

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol hdl y colesterol ldl en crías de llamas
(*lama glama*)

Presentada por:

Angela Patricia del Pilar Huayllahua Huamán

Para optar el Título de: Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS


“NIVELES SÉRICOS DE TRIGLICÉRIDOS, COLESTEROL, COLESTEROL HDL Y
COLESTEROL LDL EN CRÍAS DE LLAMAS (*Lama glama*)”

Presentado por **Angela Patricia del Pilar Huayllahua Huamán**, para optar el título de:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Sustentado y aprobado el 07 de julio del 2022 ante el jurado evaluador:

Presidente:


Mtro. Max Henry Escobedo Enriquez

Primer Miembro:


Mtro. Dora Yucra Vargas

Segundo Miembro:


Mtro. Gizely Alva Villavicencio

Asesor (es) :


MVZ. Victor Raúl Cano Fuentes


M.Sc. Filiberto Oha Humpiri

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por haberme permitido formarme en ella y adquirir sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional.

Agradecer a mi asesor de Tesis, Dr. Víctor Raúl Cano Fuentes, docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quien con su dirección y apoyo me guio través de cada una de las etapas de este proyecto, gracias por sus orientaciones y sus aportes profesionales.

También a la colaboración de mis amigos, quienes me apoyaron en la coordinación, toma de muestras, procesado de las muestras y el análisis de las mismas. A Airton, gracias por tu apoyo para seguir adelante y concluir este proyecto.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el respaldo de mi familia, por su paciencia e incondicional apoyo aun cuando mis ánimos decaían durante este tiempo de trabajo.

Muchas gracias a todos.



Dedicatoria

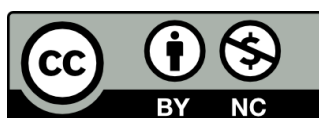
A mi madre Livia Huamán Julluni, por todo su apoyo incondicional y comprensión a lo largo de mi formación profesional. Gracias por creer en mí.



“Niveles séricos de triglicéridos, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*)”

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
CAPÍTULO I.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema.....	5
1.2 Enunciado del Problema.....	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II.....	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	8
2.1 Objetivos de la investigación.....	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.3 Operacionalización de variables	8
CAPÍTULO III.....	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	9
3.1 Antecedentes.....	9
3.2 Marco teórico.....	10
3.2.1. Llama	10
3.2.2. Lípidos	12
3.2.3. Triglicéridos	15
3.2.4. Colesterol	16
3.3 Marco conceptual.....	26
CAPÍTULO IV	28
METODOLOGÍA	28
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	28
4.1.1 Tipo de investigación.....	28
4.1.2 Nivel de investigación	28
4.2 Diseño de la investigación.....	28



4.3	Población y muestra	28
4.3.1	Población.....	28
4.3.2	Muestra	28
4.4	Procedimiento	29
4.4.1	Localización	29
4.4.2	Obtención de las muestras de sangre	29
4.5	Técnica e instrumentos.....	30
4.5.1	Técnicas de laboratorio	30
4.6	Análisis estadístico.....	32
	CAPÍTULO V	34
	RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
5.1	Análisis de resultados.....	34
5.1.1	Resultado General	34
5.1.2	Resultados Específicos	34
5.2	Discusión.....	37
	CAPÍTULO VI	40
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6.1	Conclusiones.....	40
6.1.1	Conclusión General	40
6.1.2	Conclusiones Específicas.....	40
6.2	Recomendaciones	40
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXOS.....	44



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Variable e indicadores.....	8
Tabla 2 — Procedimiento para la determinación de triacilglicéridos en suero sanguíneo.	31
Tabla 3 — Procedimiento para la determinación de colesterol en suero sanguíneo.	31
Tabla 4 — Procedimiento para la determinación de HDL en suero sanguíneo.	31
Tabla 5 — Procedimiento para la determinación de LDL en suero sanguíneo.	32
Tabla 6 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (<i>Lama glama</i>)	34
Tabla 7 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (<i>Lama glama</i>)	35
Tabla 8 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (<i>Lama glama</i>)	35
Tabla 9 — Comparación de la concentración sérica de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en mg/dL de crías machos y hembras de llamas (<i>Lama glama</i>), por prueba de independencia de t-student.	36
Tabla 10 — Resultados de las concentraciones séricas de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (<i>Lama glama</i>)....	45
Tabla 11 — Resultados de las concentraciones séricas de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (<i>Lama glama</i>)..	45



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Localización de la zona de muestreo: Comunidad de Yanaquillca, distrito de Caraybamba, provincia de Aymaraes.	45
Figura 2 — Llamas en su ambiente natural en la comunidad de Yanaquillca.....	46
Figura 3 — Captura y sujeción del animal de pie.....	47
Figura 4 — Toma de muestra.	47
Figura 5 — Rotulación de las muestras.....	48
Figura 6 — Procesamiento de las muestras en el laboratorio.....	48



INTRODUCCIÓN

Uno de los miembros de los camélidos sudamericanos es la llama (*Lama glama*), estos animales probablemente se hayan desarrollado a diferentes latitudes como a niveles del mar y distintas a las que habitan actualmente, como lo es la cordillera de los andes (1). Antes de la colonización las llamas probablemente hayan habitado regiones ubicadas más hacia la costa occidental sudamericana (2). Actualmente las llamas obviamente con sus crías habitan altitudes más altas de la región andina que reúne condiciones de pastura lo suficientemente adaptados para el medio con abundancia en agua, abarcando regiones naturales desde la Quechua hasta la Región Janca o Cordillera de la gran cadena de los andes, lugares en los que podemos encontrar niveles bajos de oxígeno, temperaturas radicales (más frías), baja humedad y alta radiación solar (1).

Lo citado en el anterior párrafo obliga a cualquier organismo a poderse adaptar a un medio para poder sobrevivir y esto implica almacenar energía para momentos de escasez y por ello es fundamental contar con suficientes niveles de lípidos tanto en los tejidos como en la circulación sanguínea, en una difusión facilitada las sustancias que necesitan este tipo de mecanismo en lo general son moléculas cargadas que por causa de su interior hidrófobo no logran atravesar la bicapa fosfolipídica pura, teniendo en cuenta que los lípidos conforman principalmente la bicapa lipídica de la membrana celular (3). Las partículas que no poseen carga neta como las moléculas polares no son capaces de traspasar la bicapa lipídica pura fácilmente, descartando así los monosacáridos, nucleósidos, aminoácidos y demás polímeros como proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos (4). Por otra parte, un porcentaje de partículas polares, como la urea y el agua, son lo suficientemente pequeños y las atraviesan. Las partículas liposolubles diminutas, medianas o de volúmenes grandes atraviesan con facilidad la doble capa lipídica pura. Fisiológicamente relevantes tenemos las hormonas esteroideas, O₂ y N₂ (3).

El conocimiento de los niveles de triglicéridos, colesterol y derivados lipídicos en plasma, en especial lipoproteínas HDL y LDL, son útiles en el diagnóstico de varios trastornos a nivel metabólico como hiperlipoproteinemias que conducen a enfermedades como la afección cardíaca coronaria y de la arterioesclerosis. La hiperlipoproteinemia surge a partir de desequilibrios en los niveles de lipoproteínas plasmáticas, trastornos relacionados a la arterioesclerosis y enfermedad cardíaca coronaria (5). Al aumento anormal de los niveles de



triglicéridos, colesterol o de subfracciones lipoproteicas se asocia con cada tipo de hiperlipoproteinemia (3). Los niveles de triglicéridos son ya por si un factor de riesgo que no se llega a vincular con la enfermedad cardíaca coronaria, existen varios estudios en curso que lo indican. Estos hallazgos sugieren que algunas lipoproteínas son responsables de la aterogénesis. Las VLDL son lipoproteínas de muy baja densidad hasta cierta medida degradadas, conocidas como lipoproteínas residuales. En el análisis de laboratorio, como indicador más inmediato de lipoproteínas aterogénicas tenemos al colesterol VLDL, por lo tanto, en la terapia para reducir el colesterol es un potencial objetivo (5).

Este trabajo está centrado en cuantificar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*), y generar este conocimiento a fin de contribuir académicamente en la formación de Médicos Veterinarios, para que puedan observar cualquier anomalía referente a niveles de triglicéridos, colesterol, colesterol hdl y colesterol ldl en estas especies animales y quizás poder enfrentar enfermedades como aterosclerosis coronaria.



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*), que habitaban en la Comunidad Campesina de Yanaquillca del distrito de Caraybamba, provincia de Aymaraes, a una altitud promedio de 4 110 m s.n.m. dentro de la Región Natural Quechua de Apurímac – Perú. Se evaluó la condición sanitaria de todos los animales y todos se encontraban aparentemente sanos luego procedimos a muestrear a 40 crías de llamas (28 machos y 12 hembras), en horas de la mañana y en ayunas. La muestra sanguínea la obtuvimos por venopunción sobre la vena yugular, con campanas de vacío (18 G*1) acondicionados con tubos vacutainer de 4 mL sin anticoagulante. Inmediatamente las muestras se almacenaron en un cooler refrigerado (2°C) y luego se las centrifugó a 3000 rpm por 15 minutos, para obtener el plasma de la sangre, el mismo que fue inmediatamente refrigerados a 4° C para el análisis en laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Micaela Bastidas (UNAMBA), Apurímac - Perú, mediante espectrofotometría (Modelo Mindray BS 200E), utilizando los kits comerciales (ELITECH, Francés) para cada parámetro, bioquímico siguiendo los protocolos del fabricante. Como resultados tenemos que los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*) se registran en 20.2 ± 2.98 mg/dL; 55.21 ± 20.91 mg/dL; 3.96 ± 1.26 mmol/L y 51.5 ± 17.12 mg/dL, respectivamente. Los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*) tienen una media de 20.33 ± 2.16 mg/dL; 47.75 ± 12.08 mg/dL; 4.25 ± 1.96 mmol/L y 44.42 ± 11.25 mg/dL, respectivamente. En conclusión los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*) se reportan en 20.24 ± 2.73 mg/dL; 52.98 ± 18.86 mg/dL; 4.05 ± 1.48 mmol/L y 49.38 ± 15.8 mg/dL, respectivamente, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre crías machos y hembras.

Palabras clave: lípidos, plasma, crías, llamas.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the serum levels of triglycerides, cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol in llama calves (*Lama glama*), who lived in the Yanaquillca Peasant Community of the Caraybamba district, Aymaraes province, at an average altitude. from 3 100 m asl within the Quechua Natural Region of Apurímac – Peru. The sanitary condition of all the animals was evaluated and all were apparently healthy, so we proceeded to sample 40 llama pups (28 males and 12 females), in the morning hours and fasting. The blood sample was obtained by venipuncture on the jugular vein, with vacuum hoods (18 G*1) conditioned with 4 mL vacutainer tubes without anticoagulant. The samples were immediately stored in a refrigerated cooler (2°C) and then centrifuged at 3000 rpm for 15 minutes to obtain the blood plasma, which was immediately refrigerated at 4°C for analysis in the Biochemistry laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics (FMVZ) of the Universidad Nacional Micaela Bastidas (UNAMBA), Apurímac - Peru, through spectrophotometry (Mindray BS 200E Model), using commercial kits (ELITECH, French) for each parameter, biochemical following the protocols of the maker. As results we have that the serum levels of triglycerides, cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol in male calves of llamas (*Lama glama*) are recorded at 20.2 ± 2.98 mg/dL; 55.21 ± 20.91 mg/dL; 3.96 ± 1.26 mmol/L and 51.5 ± 17.12 mg/dL, respectively. Serum levels of triglycerides, cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol in female llama calves (*Lama glama*) have a mean of 20.33 ± 2.16 mg/dL; 47.75 ± 12.08 mg/dL; 4.25 ± 1.96 mmol/L and 44.42 ± 11.25 mg/dL, respectively. In conclusion, serum levels of triglycerides, cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol in llama calves (*Lama glama*) are reported at 20.24 ± 2.73 mg/dL; 52.98 ± 18.86 mg/dL; 4.05 ± 1.48 mmol/L and 49.38 ± 15.8 mg/dL, respectively, no differences were found ($p > 0.05$) between male and female pups.

