- Lee, A., A. Twardock, R. Bubar, J. Hall and C. Davis. 1978. Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 61: 1652 - 1670.

- Lehninger, A. 1991. Bioquímica. 2º Edición. Editorial OMEGA S.A. Barcelona - España.
- Lehninger, A. 1998. Bioquímica. 2º Edición. Reimpresión. Editorial OMEGA S.A. Barcelona - España.
- Martínez, A., Pérez, M., Perez, L., Gómez, G. y Carrion, D. 2010. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. REDVET Vol 11 Numero 08.
- Martínez, M., Espinosa, M., Maldonado, G., Uribe, A., Flores, O. y Milan, R. 2001. El colesterol es esencial en el desarrollo embrionario y en el crecimiento celular. Rev. Fac. Med. UNAM. 44: 168-76.
- Mataix, J. 2006. Nutrition y salud pública: metodos, bases científicas y aplicaciones. Edit. Elsevier - Espana. 826 pag.
- Medina, M.F. (2009) Efecto de la Alimentacion con Alfalfa y heno de Avena sobre los Niveles Sericos de algunos componentes Bioquímicos Sanguineos en Cuyes (*Cavia porcellus*) Tesis para optar el Titulo Profecional de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 37 pag.
- Medina, J. M., Sanchez de Medina, F. y Vargas, A. 1996. Bioquímica. Editorial Síntesis S.A. Madrid Monge, C. y F. Velarde. 1991. Physiological adaptation to high altitude: oxygen transport in mammals and birds. *Physiological Reviews* 1991; 71: 1135-1172.
- Medway, W.; J. E. Prier; J. S. Willinson. (1969). Patología clínica veterinaria. Editorial Uteha. México.
- Molina, M., Vazquez C. y Gutierrez V. 1991. Metabolismo del colesterol y su regulation a nivel hepatico e intestinal. *Grasas y Aceites*. 42: 298-308.
- Murray, R., Mayes, P., Granner, D. y Rodwell, V. 2004. Bioquímica de Harper, Décimo séptima Edición
- Navarro, V. Metabolismo del colesterol: bases actualizadas. [Publication en linea] 2009 [consultado: 25 de junio del 2011]. Disponible en la web: www.seedo.es/.../2009-n6-Revision-Metabolismodel-colesterol-bases.
- Parreño J.M. y E. Gutiérrez. 2010. Cholesterol, Triglycerides, and their relationship with body mass index in adult patients in Metropolitan Lima. *Revista de Investigación de la Universidad Norbert Wiener*.
- Perales, N. (2016) Niveles de harina pituca (*Colocasia esculenta*) en raciones de crecimiento-engorde en cuyes criollos (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Pág.1

- Pond, W.G. 2003. Fundamentos de Nutrition y Alimentation de Animales. Edit. Limusa Wiley. Segunda Edition. Mexico. 635 pag. Presentada para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista. UNA– Puno. Perú.
- Quesemberry, K. 2005. Biology hematologic and serum biochemical values of rodents. 3ra Edition in Carpenter j. W. editor. st. Louis.
- Quijano, A. E (2011). Correlation de glucose-colesterol, coleterol-trigliceridos en pacientes que acudieron al centro de analysis e investigacion ESCALABS EIRL. Tesis, Universidad de Trujillo.
- Ramírez, J. E. 2006. Perfil de lípidos en recién nacidos sanos y su correlación con los niveles maternos en alpacas. Tesis presentada para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista. U. N. A. – Puno. Perú
- Sencara, W. 2015. Niveles Séricos de Glucosa, Colesterol, Proteínas Totales en Conejos (*Oryctolagus Cuniculus*) Domésticos de Altura. Tesis para optar en Título de Médico veterinario y Zootecnista. UNA, Puno.
- Stryer, L. 1995. Bioquímica. Tomo II. Editorial REVERTE S.A. Barcelona España.
- Villavicencio, M. 1996. Bioquímica. Serie ciencias Tomo I y II 1° CONCYTEC. Lima-Perú.

ANEXO

Anexo 1: niveles séricos de lípidos totales en cuyes según Sexo y Clase (mg/ dL).

N°	CH (mg/dL)	CM (mg/dL)	AH (mg/dL)	AM (mg/dL)
1	110.40	111.60	105.60	158.40
2	105.60	105.60	118.80	105.60
3	85.20	81.60	105.60	162.00
4	87.60	105.60	105.60	147.60
5	105.60	105.60	117.60	153.60
6	79.20	105.60	105.60	105.60
7	79.20	110.40	114.00	135.60
8	109.20	80.40	158.40	104.40
9	105.60	112.80	105.60	158.40
10	97.20	100.80	115.20	135.60
PROM	96.48	102.00	115.20	136.68
DS	12.51	11.62	16.15	23.49
CV	12.97	11.39	14.02	17.19
EE	3.96	3.67	5.11	7.43
MAX	110.40	112.80	158.40	162.00
MIN	79.20	80.40	105.60	104.40

Anexo 2: niveles séricos de Triglicéridos en cuyes según Sexo y Clase (mg/ dL).