Keywords: *lipids, plasma, offspring, llamas.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Hoy en día, la llama constituye un recurso de gran importancia económica y social para unos 350 000 pequeños criadores de la Sierra Sur y Centro del Perú (6). Según el censo nacional agropecuario de 2012 la población de llamas en el país llegó a 746 269 animales (7), estos se encuentran en las manos de familias organizadas en pequeñas unidades agropecuarias y en comunidades asentados en zonas de alto andinas (8) (9).

El conocer los niveles plasmáticos de lípidos (triglicéridos y colesterol) y derivados lipídicos, en especial lipoproteínas de alta densidad (HDL) y lipoproteínas de baja densidad (LDL), son de mucha ayuda en el diagnóstico de condiciones con alto riesgo o desórdenes metabólicos (5). La hiperlipoproteinemia resulta de un desequilibrio en los niveles de lipoproteínas plasmáticas, una serie de trastornos que afectan a lipoproteínas y lípidos que contribuyen a la arterioesclerosis y la enfermedad cardíaca coronaria. Cada tipo de hiperlipoproteinemia está asociada con una elevación anormal de triglicéridos, colesterol o de subfracciones lipoproteicas (10). Los niveles de triglicéridos por sí mismo es un factor de riesgo independientemente de la enfermedad cardíaca coronaria así lo indican estudios actuales (3). El conocer que los triglicéridos elevados son un factor de riesgo independiente sugiere que ciertas lipoproteínas ricas en triglicéridos son responsables de la aterogénesis. Se trata de las VLDL lipoproteínas de muy baja densidad medianamente degradadas, comúnmente llamadas lipoproteínas residuales (4). En la práctica clínica, el indicador más inmediato de lipoproteínas aterogénicas residuales es el colesterol VLDL, por lo tanto, un motivo potencial para la terapia hipocolesterinémica (10).

El colesterol, una molécula insoluble, recorre el plasma sanguíneo asociado a las lipoproteínas HDL, LDL y VLDL (10). Las LDL (lipoproteínas de baja densidad) son el resultado de la hidrólisis de las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) por diversas enzimas lipolíticas. Las LDL, que transportan más o menos el 60% de colesterol en plasma total, se captan principalmente a través de receptores específicos en los tejidos extrahepáticos y hepáticos (5). Existe una asociación positiva entre la incidencia de enfermedades cardiovasculares y los niveles de colesterol LDL (3). Las



LDL son lipoproteínas aterogénicas. La elevación del nivel de colesterol LDL es una de las principales causas de la aparición y evolución de la aterosclerosis, a saber, la aterosclerosis coronaria (10). El tratamiento de las concentraciones elevadas de colesterol LDL es el principal fin de las terapias hipocolesterolémicas. Es posible encontrar un aumento en el nivel de colesterol LDL en varios estados patológicos, incluyendo hiperlipoproteinemias primarias de tipo IIa y IIb, enfermedades cardiovasculares precoces, hiperlipoproteinemias asociadas con un trastorno hepático o renal, hipotiroidismo o diabetes (11).

Muchos valores bioquímicos aún no están establecidos en camélidos sudamericanos y sobre todo en llamas (*Lama glama*), esta deficiencia de información es más carente en crías.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles serán los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Cuáles serán los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Existirán diferencias en los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL entre crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*)?

1.2.3 Justificación de la investigación

La medición de los procesos biológicos es un aspecto de la biomedicina conocida como "biomarcador". Estos vienen a ser parámetros anatómicos, fisiológicos, bioquímicos o moleculares ligados precisamente a determinadas enfermedades por lo que indican una medida en temas de salud.

Existe una variedad de métodos para la medición de forma objetiva de los biomarcadores, métodos que incluyen examen físico y de laboratorio, los valores obtenidos son independientes de factores cognitivos.

Como ejemplo de biomarcadores tenemos al colesterol total y los triglicéridos. Sus valores sanguíneos tienen un valor diagnóstico y pronóstico indiscutible ya que tienen correlación directa con el inicio y progresión de las enfermedades vasculares de tipo ateroscleróticos, las cuales conforman las principales causas de muerte en el mundo, en el caso de los humanos; sin embargo, no se conocen con exactitud las posibles causas de muerte natural en llamas.

Es conocido también que el análisis de colesterol es útil para conocer la predisposición de aglomeración de depósitos de grasa (placas) en las arterias, lo que a la larga podría provocar arterias obstruidas o estrechas a nivel de todo el cuerpo, enfermedad más conocida como aterosclerosis.

Este análisis es una herramienta importante, para el diagnóstico de posibles enfermedades relacionadas a los lípidos. Los niveles altos de colesterol a menudo, vienen a ser un factor de riesgo significativo para la enfermedad de las arterias coronarias.

Su importancia destaca, cuando la crianza de la llama se realiza donde se encuentra limitada la actividad agrícola y la ganadería alóctona especializada especialmente en las zonas de gran altitud, la crianza de llamas es un recurso estratégico en la seguridad alimentaria de los pueblos altoandinos, por su adaptación a condiciones climáticas adversas y su limitada disponibilidad de alimentos de calidad, así como por su resistencia a enfermedades. En estas condiciones, la crianza de llamas en zonas altoandinas es una actividad económica importante para los productores de bajos ingresos. A pesar de su importancia, existe pocos trabajos relacionados a los biomarcadores y en especial en crías de llamas, lo que dificulta el análisis de estos componentes a medida que los animales alcanzan edades superiores al de crías.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Analizar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*).

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*).
- Cuantificar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*).
- Comparar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL entre crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*).

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Los niveles séricos de triglicéridos, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*) son similares a los de llamas adultas.

2.3 Operacionalización de variables

Las variables se ilustran en la siguiente tabla:

Tabla 1 — Variable e indicadores.

Variable:	Dimensiones:	Indicadores:
Niveles séricos	Triglicéridos	mg/dL
	Colesterol	mg/dL
	Colesterol HDL	mg/dL
	Colesterol LDL	mg/dL
	Sexo	Condición anatómica (macho o hembra)

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Ramírez (2018), realiza una investigación sobre el perfil bioquímico sanguíneo de llamas (*Lama glama*) aparentemente sanas de la sierra ecuatoriana, el muestreo se realizó a 73 animales, (63 hembras y 10 machos) que habitaban en caravanas de llamas provenientes de las parroquias: Calpi, San Luis, Punín, Valparaíso y Licto, de acuerdo con la disponibilidad por parte de sus propietarios. Estos análisis bioquímicos fueron realizados en el laboratorio de Reproducción Animal en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Colesterol (mg/dL) hembras 37,88 a machos 38,03, no existiendo diferencias entre sexos ($p > 0,05$) (12).
- b) Oliveira dos Santos (2017), realiza una investigación para determinar el perfil bioquímico - hematológico en llamas (*Lama glama*) criadas en cautiverio en el sur de Brasil: variaciones de género y época del año, en el que pudo hallar valores para el colesterol 71.79 ± 38.71 mg/dL en llamas machos y de 63.31 ± 18.01 en hembras; sin embargo, los triglicéridos se reportan en 63.61 ± 25.2 en llamas machos y de 74.34 ± 21.53 en llamas hembras (13).
- c) Apiña (2018), realiza una investigación del perfil bioquímico sanguíneo de alpacas (*Vicugna pacos*) aparentemente sanas de la serranía del Ecuador, habiendo muestreado a un total de 121 alpacas adultas (81 hembras y 40 machos), de la provincia de Chimborazo, concretamente en las parroquias: Palmira, Licto, Calpi y San Juan. Estando el animal de pie se recolectaron muestras de sangre entera, directamente de la vena yugular con ayuda de una aguja de 21 G * 1 ½ “, dentro de un tubo vacutainer, la sangre fue colectada con un volumen de 5 ml, con anticoagulante (EDTA); posterior a este procedimiento rotulamos las muestras y se colocaron en un cooler a - 2 °C para luego ser llevadas a la Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH), donde se centrifugaron a 3000 rpm por espacio de 15 min y el análisis bioquímico se efectuó en el laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH. Obteniendo resultados para la variable colesterol en el que no se observaron

diferencias significativas ($P > 0,05$), por efecto de los lugares de procedencia, marcando los valores para Palmira de 29,06 mg/dl, Calpi 28,83 mg/dl, Licto 39,12 mg/dl y San Juan 37,10 mg/dl (14).

d) Se evaluó como efecto la gestación y la edad en el metabolismo de lípidos en el último tercio de gestación en alpacas provenientes del CIP La Raya – UNA – Puno, este trabajo se ubica en el distrito de Santa Rosa, Melgar, Puno - Perú; en condiciones de puna húmeda, a una altitud de 4,200 a 5,400 m. Se trabajó con 60 alpacas de las cuales las muestras de sangre se tomaron en inicio de temporada de lluvia, se encontraban distribuidas en 4 grupos: multíparas vacías, multíparas preñadas, primerizas vacías, primerizas preñadas; para poder obtener los niveles en suero sanguíneo de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol, los promedios obtenidos son 223.61 ± 32.6 ; 25.72 ± 4.3 ; y 36.46 ± 5.7 mg/dL, respectivamente. En lípidos totales se obtuvo 212.24 ± 32.7 ; 198.91 ± 25.9 ; 247.35 ± 40.4 y 235.92 ± 29.6 mg/dL en alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; existiendo efecto del estado fisiológico (gestación) ($p \leq 0.01$), pero no de la edad reproductiva ($p > 0.05$). En los triglicéridos los niveles fueron de 21.38 ± 3.3 ; 20.15 ± 3.6 ; 34.37 ± 5.8 y 26.96 ± 4.2 mg/dL en alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; por el estado fisiológico en la que se encontraban las alpacas primerizas y en multíparas, se encontró un efecto significativo, en alpacas; la edad reproductiva también tiene un efecto significativo en alpacas preñadas ($p \leq 0.01$), pero no en alpacas vacías ($p > 0.05$). Y en colesterol los resultados fueron de 33.24 ± 4.7 ; 28.98 ± 4.5 ; 46.86 ± 6.4 ; y 36.76 ± 6.9 mg/dL para alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; encontrándose que el estado fisiológico (gestación), y la edad reproductiva, tienen efectos altamente significativos ($p \leq 0.01$) (15).

3.2 Marco teórico

3.2.1. Llama

La llama (*Lama glama*) viene a ser un camélido sudamericano domesticado de gran fortaleza y tamaño. A lo largo del periodo incaico se estableció como el recurso zogenético invariable para expandir el imperio, encontraron múltiples beneficios, utilizaron su carne para la alimentación de la población, por su fuerza como animal

de carga y transporte, su fibra para la elaboración de vestimentas (2). Sin embargo, las llamas fueron relegadas y casi llegando a exterminarlas en el periodo de la Conquista, el Virreinato y parte de la República (9). Actualmente, la llama conforma un recurso muy importante económica y social para alrededor de 350 000 pequeños criadores de las zonas altas de la Sierra Sur y Centro del Perú (6). Según el censo nacional agropecuario de 2012, la población de llamas del país alcanzó 746 269 animales (7), estos se hallan bajo control de familias organizadas en pequeñas unidades agropecuarias y en comunidades de pastoreo asentados en zonas altoandinas (8) (9). La crianza persiste en rebaños mínimos y disgregados con alto porcentaje de homogeneidad fenotípica que aparte de mantener la morfología de su antepasado, el guanaco (*Lama guanicoe cacsilensis*); también posee una alta policromía del vellón (2) (16). Su importancia destaca, cuando la crianza de la llama se lleva a cabo en las zonas de gran altitud, lugar donde la actividad agrícola y la ganadería alóctona especializada se encuentra limitada (17) (18).

Por convenir en la investigación se consideró dos tipos de llamas: dolicomorfas (forma alargada) y longilíneas siendo más bien convexilíneas; y las braquimorfas (forma acortada) de formas rechonchas, brevilíneas, casi concavilíneo. A mediados del siglo XX, se denominaron: Q'ara y Tapado; en tanto que, en Bolivia, se los nombro: K'ara y T'amphulli. Más tarde, en el Perú (19) y en Argentina (20) incorporan la presencia del fenotipo Intermedio.

De estos estudios, se destacan diferentes particularidades raciales, en donde el rasgo distintivo del cuello es diferente entre los machos y las hembras; también tenemos que las llamas de la Puna seca son más pequeñas que sus similares de la Puna húmeda. Actualmente (21) se realizó un estudio de la variabilidad genética e indicadores corporales de llamas que habitan la puna húmeda en la región de Puno, dando a conocer el peso corporal bajo de las llamas Ch'acu a comparación de las K'ara; teniendo un dimorfismo sexual tardío en las dos razas que a partir de los tres años son notorias, está directamente relacionado con el desarrollo muscular y esquelético. A finales del siglo pasado, se propusieron tres criterios para lograr distinguir a las llamas: i) según la producción de fibra, ii) la estructura general o forma y iii) la aptitud de carga del animal. En realidad, la llama K'ara, se diferencia por vellón de tipo corto y menor volumen; el animal posee una estampa esbelta y una conformación más angulosa, como si estaría preparado para un concurso de

exhibición; la cabeza es fina y está libre de fibras, el cuello tiene presencia de fibras cortas y mayor cantidad de cerdas en el borde posterior. También, exhibe una estructura general bien proporcionado y escasa cubierta de fibra que lo direcciona a ser un animal de carga y largas caminatas, sugiriendo que la llama K'ara parece tener un mayor potencial en la producción cárnica; sin embargo, a nivel nacional por un enfoque en especies alóctonas (ovinos y bovinos) fue desplazada la producción de carne de llama. Es evidente que el juicio visual identifique dos grupos de llamas con estampas reconocibles y definidas, que existen a partir de la época prehispánica: el Ch'acu y el K'ara, cuyas cualidades fanerópticas, morfológicas, morfoestructurales y fisiozootécnicas definidas e identificables, así como transmitidas a la descendencia. Desde esta perspectiva, la caracterización morfológica de las especies nativas es importante porque no solo permite un conocimiento amplio y completo de las características observadas de los animales; Por el contrario, la información documentada ayudara a resaltar el potencial productivo de los valiosos recursos zoogenéticos. Preferiblemente, desde el punto de vista del mejoramiento genético, no solo es relevante la mejora de rasgos morfo-corporales de importancia económica, sino también la implementación de estrategias genéticas que contribuyan a la evolución morfológica de la llama (2).

3.2.2. Lípidos

a) Definición

Los lípidos se convierten en un grupo diferenciado de moléculas; que están más relacionados con sus características físicas que con sus características químicas. Es conocido por no ser soluble en el agua, pero soluble en disolventes apolares.

b) Función

Los ácidos grasos actúan brindando cantidades sufrientes de energía a las células. Cuando se oxidan en el interior de las células, llegan a liberar suficiente energía para poder realizar diferentes procesos de los seres vivos.

c) Características

Los lípidos están compuestos principalmente por grupos no polares normalmente ricos en carbono (C) e hidrogeno (H), explicando así las bondades de ser soluble solubilidad en H₂O. También existen los lípidos que contienen grupos no lipídicos. Los lípidos son moléculas imprescindibles para los seres vivos que tras la reacción

de una macromolécula y una molécula de agua dan como resultado ácidos grasos complejos y alcoholes que para formar ésteres se combinarse con ácidos grasos, (22) (23) (4) (24) (25).

d) Clasificación

Químicamente, se clasifican en dos clases principales. El primer grupo consta con compuestos de grupos polares de cadena abierta, poseyendo colas hidrocarbonadas no polares extensas, incluidos a triglicéridos o triacilglicéridos, ácidos grasos, glucolípidos, fosfoacilgliceroles y los esfingolípidos; el segundo grupo posee esteroides los cuales son compuestos con anillos fusionados.

En la mayoría de los ácidos grasos monoinsaturados, tienen una secuencia en la posición de los enlaces dobles; se ubican entre los C 9 y C10, a diferencia de los ácidos grasos poliinsaturados se ubican en el C 12 y C 15. En realidad, la gran mayoría tienen dobles enlaces y una configuración cis (22) (23) (4) (24) (25).

e) Propiedades físicas

Los ácidos grasos están determinados mayormente por el nivel de insaturación de la cadena hidrocarbonada y la longitud. Estas cadenas de átomos de carbono e hidrogeno apolares muestran insolubilidad en el agua. Cuanto más es el largo de esta cadena, mayor es su insolubilidad en H₂O. El grupo ácido carboxílico se da a partir de la mínima solubilidad en el agua esto sucede en los ácidos grasos de cadena corta. Los ácidos grasos plasmáticos en los mamíferos, que se encuentran en el torrente sanguíneo se unen a la proteína de albúmina, por su insolubilidad, y en el interior de las células se unen a bombas transmembranas o se almacenan como gotitas de lípidos separados con el medio que está constituido mayormente por líquido. Por otro lado, así como la solubilidad, el punto de fusión se ve afectado por el grado de insaturación de la cadena hidrocarbonada y la longitud. La diferencia en el punto de fusión de diferentes ácidos grasos se debe a diferentes niveles de empaquetamiento de las partículas. Dentro del compuesto totalmente saturado, las partículas se empaquetan estrechamente con átomos en una condición similar al de un cristal, a lo largo de las cadenas, lo que hace que vander Waals entre en contacto con los átomos de las partículas que se encuentren cerca. En la molécula insaturada, el enlace doble cis induce una inflexión en la cadena de carbono. Con más de una inflexión, los ácidos grasos

no logran empaquetarse tan estrechamente como los compuestos saturados, por tanto, su relación con demás compuestos suele ser frágiles. Dado que necesita menor energía calórica para reorganizar el orden de los ácidos grasos insaturados, estos poseen puntos de fusión más bajos al compuesto saturado del mismo largo de la cadena (22) (23) (4) (24) (25).

f) Metabolismo de los lípidos

La hidrólisis de los triglicéridos es inducida por los microorganismos procedentes de la alimentación en glicerol y ácidos grasos. Por fermentación microbiana, el glicerol, produce principalmente ácido propiónico. Debido al fuerte entorno reductor los ácidos grasos insaturados, se hidrogenarán y producirán ácidos grasos saturados, que serán absorbidos. Por lo tanto, aunque las grasas de la dieta contienen sustancias del tipo insaturado, la grasa corporal y la grasa de la leche de los rumiantes tendrán un alto contenido de ácidos grasos saturados (23).

En el rumen más del 95% de los lípidos son hidrolizados por las hidrolasas bacterianas. En una hora después de la administración oral se hidrolizan el 70% de los triacilglicéridos, dando así 3 ácidos grasos libres y un glicerol. El proceso de hidrólisis de los galactolípidos produce 2 ácidos grasos libres, glicerol y galactosa, del proceso de hidrólisis de los fosfolípidos se obtiene 2 ácidos grasos libres, glicerol y un aminado alcohol. Cuando el glicerol se fermenta produce ácido graso propiónico; la galactosa se metaboliza en ácido acético y butírico y los amino alcoholes se convierten en amoníaco y ácidos grasos volátiles. La propia pared del rumen absorbe otros productos finales con la excepción de los ácidos grasos de cadena larga y media. Las bacterias del rumen utilizan los ácidos grasos para obtener fosfolípidos, que son importantes para la construcción de sus membranas celulares (24).

La mayor parte de los AGV y el amoníaco, son productos obtenidos de la descomposición de lípidos, y se observen en la pared ruminal. Los lípidos no digeridos se pueden absorber en el rumen, que son 85-90% de ácidos grasos saturados como palmítico y esteárico, unidos a partículas de alimentos y microorganismos. El resto de los lípidos que sale del rumen (10-15%) es parte de la pared celular microbiana (fosfolípidos microbianos). Estas grasas luego se digieren y se absorben en el intestino (26).



3.2.3. Triglicéridos

a) Definición

Los triglicéridos son un tipo de grasa que circula en la sangre como parte de las lipoproteínas. Denominamos acilglicéridos o glicéridos a los ácidos grasos y los ésteres de alcohol glicerina. Cuando los tres grupos hidroxilo de la glicerina se esterifican con ácidos grasos la estructura se denomina triacilglicéridos. Sus altos niveles promueven la arterioesclerosis y el consiguiente infarto de miocardio.

b) Función

La función principal de los triglicéridos es almacenar energía utilizada en el metabolismo con niveles altamente concentrados por que se encuentran en estado anhidra y reducida.

c) Síntesis de los triglicéridos

En el retículo endoplásmico de la mayoría de las células del organismo tiene lugar la síntesis de triglicéridos, pero es, especialmente en sus células parenquimatosas, los hepatocitos y tejido adiposo del hígado donde este proceso tiene mayor participación metabólica y es más activo. La síntesis de triglicéridos en el hígado, se asocia comúnmente a la secreción de VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) y no es considerado un lugar de almacenamiento para los lípidos. Por tanto, cualquier acumulación de triacilglicéridos se considera patológica, denominándose hígado graso o esteatosis hepática.

d) Aterogénesis

Los triglicéridos (TG) per sí se consideran marcadores de partículas aterogénicas, pero no se consideran aterogénicos. Se considera que los Triacilgliceroles por dos modalidades generales promueven la aterogénesis:

En la primera lipoproteína rica en triglicéridos (TRL), después de la lipólisis por la enzima lipoproteína lipasa (LPL), producen remanentes mínimos en comparación a las originales conteniendo alto nivel de colesterol y mínimo de TG (residuos de VLDL y quilomicrones). Estas moléculas pequeñas residuales atraviesan el endotelio y alcanzar la capa íntima arterial. En este sitio, las partículas son transformadas y captados por los macrófagos residentes, que

pueden dar lugar a las células espumosas, que son características de las placas de ateroma. Cabe señalar que los residuos de TRL son más grandes que las partículas de LDL y por esta razón no atraviesan el endotelio con la misma facilidad. Sin embargo, estos residuos transportan más colesterol que las partículas de LDL (entre 5-40 veces más), y pueden provocar una aterogénesis acelerada. En este mecanismo el colesterol residual es el componente aterogénico.