N°	CH (mg/dL)	CM (mg/dL)	AH (mg/dL)	AM (mg/dL)
1	26.45	26.46	26.40	29.90
2	27.55	29.78	30.63	30.45
3	23.10	24.14	31.20	29.79
4	28.40	26.46	31.10	28.40
5	28.30	25.99	29.71	26.46
6	29.24	28.31	28.78	27.62
7	28.58	29.98	30.56	32.59
8	28.60	28.65	25.10	27.39
9	26.67	26.46	28.00	30.20
10	28.60	30.63	28.40	27.85
PROM	27.55	27.69	28.99	29.06
DS	1.80	2.10	2.06	1.84
CV	6.54	7.58	7.11	6.33
EE	0.57	0.66	0.65	0.58
MAX	29.24	30.63	31.20	32.59
MIN	23.10	24.14	25.10	26.46

Anexo 3: niveles séricos de Colesterol en cuyes según Sexo y Clase (mg/ dL).

N°	CH (mg/dL)	CM (mg/dL)	AH (mg/dL)	AM (mg/dL)
1	25.80	33.99	32.38	36.86
2	29.65	21.39	32.38	39.52
3	18.59	29.65	38.75	26.99
4	32.38	24.12	32.38	40.15
5	24.12	28.60	29.65	25.45
6	26.92	32.38	39.45	32.38
7	32.38	18.80	32.38	38.40
8	32.38	34.06	26.15	38.82
9	29.65	36.23	32.38	22.72
10	24.12	32.38	24.12	33.64
PROM	27.60	29.16	32.00	33.49
DS	4.55	5.89	4.76	6.40
CV	16.47	20.18	14.86	19.11
EE	1.44	1.86	1.50	2.02
MAX	32.38	36.23	39.45	40.15
MIN	18.59	18.80	24.12	22.72

Anexo 4: Análisis de varianza de los niveles sanguíneos de lípidos totales en cuyes
procedente del Centro de Investigación y Producción Majes – Arequipa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	8951.40000	4475.70000	15.66	<.0001
Error	37	10574.67600	285.80205		
Corrected Total	39	19526.07600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LIPIDO Mean
0.458433	15.01526	16.90568	112.5900

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	1	7128.900000	7128.900000	24.94	<.0001
SEXO	1	1822.500000	1822.500000	6.38	0.0160

Tukey

Grouping	Mean	N	BLOQUE
A	125.940	20	2
B	99.240	20	1

Tukey

Grouping	Mean	N	SEXO
A	119.340	20	2

B 105.840 20 1

Anexo 5: Análisis de varianza de los niveles sanguíneos de Triglicéridos en cuyes procedente del Centro de Investigación y Producción Majes – Arequipa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	19.9673000	9.9836500	2.69	0.0814
Error	37	137.4703400	3.7154146		
Corrected Total	39	157.4376400			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LIPIDO Mean
0.126827	6.805808	1.927541	28.32200

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	1	19.85281000	19.85281000	5.34	0.0265
SEXO	1	0.11449000	0.11449000	0.03	0.8616

Tukey

Grouping	Mean	N	BLOQUE
A	29.0265	20	2
B	27.6175	20	1

Tukey

Grouping	Mean	N	SEXO
----------	------	---	------

A 28.3755 20 2

A 28.2685 20 1

Anexo 6: Análisis de varianza de los niveles sanguíneos de Colesterol en cuyes
procedente del Centro de Investigación y Producción Majes – Arequipa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	214.081000	107.040500	3.70	0.0343
Error	37	1070.139910	28.922700		
Corrected Total	39	1284.220910			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LIPIDO Mean
0.166701	17.59610	5.377983	30.56350

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	1	190.7942400	190.7942400	6.60	0.0144
SEXO	1	23.2867600	23.2867600	0.81	0.3754

Tukey

Grouping	Mean	N	BLOQUE
A	32.748	20	2
B	28.380	20	1

Tukey

Grouping	Mean	N	SEXO
A	31.327	20	2
A	29.801	20	1

Anexo 7: Análisis de correlación de Pearson

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
LTO	40	112.59000	22.37563	4504	79.20000	162.00000
TRI	40	28.32200	2.00919	1133	23.10000	32.59000
COL	40	30.56350	5.73836	1223	18.59000	40.15000

Pearson Correlation Coefficients, N = 40

Prob > |r| under H0: Rho=0

	LTO	TRI	COL
LTO	1.00000	0.18187	0.03043
TRI	0.18187	1.00000	0.30536
COL	0.03043	0.30536	1.00000