El segundo mecanismo es la generación de especies proinflamatorias, que se producen por lipólisis de las TRL bajo la acción de la enzima LPL. Estas moléculas pueden inducir un proceso inflamatorio a nivel del endotelio y de la capa íntima, estimulando así la aterogénesis. Se investigó el potencial proinflamatorio de las moléculas lipídicas de la lipólisis de TRL, y determinaron que durante esta lipólisis se liberan ácidos grasos neutros y oxidados que promueven estas reacciones proinflamatorias, induciendo la expresión de moléculas de adhesión y la producción de ROS y de TNF α por el endotelio. Por otro lado, se ha demostrado que los productos liberados por la lipólisis de VLDL estimulan la expresión de citoquinas e integrinas de los monocitos, provocando la adhesión endotelial de los leucocitos. Esta respuesta es mediada por NF-kB y AP-1. Por otro lado, usando células endoteliales aórticas, encontraron que estas células fueron estimuladas para producir VCAM-1 tras la exposición a TRL de sujetos con valores altos de TG. En ambos mecanismos una mayor cantidad de TG conducirá a una mayor producción de TRL y un mayor grado de remanentes aterogénicos, lo que a su vez puede promover una mayor aterogénesis (22) (4) (25).

3.2.4. Colesterol

a) Definición

El colesterol tiene una estructura de esteroide con un núcleo de cuatro anillos fusionados, una cola apolar y una cabeza polar. Es un componente esencial y precursor de lipoproteínas, sales biliares, vitamina D y hormonas (sexuales y corticoesteroides). Por su característica hidrofóbica, es transportado por las lipoproteínas en la circulación sanguínea, también se encuentra a nivel celular en el citoplasma o en las membranas como “gotas de grasas”, luego de ser esterificado con un ácido graso porque cuando excede el nivel de colesterol en

la célula resulta siendo tóxico. La acumulación intracelular de colesterol esterificado, en macrófagos, también perjudica a los humanos, ya que facilita el desarrollo de lesiones ateroscleróticas. Ya que al consumir llegamos a absorber y sintetizar y no logramos metabolizar por completo el colesterol, siendo dañina su acumulación, no es sorpresa que su homeostasis se encuentre sujeta a mecanismos de reguladores complejos (4) (24) (25).

b) Absorción de colesterol

Aproximadamente 250-500 mg de colesterol se ingieren diariamente que terminan en la luz intestinal con aproximadamente 500-1.000 mg de colesterol provenientes de las sales biliares y el desprendimiento de células intestinales. De la cantidad de colesterol que ingerimos, absorbemos unos 350 mg solo el 40%, aunque este porcentaje puede estar alrededor del 20% al 80%; el resto se es excretado (aproximadamente 1.200 mg por día) (11). El colesterol y otros esteroides (fitoesteroides) de los alimentos se hidrolizan y disuelven en micelas mixtas (fosfolípidos, ácidos grasos, ácidos biliares) donde a través del receptor NPC1-L1 (de la palabra en Inglés Niemann Pick C1- Like1). son absorbidos por los enterocitos del intestino delgado. A partir de ahí, una gran parte de los fitoesteroides se absorbe y una pequeña parte del colesterol se devuelve a la luz intestinal a través del complejo de transportadores ABCG5-G8 (del inglés Adenosin Triphosphate Protein Binding Cassete G5-G8; proteínas cassette de unión a ATP G5-G8). El colesterol restante llega al retículo endoplasmático donde es esterificado por la enzima ACAT (del inglés Acyl-CoA Cholesteryl Acyl Transferase; acilcolesterol aciltransferasa), específicamente ACAT-2, para su posterior depósito citoplasmático o incorporación a lipoproteínas (quilomicrones) (22) (23) (4) (24) (25).

c) Biosíntesis de colesterol y su regulación

Alrededor de 800 mg de colesterol es sintetizado diariamente esto es menos de la mitad de su contenido orgánico. El intestino brinda aproximadamente 15% (80 gr por día) y el hígado un 10% (70 gr por día); lo demás se llega a sintetizar en tejidos periféricos. En el retículo endoplasmático de todas las células animales es donde tiene lugar este proceso, siendo el precursor Acetil-CoA (Acetil coenzima A) la enzima limitante en la biosíntesis la Hidroximetilglutaril Coenzima A reductasa (HMG-CoA reductasa) (22) (23).

La síntesis y por lo tanto el colesterol intracelular, está estrictamente regulada sujeta a tres niveles distintos:

HMG-CoA reductasa: los niveles de colesterol intracelular regulan la actividad y la degradación de la HMG-CoA reductasa por un mecanismo de retroalimentación negativo. Además, este nivel controla la transcripción génica del enzima a través de SREBPs; (proteínas que fijan elementos reguladores de los esteroides 1 y 2) anclados en la membrana del retículo endoplasmático, donde la reducción de colesterol provoca la liberación de SREBP y luego la migración al núcleo para que se unan a los SRE (del inglés Sterol Regulatory Element; elemento regulador de esteroides) e inducen la expresión del gen HMG-CoA reductasa, que aumenta la biosíntesis de colesterol. Esta enzima también está sujeta a regulación hormonal a través de la desfosforilación de insulina (forma activa) y fosforilación inducida por glucagón (inactiva).

Actividad de la acil-CoA-colesterol aciltransferasa (ACAT): un aumento del colesterol libre en el retículo endoplasmático, promueven la activación de la ACAT y por lo tanto su esterificación para su depósito y/o incorporación a lipoproteínas.

Expresión del Receptor de la lipoproteína LDLR (receptor de lipoproteínas de baja densidad): regulado a través de la proteína de unión al elemento regulador del esteroide (SREBP) mediante un mecanismo similar por el cual la disminución de colesterol intracelular promueve la expresión de LDLR y por lo tanto, la absorción de colesterol hasta el nivel requerido (22) (23) (4).

d) Eliminación del colesterol

El exceso de colesterol intracelular se elimina de los tejidos periféricos al hígado por transporte retrogrado. Una vez allí, el cuerpo no puede metabolizar todo y tiene que deshacerse a través de la síntesis de ácidos biliares, una vía principal de catabolismo del colesterol de los mamíferos. La enzima que induce la síntesis de ácidos biliares (quenodexocólico y cólico) es el colesterol 7- α -hidroxilasa (CYP7A1), que pertenece a la superfamilia del citocromo P450. Son los propios ácidos biliares principalmente quenodexocólico los que a su vez controlan la síntesis de esa enzima mediante un mecanismo de retroalimentación negativo y a través de otro mecanismo regulador de la expresión génica, el FXR (del inglés Farnesoid X Receptor; receptor X



farnesoide) perteneciente a la superfamilia de los receptores nucleares junto a LXR (del inglés Liver X Receptor; receptor X hepático), RXR (del inglés Retinoid X Receptor; receptor X retinoide) y PPARs (del inglés Peroxisome Proliferator-Activated Receptors; receptores activados por sustancias proliferativas de peroxisomas) (22) (23) (4) (24) (25).

En el hígado, un aumento intracelular de ácidos biliares activa FXR que formará heterodímeros con RXR para inducir la expresión de SHP (del inglés Small Heterodimer Partner; compañero pequeño de heterodímeros) y finalmente inhibir la transcripción del gen de la CYP7A1, reduciendo así la síntesis de ácidos biliares. Además, la activación de FXR estimula al hígado a excretar ácidos biliares mediante la expresión del gen del transportador ABCB11 (del inglés Adenosin Triphosphate Protein Binding Cassete B11; proteínas cassette de unión ATP B11) (23) (4).

3.2.5 Lipoproteínas plasmáticas

3.2.5.1 LDL (Lipoproteínas de baja densidad)

a) Definición

Las LDL o colesterol (LDL-C) vienen a ser lipoproteínas encargadas en transportar el colesterol desde el órgano hepático hacia los tejidos extrahepáticos. También conocido como colesterol malo, ya que a niveles altos de esta lipoproteína dan lugar a la placa aterosclerótica a consecuencia del depósito en las arterias.

b) Función

Las lipoproteínas LDL tienen una función básica la cual es transportar a las células el colesterol que necesiten directamente. Tienen la apolipoproteína primaria que es la Apolipoproteína B-100, con una partícula proteica por partícula. A diferencia de otras apolipoproteínas, la Apolipoproteína B-100 tienen una unión permanente a la molécula y no es transferida a ninguna otra lipoproteína.

c) Características

Según los investigadores, la lipoproteína LDL posee un diámetro de 22 nm y una masa de aproximadamente de 3 000 KDa. Además, cada partícula contiene aproximadamente de 1 500 moléculas de colesterol esterificado, formando un núcleo hidrofóbico rodeado por una capa hidrofílica que consta de aproximadamente 800 moléculas fosfolípidos, 500 moléculas de colesterol libre y una molécula de ApoB-100.

En general, la lipoproteína LDL tiene una densidad entre 1 019 y 1 063 g/ml. Usando ultracentrifugación y electroforesis en gel se ha clasificado en tres o cuatro subclases, que incluyendo LDL I (grande), LDL II (intermedia), LDL III (pequeña) y en algunos estudios, incluso LDL IV (muy pequeña). De lo anterior está claro que la LDL, al igual que las otras lipoproteínas, no es una partícula homogénea y presenta variaciones de composición y de tamaño. La proteína transportadora de ésteres de colesterol (CETP) contribuye a esta transformación. Esta enzima permite el intercambio de colesterol esterificado y triglicéridos entre HDL y VLDL y entre LDL y VLDL. Los triglicéridos son suministrados por la VLDL y el colesterol esterificado por otras lipoproteínas (HDL o LDL). A través de este intercambio se produce LDL con un mayor contenido de triglicéridos. Esta LDL bajo la acción de la lipasa hepática descompone los triglicéridos y se convierte en una LDL pequeña y densa, llamada sdLDL (del inglés “small and dense LDL”). La sdLDL es la lipoproteína más aterogénica conocida, ya que atraviesa el endotelio vascular con mayor facilidad que otras lipoproteínas, localizándose en la capa del cuerpo arterial, donde también es más susceptible a la oxidación (22) (23) (4) (24).

La familia LDLR (LDL RECEPTOR) incluye un grupo de receptores intracelulares en la superficie celular, que se unen e internalizan ligandos extracelulares, incluidas lipoproteínas, exotoxinas y complejos de transporte de lípidos. Los miembros de esta familia están funcional y estructuralmente ligados al LDL RECEPTOR, se la considera la partícula primordial del conjunto. Esta familia de proteínas comparte motivos o dominios comunes: la repetición LDLR tipo A, el dominio similar al EGF (factor de desarrollo epidérmico), la adhesión transmembrana y una influencia citoplasmática. La glucoproteína LDL RECEPTOR viene a ser

un receptor esencial que mantiene la regulado en proceso metabólico del colesterol. Su función más conocida es la purificación de la lipoproteína LDL. La LDL-LDLR como complejo sufre endocitosis dentro de las vesículas revestidas con clatrina. Después la vesícula es distribuida a las endosomas. El medio ácido y el mínimo nivel de Ca de esta vesícula, desencadenan la segregación de el ligando (la LDL) y el complejo, siendo degradados en los lisosomas. El colesterol es liberado en el lisosoma el para ser usado en la célula, mientras tanto el receptor (LDLR) es reciclado otra vez a la membrana plasmática. Luego del ingreso, la LDL intervienen en los siguientes procesos:

- 1) Descenso de la enzima HMGCoA reductasa, importante para sintetizar colesterol.
- 2) Aumenta la producción de acil-CoA colesterol aciltransferasa (ACAT), que actúa reduciendo el nivel libre de colesterol.
- 3) Inhibe la síntesis de LDL RECEPTOR. Teniendo en cuenta que la apolipoproteína E B-100 es el ligando primordial, pero quizás puede inducir que otras lipoproteínas entren en etapa de endocitosis conteniendo múltiples copias de Apolipoproteina E, como HDL, IDL y VLDL. (22) (23) (4).

d) Metabolismo

La LDL se sintetiza a partir del catabolismo de las partículas de VLDL, por acción de la LPL y la HL. Sin embargo, se informa que, a partir de estudios de cinética de lipoproteínas por diferentes técnicas, se encontró que el hígado también secreta partículas de LDL directamente, al mismo tiempo que secreta VLDL (un 38 % en personas normales contra un 27 % en personas hipertriglicéridémicas). Más del 90 % de la eliminación de LDL tiene lugar en el hígado, que es un determinante importante de la tasa de depuración plasmática. El resto lo proporcionan las células de la mayoría de los tejidos, incluidas las células adrenocorticales y gonadales que lo necesitan para sintetizar hormonas específicas. Otras células requieren colesterol como componente esencial de las membranas. La vida media plasmática de LDL es prolongada (días) en comparación con las vidas de TRL (horas) y quilomicrones (minutos). Como consecuencia de esta larga vida media es que el LDL colesterol se

convierte en la forma predominante de colesterol en el plasma humano. Las partículas de LDL se eliminan del plasma a través de su receptor (LDLR) y vías no específicas. La unión de LDL a LDLR es específica y de alta afinidad, pero la capacidad de transporte es limitada. Una vez que la vía se satura, el número de partículas de LDL eliminadas no aumenta. En este proceso, el ligando de LDLR es ApoB-100. Por otro lado, las vías inespecíficas tienen baja afinidad y están insaturadas; a medida que aumentan los niveles de LDL en plasma, aumenta el volumen de LDL eliminado por estas vías.

e) LDL colesterol (LDL-C)

EL LDL-C (COLESTEROL - LDL) es un pronosticador cardiovascular de riesgo que se basa en que el LDL-C alto incrementa la posibilidad de sufrir problemas cardiovasculares. Se piensa que el colesterol penetra o se deposita en arterias y diversos tejidos. Si la deposición es importante, puede aglomerarse y promover placas ateroscleróticas. Por lo tanto, un LDL-C elevada indicara un alto nivel de alojamiento de colesterol en el sistema conduciendo a una mayor posibilidad de eventos cerebrovasculares y coronarios, debido a que se forma un trombo sobre la placa aterosclerótica. Teniendo en cuenta todo lo explicado, tendríamos como colesterol “malo” al LDL-C, porque se almacena en las arterias y promueve la aterosclerosis. Por tanto, es primordial considerar que el nivel de aislamiento de LDL-C cuando medimos la posibilidad de riesgo cardiovascular deja información valiosa; como la dimensión de las moléculas de LDL. El mismo nivel de LDL-C puede tener un dominio de moléculas de LDL diminutas y densas en un cuerpo y dominio de moléculas grandes en otros. Si solo consideramos los niveles de LDL-C los riesgos son los mismos; al contrario, si tenemos en cuenta la dimensión de las moléculas el riesgo sería otro por que al ser las partículas más diminutas resultan ser más aterogénicas. En consecuencia, para diagnosticar el riesgo y optar por un tratamiento adecuado no solo debemos estudiar el LDL colesterol (22) (8).

3.2.4.2 HDL (Lipoproteína de alta densidad)

a) Definición

Son las lipoproteínas más pequeñas, de 6 - 12,5 nm de tamaño, con aproximadamente una composición de 55 % de proteínas, triglicéridos de 3 - 15 %, de fosfolípidos 26 - 46 %, de colesterol 15 - 30 % esterificado y de colesterol libre 2 - 10 %.

b) Características

Las lipoproteínas HDL son un grupo diferenciado de moléculas que son diferentes en tamaño, densidad, movilidad electroforética, contenido de apolipoproteína y composición lipídica. Por lo tanto, de esta lipoproteína tenemos subclases obtenidas mediante diversas técnicas, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas. Por lo tanto, el HDL humano se puede separar por ultracentrifugación en dos subfracciones principalmente en función de su densidad: 1,063 - 1,125 g/ml en HDL2 y 1,125-1,21 g/ml en HDL3, siendo la HDL2 es significativamente más grande y menos denso que la HDL3. Estas dos subfracciones se pueden dividir mediante electroforesis en gel de gradiente, en: HDL2a (9,2 nm), HDL3a (8,4 nm), HDL2b (10,6 nm), HDL3c (7,6 nm), HDL3b (8,0 nm) y de acuerdo a las dimensiones de la molécula (22) (23).

En función de su movilidad electroforética también se puede separar en dos subpoblaciones principales en: el primero con una densidad de carga negativa superficial mayor (α -HDL) y otro conocido como pre β -HDL. De hecho, solo el 5 % representa pre β -HDL del total de Apolipoproteína A-I. y gran parte de la molécula de lipoproteína de alta densidad en el torrente sanguíneo son α -HDL; Las moléculas de pre β consisten en una sola partícula de ApoA-I con bajos niveles de fosfolípidos o moléculas discoides que tienen de dos a tres partículas de Apolipoproteína A-I adherentes a varias partículas de lípidos anfipáticos conjunto con un mínimo porcentaje no esterificado de colesterol. La pre β -HDL se subdivide en pre β 1, pre β 2 y pre β 3, según el tamaño, mediante la electroforesis en 2-D (22) (23).

Pueden separarse la HDL usando el método de cromatografía de inmunoafinidad, en dos tipos de moléculas la: Lipoproteína A-I + la

A-II, incluyendo Apolipoproteína A-I más Apolipoproteína A-II. La lipoproteína A-I, que contiene solo Apolipoproteína A-I. Aproximadamente el 65 % del peso recuperado total de Apolipoproteína A-I estaba en Lipoproteína A-I + A-II y casi el 25 % estaba en Lipoproteína A-I. La composición proteica de las HDL es bastante diversa, incluyendo:

- Las enzimas: Lecitina colesterol aciltransferasa (LCAT), Paraoxonasa 1 (PON1), acetil-hidrolasa para los factores activadores plaquetarios PAF-AH y las ultimas poseen actividad antioxidante GSPx.
- Las apolipoproteínas: I, II, IV, V, C-II, C-III, C-IV, E, etc.
- Las proteínas transportadoras de lípidos: CETP y PLTP. Apolipoproteínas A, C y E, que intercambian con las lipoproteínas (22) (23).

b) Función

La apolipoproteína-I es la proteína primordial de la molécula que cuenta con 243 aminoácidos, aparte de que funciona como una estructura de unión, tiene la capacidad de proporcionar una interfaz para interactuar con muchas enzimas como PON1, CETP, LCAT y mieloperoxidasa). Generalmente, los receptores y las enzimas del plasma usan diferentes partes de un antígeno de Apolipoproteína A-I para unirse a partículas alterando su nivel lipídico. La Apolipoproteína A-I tiene más o menos el 70 % del total de la masa de las lipoproteínas HDL y el 20 % es Apolipoproteína A-II. Las cuales se dividen en dos clases de HDL A - I y HDL, conteniendo solo Apolipoproteína A - I, y HDL Apolipoproteína A - I y A - II, conteniendo tanto Apolipoproteína A - I y Apolipoproteína A-II aproximadamente 2:1 en una proporción molar. El resto es el 10 % de apolipoproteínas de la molécula. Tenemos a la fosfatidilcolina y esfingomiélna como los principales componentes lipídicos (22) (23) (4) (24) (25).

c) Metabolismo de la HDL

La HDL se produce aproximadamente el 70 % en el hígado y el aproximadamente un 30 % en el intestino como Apolipoproteína A-I.

La Apolipoproteína A-I secretada en estos dos órganos es baja en lípidos, que captura velozmente el colesterol no esterificados y los fosfolípidos, a través del transportador ABCA1, que se encuentra en el hígado y los intestinos, produciendo una molécula Apolipoproteína A-I discoidal baja en lípidos, llamada HDL naciente (HDLn). La ABCA1 proteína viene a ser una proteína integral de membrana celular que consta de 12 dominios trans membrana y dominios de unión a ATP dos. La primordial actividad que cumple esta proteína es ayudar a la salida de fosfolípidos y colesterol y a exterior de la célula, como la Apolipoproteína A - I. En este último aspecto, esto se da porque los sitios donde se sintetiza de la Apolipoproteína A-I son el intestino y el hígado, concuerdan con los órganos donde la ABCA1 es altamente expresada. Teniendo en cuenta que la transcripción de ABCA1 está controlado por LXR (liver X receptors), que ejercen un papel importante en la homeostasis de los lípidos, también son un factor de transcripción que detecta la concentración elevadas de colesterol e induce al inicio de la transcripción de genes comprometidos en el retiro del excedente de colesterol en las células. En ausencias de transportadores ABCA1, la Apolipoproteína A - I obtenida no podrá obtener lípidos y de forma rápida es filtrada y eliminada por vía del riñón (23) (24).

b) HDL colesterol (HDL-C)

Es el colesterol adquirido mediante las moléculas de HDL la cual lo desecha del cuerpo mediante el transporte reverso. El llamado colesterol “bueno” es este, ya que no se logra acumular; sino que, evitar su acumulación ya que representa una vía de depuración. Para la medición de HDL-C debido a los efectos de los estrógenos, tenemos valores de referencia establecidos por el sexo. Es preferible tener niveles altos de colesterol bueno y un valor bajo de colesterol malo. Sin embargo, los valores de HDL-C no nos brindan referencia sobre la labor de las moléculas de HDL, en consecuencia, en la actualidad es considerada una inadecuada medida de la capacidad protectora de las HDL, principalmente cuando se presentan enfermedades inflamatorias

crónicas que logran alterar la función de las moléculas de HDL sin cambiar los promedios de HDL-C (22) (24).

3.3 Marco conceptual

- a) **Triacilglicéridos (TG):** Los triacilgliceridos o triglicéridos o triacilglcéricidos son acilgliceroles que tienen tres partículas de ácido graso, generalmente de cadena larga, siendo iguales o diferentes; cuando existe el mismo ácido graso en las tres posiciones del glicerol hablamos de triacilgliceroles simples, pero mayoritariamente triacilgliceroles mixtos contando con al menos, dos ácidos grasos distintos. Sus características van a depender de los ácidos grasos contenido.
- b) **Colesterol total (CT):** este valor indica la cantidad total de colesterol HDL + LDL en la circulación sanguínea.
- c) **Lipoproteína de alta densidad (HDL):** Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) conforman una familia de moléculas que poseen diferente composición química, longitudes y densidades. La HDL es heterogenia por el resultado de la velocidad con la que se sintetizan y catabolizan las partículas, y de remodelación continua que sufren por acción de las enzimas y proteínas de transporte. Las bajas concentraciones de colesterol HDL tienen una relacionan directa con un alto riesgo de desarrollar una enfermedad aterosclerosa coronaria.
- d) **Lipoproteínas de baja densidad (LDL):** Gran parte del colesterol es transportada junto a proteínas en la circulación sanguínea, llegando a formar lipoproteínas de baja densidad o LDL. En caso de que la célula demande colesterol para la síntesis de membrana, elabora proteínas receptoras de LDL insertándolas en su membrana plasmática. En este proceso el colesterol es capturado y trasladado a los lisosomas donde se da lugar a la hidrolisis por medio de los ésteres de colesterol dando como resultado al colesterol libre, quedando precepto de la célula para proseguir con la biosíntesis de las membranas.
- e) **Lipoproteína lipasa (LPL):** La lipoproteinlipasa o LPL tiene la función de hidrolizar a las lipoproteínas de muy baja densidad y triacilglicéridos de los quilomicrones, descomponiéndolos en glicerol y ácidos grasos libres, los cuales son liberados en el músculo y tejido adiposo. La LPL se encuentra mayormente en vasos sanguíneos, en



el área apical del endotelio. Esto ocurre principalmente en las células intersticiales del corazón.

- f) **Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL):** El colesterol de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL, very low density lipoproteins, por sus siglas en inglés) se produce en el hígado y se libera en el torrente sanguíneo para suministrar a los tejidos del cuerpo un cierto tipo de grasa (triglicéridos). Hay varios tipos de colesterol, cada uno compuesto de lipoproteínas y grasas.
- g) **Proteína transferidora de esteres de colesterol (CETP):** Del inglés—cholesterylester transfer protein) viene a ser una enzima parcialmente responsable de los niveles de las mismas y que coadyuba en el metabolismo de las HDL.
- h) **Ácidos grasos libres (AGL):** Es un importante componente de las membranas celulares y es metabolizado en ácidodihomo gama linolénico (DAGL), un sustrato para las enzimas que producen las prostaglandinas de la serie 1 que tienen propiedades vasodilatadoras. Estas propiedades facilitan una buena perfusión de nutrimentos en los tejidos.
- i) **Ácidos grasos volátiles (AGV):** Los ácidos grasos de cadena corta o ácidos grasos volátiles son un subgrupo de ácidos grasos con cadenas carbonadas de menos de seis carbonos. Su volatilidad se debe a la corta cadena carbonada que poseen, en contraste con los ácidos grasos de cadena larga, que son sólidos a temperatura ambiente.
- j) **Proteínas:** Vienen a ser compuestos orgánicos esenciales comprendidas por cadenas de aminoácidos y a diferencia de los carbohidratos tienen alrededor de 16% de nitrógeno.
- k) **Carbohidratos.** Los carbohidratos son unidades formadas a partir de los monosacáridos y en la dieta de los Camélidos Sudamericanos son una gran fuente de energía.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo no experimental, prospectivo y según el número de ocasiones en las que se mide la variable es transeccional.

4.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la siguiente investigación es no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que realizamos fue observar fenómenos tal como se observan en su estado natural, para luego analizarlos. Con respecto a las variables independientes, estas no serán manipuladas por que ya sucedieron al igual que sus efectos.

M → O

Donde:

M = Muestra

O = Observación de la variable

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

El Perú cuenta con 746 269 cabezas de llamas y de estas en la Región Apurímac habitan un total aproximado de 36 042 cabezas de llamas (7).

4.3.2 Muestra

El muestreo se determinó por conveniencia ya que es un muestreo no probabilístico, también por la facilidad de la muestra y el factor económico ya que es difícil realizar pruebas a toda una población por el costo de los reactivos, por

tanto, se dispuso a trabajar con la totalidad de crías (aproximadamente de 5 a 8 meses de edad) aparentemente sanas ya que al realizar una exploración visual se observó que no presentaban ningún signo clínico de enfermedad, se contó con 40 animales (28 machos y 12 hembras).

4.4 Procedimiento

4.4.1 Localización

Las muestras se tomaron en la Comunidad Campesina de Yanaquillca del distrito de Caraybamba, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac que se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas a 14°22'14" de Latitud Sur y 73°03'51" Longitud Oeste, a una altura media de 4 110 m s. n. m., esta región presenta una época lluviosa de diciembre a marzo y de seca desde mayo hasta noviembre (época de muestreo), la región es frígida, con precipitaciones pluviales que alcanzan los 21.3 milímetros al año con una humedad relativa en promedio del 70%, en el que ubicamos llamas con crías.

4.4.2 Obtención de las muestras de sangre

4.4.2.1 Actos previos a la captura

Se agrupó a las llamas (machos y hembras) alejados de sus madres una noche antes, para prepararlos y que no se encuentren lactando. Se seleccionaron a todos los animales (crías) de 5 a 8 meses de edad aproximadamente, aparentemente sanas y con buenas condiciones corporales. Se consideró crías Káras y Chakus, indistintamente por no existir en el hato selección de estos animales.

4.4.2.2 Captura

A primera hora de la mañana (6:00 horas) se procedió a la captura (animales en ayunas) acorralándolos con ayuda de varias personas, se realizó la sujeción del animal de pie, mostrando el cuello la zona latero ventral caudal, ubicamos el surco yugular (donde se encuentra la vena yugular externa), se realizó la hemostasia manual sobre la zona de punción del cuello.



4.4.2.3 Obtención de la muestra de sangre

Se desinfectó la zona de toma de muestra con una torunda de algodón estéril embebido en alcohol, utilizando campanas de vacío (18 G*1) acondicionados con tubos vacutainer de 4 mL sin anticoagulante, se procedió a la venopunción recolectando el volumen de sangre por tubo hasta la marca indicada, se rotularon las muestras con sus datos respectivos, tomándose 01 muestra de sangre por animal dando un total de 40 muestras.

4.4.2.4 Traslado de las muestras

Las muestras colectadas fueron inmediatamente conservadas en un cooler con geles de refrigeración a una temperatura de 2°C para ser transportadas a los laboratorios de Bioquímica y Fisiología, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA por espectrofotometría.

4.4.2.5 Obtención del plasma sanguíneo

Las muestras obtenidas se centrifugaron por 15 min. a 3000 rpm; para después con una micropipeta de 1 000 µL se separó el plasma en tubos de ensayo de 3 mL esterilizados, con su respectivo rótulo para su conservación a 4° C.

4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Técnicas de laboratorio

4.5.1.1 Técnica para determinar los triglicéridos:

Empleamos el kit TRIGLYCERIDES MONO SL NEW (TGML) de la empresa ELITeschGroup. El principio se basa en el Test enzimático-colorimétrico. El cual, para hidrolizar triglicéridos a glicerol, oxidándose a dihidroxiacetonafofato y peróxido de hidrógeno hace uso de una lipasa. El peróxido de hidrógeno sufre una reacción bajo la acción de la peroxidasa con la 4-aminofenazona y el 4-clorofenol para desarrollar un colorante rojo (quinoneimina). Se utilizó el espectrofotómetro semiautomático de la marca

Mindray BS 200E, para ello se preparó el juego de tubos y se colocó en sus lectores correspondientes.

Tabla 2 — Procedimiento para la determinación de triacilglicéridos en suero sanguíneo.

	BLANCO	ESTANDAR	MUESTRA
Reactivo R (μL)	1 000	1 000	1 000
Estándar/Calibrador(μL)		10	-
Muestra(μL)	-	-	10
Se mezcló			
Se incubó a 37 °C por 10 minutos			
Se dio lectura a 505 nm de longitud de onda de la absorbancia			

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2 Técnica para determinar colesterol:

Se hizo mediante el Test Enzimático. Colorimétrico. Detergente selectivo. de CHOLESTEROLLDL SL 2G, de la empresa ELITeschGroup. El principio se basa hidrólisis de los esteres de colesterol por una lipasa específica, el colesterol libre reacciona con el oxígeno por acción enzimática de la colesterol-oxidasa para dar colestén-3-ona y peróxido de hidrógeno, el peróxido de hidrógeno reacciona bajo la acción de la peroxidasa con la 4 aminofenazona y el fenol para formar una quinona coloreada. Se utilizó el espectrofotómetro semiautomático de la marca Mindray BS 200E.

Tabla 3 — Procedimiento para la determinación de colesterol en suero sanguíneo.

REACTIVO	BLANCO	ESTANDAR	MUESTRA
Reactivo R (μL)	300	300	300
Estándar/Calibrador(μL)	-	3	-
Muestra(μL)	-	-	3
Se dio lectura a 510 nm de longitud de onda de la absorbancia			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 — Procedimiento para la determinación de HDL en suero sanguíneo.

REACTIVO	BLANCO	ESTANDAR	MUESTRA
Reactivo R1 (μL)	240	240	240

Reactivo R2 (μL)	80	80	80
Estándar/Calibra(μL)	-	3	-
Muestra(μL)	-	-	3
Se dio lectura de la absorbancia a 578 nm de longitud de onda y 670 de nm de longitud de onda secundaria.			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 — Procedimiento para la determinación de LDL en suero sanguíneo.

REACTIVO	BLANCO	ESTANDAR	MUESTRA
Reactivo R1 (μL)	240	240	240
Reactivo R2 (μL)	80	80	80
Estándar/Calibra(μL)	-	3	-
Muestra(μL)	-	-	3
Se dio lectura de la absorbancia a 578 nm de longitud de onda y 670 de nm de longitud de onda secundaria.			

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Instrumentos de la investigación

Los instrumentos utilizados fueron los kits TRIGLYCERIDES MONO SL NEW (TGML) de la empresa ELITeschGroup, Test Enzimático. Colorimétrico. Detergente selectivo. de CHOLESTEROLLDL SL 2G, de la empresa ELITeschGroup.

4.6 Análisis estadístico

Todos los datos fueron tabulados y de ellos se obtuvo el promedio, la desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valor mínimo y valor máximo, de cada uno de los valores de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*). Luego se procedió a realizar el análisis de medias a través de la prueba de t-student para comparar medias. Conociendo que, esta prueba compara las dos medias (machos y hembras) de una variable de resultado cuantitativo continuo obtenidas en dos categorías definidas por una variable cualitativa. El cálculo del estadístico t, tiene en cuenta la diferencia de medias a comparar y su error estándar, según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{[\bar{x}_1 - \bar{x}_2]}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\bar{x}_1, S_1^2 \text{ y } \bar{x}_2, S_2^2$$

Siendo:

- \bar{X}_1 , S_1^2 y \bar{X}_2 , S_2^2 medias y varianzas de cada elemento muestreado correspondientemente.
- Bajo la suposición de la hipótesis nula, donde la diferencia de promedios es idéntica a cero, por lo que el valor de t también idéntica a cero. Cuanto más t se aleje de ese valor, menos probabilidad tendrá de que la diferencia observada sea al azar.

Cumpliendo tres condiciones:

- Los dos grupos en estudio fueron independientes. Indicando que cada animal muestreado solo pertenece un solo grupo y no posee correlación con los otros animales muestreados del otro grupo.
- La variable de resultado fue continua y siguió una distribución normal en los dos grupos.
- Se cumplió con el supuesto de homocedasticidad, esto es, igualdad de varianzas en los dos grupos de animales.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Resultado General

a) Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*)

Los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*) que habitan en la Comunidad de Yanaquillca del distrito de Caraybamba, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac, reportan niveles séricos para triglicéridos de 20.24 ± 2.73 mg/dL; por otro lado, el colesterol se encuentra en valores de 52.98 ± 18.86 mg/dL; colesterol HDL en concentraciones de 4.05 ± 1.48 mmol/L y el colesterol LDL de estos crías de llamas alcanzaron valores en sangre de 49.38 ± 15.8 mg/dL, (Tabla 6).

Tabla 6 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías de llamas (*Lama glama*)

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	C.V.	Mín	Máx
Triglicéridos	40	20.24 mg/dL	2.73	7.45	13.49	16.2	25.6
Colesterol	40	52.98 mg/dL	18.86	355.77	35.61	34	113
Colesterol HDL	40	4.05 mmol/L	1.48	2.2	36.64	2	7
Colesterol LDL	40	49.38 mg/dL	15.8	249.52	31.99	31	93

n= muestra. mg/dL= miligramos por decilitro. mmol/L= milimoles por litro. n= muestra. D.E.= Desviación Estándar. Var.= Varianza. C.V.= Coeficiente de Variación. Mín.= Valor Mínimo. Máx.= Valor Máximo.

5.1.2 Resultados Específicos

a) Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*)

Según notamos en la tabla 7, los niveles séricos de triglicéridos en crías machos de llamas (*Lama glama*) que habitan en la Región quechua (2300 – 3500 m s.n.m.) en la Región Apurímac - Perú, alcanzan los 20.2 ± 2.98 mg/dL; mientras que, los valores de colesterol presentes en el plasma

sanguíneo de estos animales tienen una media de 55.21 ± 20.91 mg/dL; su colesterol HDL se reporta en un promedio de 3.96 ± 1.26 mmol/L; sin embargo, el colesterol LDL de estas crías presentaron una media de 51.5 ± 17.12 mg/dL.

Tabla 7 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*)

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	C.V.	Mín	Máx
Triglicéridos	28	20.2 mg/dL	2.98	8.85	14.73	16.2	25.6
Colesterol	28	55.21 mg/dL	20.91	437.14	37.87	34	113
Colesterol HDL	28	3.96 mmol/L	1.26	1.59	31.82	2	6
Colesterol LDL	28	51.5 mg/dL	17.12	293.22	33.25	34	93

n= muestra. mg/dL= miligramos por decilitro. mmol/L= milimoles por litro. n= muestra. D.E.= Desviación Estándar. Var.= Varianza. C.V.= Coeficiente de Variación. Mín.= Valor Mínimo. Máx.= Valor Máximo.

b) Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*)

La media de los niveles séricos de triglicéridos en crías hembras de llamas (*Lama glama*) que viven dentro de los linderos de la Comunidad de Yanaquillca del conocido distrito de Caraybamba, correspondiente a la provincia de Aymaraes, Región de Apurímac; se reportan en 20.33 ± 2.16 mg/dL; sin embargo, cabe mencionar que los valores promedio de colesterol que circula en la sangre de estas crías alcanzan los 47.75 ± 12.08 mg/dL; por otro lado el colesterol HDL de estos animales registran una media de 4.25 ± 1.96 mmol/L; por último, encontramos que el colesterol LDL de estos animales registraron un promedio de 44.42 ± 11.25 mg/dL (tabla 8).

Tabla 8 — Niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*)

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	C.V.	Mín	Máx
Triglicéridos	12	20.33 mg/dL	2.16	4.68	10.64	17.5	24.5
Colesterol	12	47.75 mg/dL	12.08	145.84	25.29	36	68
Colesterol HDL	12	4.25 mmol/L	1.96	3.84	46.11	2	7

Colesterol LDL	12	44.42 mg/dL	11.25	126.63	25.33	31	63
-----------------------	----	----------------	-------	--------	-------	----	----

n= muestra. **mg/dL**= miligramos por decilitro. **mmol/L**= milimoles por litro. n= muestra. **D.E.**= Desviación Estándar. **Var.**= Varianza. **C.V.**= Coeficiente de Variación. **Mín.**= Valor Mínimo. **Máx.**= Valor Máximo.

c) **Comparación de los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL entre crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*)**

Tal como notamos en la tabla 9; no pudimos encontrar diferencias ($p > 0.05$) en los niveles séricos de triglicéridos cuando comparamos crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*) que moran en la Comunidad de Yanaquillca distrito de Caraybamba, de la provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac, ubicado a una altura de 3 100 m s.n.m. en la región natural Quechua de los Andes Peruanos. Asimismo, cuando se comparan los niveles séricos de colesterol, colesterol HDL, Colesterol LDL de crías machos y hembras de llamas no se encontraron diferencias por efecto de la variable sexo ($p > 0.05$).

Tabla 9 — Comparación de la concentración sérica de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en mg/dL de crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*), por prueba de independencia de t-student.

Sexo	Variable	n	Media	p
Macho	Triglicéridos	28	20.2 ^a mg/dL	0.893
Hembra	Triglicéridos	12	20.33 ^a mg/dL	
Macho	Colesterol	28	55.21 ^b mg/dL	0.257
Hembra	Colesterol	12	47.75 ^b mg/dL	
Macho	Colesterol HDL	28	3.96 ^c mmol/L	0.584
Hembra	Colesterol HDL	12	4.25 ^c mmol/L	
Macho	Colesterol LDL	28	51.5 ^d mg/dL	0.198
Hembra	Colesterol LDL	12	44.42 ^d mg/dL	

mg/dL= miligramos por decilitro. **mmol/L**= milimoles por litro. n= muestra. Exponentes con letras idénticas en columnas significa que las variables en estudio no muestran diferencias entre sexos. **p**= diferencia de la probabilidad de que ocurra un evento (variable dependiente) en ambos grupos (machos y hembras).

5.2 Discusión

Ramírez (2018), realizó una investigación sobre el perfil bioquímico sanguíneo de llamas (*Lama glama*) aparentemente normales de la serranía ecuatoriana, el muestreo lo realizó en 73 animales, (63 hembras y 10 machos) que habitaban en caravanas de llamas que provienen de las parroquias de: Calpi, San Luis, Punín, Valparaíso y Licto, en los cuales realiza un reporte sobre los niveles de colesterol en llamas hembras de 37,88 mg/dL y los valores en llamas machos 38,03 mg/dL, no existiendo diferencias entre sexos ($p > 0,05$) (12). En nuestro estudio obtuvimos resultados similares, ya que al comparar los niveles séricos de colesterol de crías de llamas machos y crías hembras no se encontraron diferencias por efecto de la variable sexo ($p > 0,05$). Con respecto a los niveles séricos de colesterol presentes en el plasma sanguíneo de estos animales machos tenemos una media de 55.21 ± 20.91 mg/dL y en crías hembras reportamos en 47.75 ± 12.08 mg/dL; las diferencias en las concentraciones podrían justificarse en la edad de los animales ya que el metabolismo es más alto en animales de menor edad y por tanto estarían requiriendo de mayores niveles de lípidos en sangre para compensar el nivel de metabolismo exigido por el cuerpo.

Por otro lado, Oliveira dos Santos (2017), realiza una investigación para determinar el perfil bioquímico - hematológico en llamas (*Lama glama*) criadas en cautiverio en el sur de Brasil, considerando variaciones de género y época del año, en el que pudo hallar valores para el colesterol 71.79 ± 38.71 mg/dL en llamas machos y de 63.31 ± 18.01 en hembras; sin embargo, los triglicéridos se reportan en 63.61 ± 25.2 en llamas machos y de 74.34 ± 21.53 en llamas hembras (13); en nuestro trabajo, los valores de las concentraciones séricas de colesterol presentes en el plasma de la sangre de crías machos tienen una media de 55.21 ± 20.91 mg/dL y en crías hembras se encontró en 47.75 ± 12.08 mg/dL; también pudimos encontrar valores de triglicéridos en crías machos de llamas en 20.2 ± 2.98 mg/dL y en crías hembras en 20.33 ± 2.16 mg/dL; pudimos observar que las concentraciones séricas de colesterol y triglicéridos en llamas adultas hembras y machos es mayor a las concentraciones séricas en crías de llamas de ambos sexos, la diferencia podría justificarse por la dieta de los animales que vivían en cautiverio, ya que probablemente su dieta sea alta en lípidos, porque nuestros animales tenían consumo de pastos naturales.

Del mismo modo, Apiña (2018), realiza una investigación del perfil bioquímico sanguíneo de alpacas (*Vicugna pacos*) aparentemente normales de la sierra del Ecuador, habiendo muestreado a un total de 121 alpacas adultas (81 hembras y 40 machos), de la provincia de Chimborazo, concretamente en las parroquias: Palmira, Licto, Calpi y San Juan. Obteniendo resultados para la variable colesterol en el que no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$), por efecto de los lugares de procedencia, marcando los valores para Palmira de 29,06 mg/dl, Calpi 28,83 mg/dl, Licto 39,12 mg/dl y San Juan 37,10 mg/dl (14); en nuestro estudio pudimos notar que los valores de las concentraciones séricas de colesterol en crías machos de llamas alcanzó los 55.21 ± 20.91 mg/dL y en crías hembras se reportó en 47.75 ± 12.08 mg/dL; notamos que los valores encontrados en nuestro trabajo son relativamente más altos que los encontrados en alpacas adultas, estas diferencias se justificarían ya que el colesterol en el plasma varía de acuerdo con la especie (pese a que son de la familia camelidae).

Se evaluó como efecto la gestación y la edad en el metabolismo de lípidos en el último tercio de gestación en alpacas provenientes del CIP La Raya – UNA – Puno, este trabajo se ubica en el distrito de Santa Rosa, Melgar, Puno - Perú; en condiciones de puna húmeda, a una altitud de 4,200 a 5,400 m. Se trabajó con 60 alpacas de las cuales las muestras de sangre se tomaron en inicio de temporada de lluvia, se encontraban distribuidas en 4 grupos: multíparas vacías, multíparas preñadas, primerizas vacías, primerizas preñadas; para poder obtener los niveles en suero sanguíneo de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol, los promedios obtenidos son 223.61 ± 32.6 ; 25.72 ± 4.3 ; y 36.46 ± 5.7 mg/dL, respectivamente. En lípidos totales se obtuvo 212.24 ± 32.7 ; 198.91 ± 25.9 ; 247.35 ± 40.4 y 235.92 ± 29.6 mg/dL en alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; existiendo efecto del estado fisiológico (gestación) ($p \leq 0.01$), pero no de la edad reproductiva ($p > 0.05$). En los triglicéridos los niveles fueron de 21.38 ± 3.3 ; 20.15 ± 3.6 ; 34.37 ± 5.8 y 26.96 ± 4.2 mg/dL en alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; por el estado fisiológico en la que se encontraban las alpacas primerizas y en multíparas, se encontró un efecto significativo, en alpacas; la edad reproductiva también tiene un efecto significativo en alpacas preñadas ($p \leq 0.01$), pero no en alpacas vacías ($p > 0.05$). Y en colesterol los resultados fueron de 33.24 ± 4.7 ; 28.98 ± 4.5 ; 46.86 ± 6.4 ; y 36.76 ± 6.9 mg/dL para alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente; encontrándose que el estado fisiológico (gestación), y la edad reproductiva, tienen efectos altamente significativos

($p \leq 0.01$) (15); en el estudio que realizamos pudimos encontrar valores de triglicéridos en crías machos de llamas en 20.2 ± 2.98 mg/dL y en crías hembras en 20.33 ± 2.16 mg/dL; sin embargo, los valores medios de colesterol en crías machos de llamas alcanzó los 55.21 ± 20.91 mg/dL y en crías hembras se reportó en 47.75 ± 12.08 mg/dL. Los valores encontrados son bastante cercanos a los reportados en el presente estudio, esto quizá podría justificarse en que los animales tanto del estudio ecuatoriano y el nuestro habitaban en condiciones muy semejantes, es decir en climas fríos, a grandes altitudes y alimentación con pastos naturales de la región andina.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

6.1.1 Conclusión General

Los niveles séricos de triglicéridos se reportan en 20.24 ± 2.73 mg/dL; colesterol, 52.98 ± 18.86 mg/dL; colesterol HDL 4.05 ± 1.48 mmol/L y colesterol LDL en 49.38 ± 15.8 mg/dL, para crías de llamas (*Lama glama*).

6.1.2 Conclusiones Específicas

- a) Los niveles séricos de triglicéridos alcanzan una media de 20.2 ± 2.98 mg/dL; colesterol 55.21 ± 20.91 mg/dL; colesterol HDL 3.96 ± 1.26 mmol/L y colesterol LDL en 51.5 ± 17.12 mg/dL, para crías machos de llamas (*Lama glama*), respectivamente.
- b) Los niveles séricos de triglicéridos se registran en 20.33 ± 2.16 mg/dL; colesterol 47.75 ± 12.08 mg/dL; colesterol HDL en 4.25 ± 1.96 mmol/L y colesterol LDL 44.42 ± 11.25 mg/dL, en crías hembras de llamas (*Lama glama*), respectivamente.
- c) Al comparar los niveles séricos de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL entre crías machos y hembras de llamas (*Lama glama*) no se muestran diferencias ($p > 0.05$).

6.2 Recomendaciones

- a) Recomendamos considerar a los valores de triglicéridos con valores entre los 16.2 y 25.6 mg/dL en crías machos de llamas y desde 17.5 hasta los 24.5 en crías hembras.
- b) Recomendamos considerar a la concentración sérica de colesterol desde los 34 mg/dL hasta los 113 mg/dL en crías machos de llamas; mientras que, en hembras valores desde los 36 mg/dL hasta los 68 mg/dL.
- c) Recomendamos considerar los valores de Colesterol HDL entre los 2 y 6 mg/dL de sangre en crías machos de llamas y de 2 a 6 mg/dL en sangre de crías hembras de llamas.

- d) Recomendamos considerar los valores para el colesterol LDL desde los 34 a 93 mg/dL de sangre en crías machos de llamas y de 31 hasta los 63 mg/dL en sangre de crías hembras de llamas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quispe Peña EC. Adaptaciones hematológicas de los camélidos sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes. Revista complutense de Ciencias Veterinarias. 2011 Enero; 5(1).
2. Bustinza V. La llama, fenotipos y producción. Puno, Perú. Instituto de Investigación Promoción de Camélidos Sudamericanos – IIPC. 1998 Enero; 5(1).
3. Bradley G K. Fisiología Veterinaria de Cuningham. Quinta ed. González PLL, editor. Zaragoza España: Elsevier España, S.L.; 2014.
4. Hall E. Tratado de fisiología médica. Decimotercera ed. Barcelona España: Elsevier España, S.L.U.; 2016.
5. Linear Chemicals S.L. Linear Chemicals. [Online].; 2022 [cited 2022 Enero 15. Available from: [HYPERLINK "https://www.linear.es/ficheros/archivos/74_1155005C.pdf"](https://www.linear.es/ficheros/archivos/74_1155005C.pdf) https://www.linear.es/ficheros/archivos/74_1155005C.pdf .
6. Caballero W. Pobreza y pobreza extrema rural: en la pequeña agricultura y en la agricultura de minifundio. Revista de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2006 Marzo; 28(3).
7. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). IV Censo Agropecuario - INEI. [Online].; 2012 [cited 2022 Enero 05. Available from: [HYPERLINK "http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf"](http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf) <http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf> .
8. Leyva V V, Falcón P. Evaluación de medidas corporales para la selección de llamas madres y crías. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2007 Enero - Junio; 18(1).
9. Quispe JE. Efectos ambientales sobre el peso al nacimiento e incremento corporal al destete en alpacas del CIP Quimsachata, INIA-Puno. Revista de Investigaciones de la UNA PUNO. 2019 Enero; 5(5).
10. Anon. Detección, valoración y tratamiento de la hipercolesterolemia en adultos. Revista Panamericana Salud Publica. 2001 Mayo; 9(5).
11. Rifai N, Bachorik PS, Albers JJ. Lipids, Lipoproteins, and Apolipoproteins. Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry. 5th ed. Philadelphia USA: Burtis, C.A. & Ashwood; 2001.
12. Ramírez Granda. Perfil bioquímico sanguíneo de llamas (Lama glama) aparentemente sanas de la serranía ecuatoriana. Tesis de Título. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Zootécnica; 2018.
13. Oliveira dos Santos E. Perfil bioquímico - hematológico em lhamas (Lama glama linnaeus 1758) criadas em cativeiro no sul do Brasil: variacoes de género e época do ano. Tesis de Maestría. Porto Alegre - Brasil: Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul, Facultad de Veterinaria; 2006.
14. Apiña Pérez. Perfil bioquímico sanguíneo de alpacas (Vicugna pacos) aparentemente sanas de la serranía del ecuador. Tesis de Título. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Zootécnica; 2018.
15. Quispe Puma. Perfil lipídico sanguíneo en alpacas hembras según estado reproductivo. Tesis de Título. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia; 2008.
16. Quispe Coaquira E, Dueñas Gayona , Bustinza Choque , Machaca Machaca , Bolívar Villegas A, Machaca Machaca. Morfología de las llamas (Lama glama) K'ara de



- Checacupe, Cusco, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2020 Abril - Junio; 31(2).
17. Bustinza Choque AV. La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Segunda ed. Puno Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2001.
 18. Quispe Coaquira JE, Apaza , Quispe DM, Morocco N. De vuelta a la alpaca: la producción primaria en una perspectiva empresarial y competitiva. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 2016 Enero; 15.
 19. Bustinza Choque AV, Sucapuca V. Situación de las llamas en Puno. Allpak'a. 1987 Julio; 1.
 20. Yacobaccio H. Osteometría de llamas (*Lama glama* L) y sus consecuencias arqueológicas. En: Zooarqueología a principios del siglo XXI: aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio. Segunda ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial del Espinillo; 2010.
 21. Quispe Coaquira , Apaza E, Ibáñez V, Villalta R, Calsín B, Vilca C. Caracterización morfológica e índices corporales de llamas (*Lama glama*) Ch'acu y K'ara de la puna húmeda de la región Puno. Revista de Investigación Altoandina. 2015 Enero; 17.
 22. Murray RK, Bender A, Botham M, Kennelly J, Rodwell VW, Weil P. Bioquímica ilustrada Harper. 29th ed. Buenos Aires Argentina: Mc Graw Hill; 2012.
 23. Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principios de bioquímica. Séptima ed. Mexico: Omega; 2019.
 24. Klein G. Cunningham Fisiología Veterinaria. Quinta ed. Barcelona - España: Elsevier España, S.L.; 2014.
 25. Despopoulos , Silbernagl. Color Atlas of Physiology. Quinta ed. New York - USA: Thieme Stuttgart; 2003.
 26. Church CD. El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Primera ed. Barcelona España: Acribia; 1988.

ANEXOS



Tabla 10 — Resultados de las concentraciones séricas de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías machos de llamas (*Lama glama*)

SEXO	CODIGO	COLESTEROL	HDL	LDL	TRIGLICERIDOS
		mg/dL	mmol/L	mg/dL	mg/dL
MACHO	1	84	6	82	25.4
MACHO	2	34	2	34	16.6
MACHO	3	36	3	35	17.47
MACHO	4	38	3	36	17.6
MACHO	5	49	2	44	22
MACHO	6	46	3	46	17.57
MACHO	7	63	4	60	23.3
MACHO	8	68	3	65	18.9
MACHO	9	45	5	42	20.6
MACHO	10	112	5	93	21.47
MACHO	11	45	6	37	16.2
MACHO	12	47	5	45	19.3
MACHO	13	53	4	53	18.7
MACHO	14	53	4	51	25.6
MACHO	15	86	5	80	24.5
MACHO	16	36	3	36	17.7
MACHO	17	38	2	37	18.5
MACHO	18	36	4	34	18.1
MACHO	19	47	3	42	23
MACHO	20	45	2	44	17.6
MACHO	21	64	5	58	24.1
MACHO	22	67	4	63	19.1
MACHO	23	44	6	44	19.8
MACHO	24	113	4	91	23.2
MACHO	25	46	5	38	17.2
MACHO	26	48	5	44	18.4
MACHO	27	51	3	55	18.5
MACHO	28	52	5	53	25.3

Tabla 11 — Resultados de las concentraciones séricas de triglicéridos, colesterol, colesterol HDL y colesterol LDL en crías hembras de llamas (*Lama glama*)

SEXO	CODIGO	COLESTEROL	HDL	LDL	TRIGLICERIDOS
		mg/dL	mmol/L	mg/dL	mg/dL
HEMBRA	1	38	2	37	19.9
HEMBRA	2	66	3	63	20.3
HEMBRA	3	37	3	36	19.6
HEMBRA	4	57	7	53	24.1
HEMBRA	5	49	5	45	19
HEMBRA	6	36	5	31	17.5
HEMBRA	7	36	3	35	21.1
HEMBRA	8	68	2	61	21.5
HEMBRA	9	39	2	37	19.5
HEMBRA	10	58	6	55	24.5
HEMBRA	11	51	7	47	18.7
HEMBRA	12	38	6	33	18.3

Figura 1 — Localización de la zona de muestreo: Comunidad de Yanaquillca, distrito de Caraybamba, provincia de Aymaraes.



Figura 2 — Llamas en su ambiente natural en la comunidad de Yanaquillca.



Figura 3 — Captura y sujeción del animal de pie.



Figura 4 — Toma de muestra.



Figura 5 — Rotulación de las muestras.

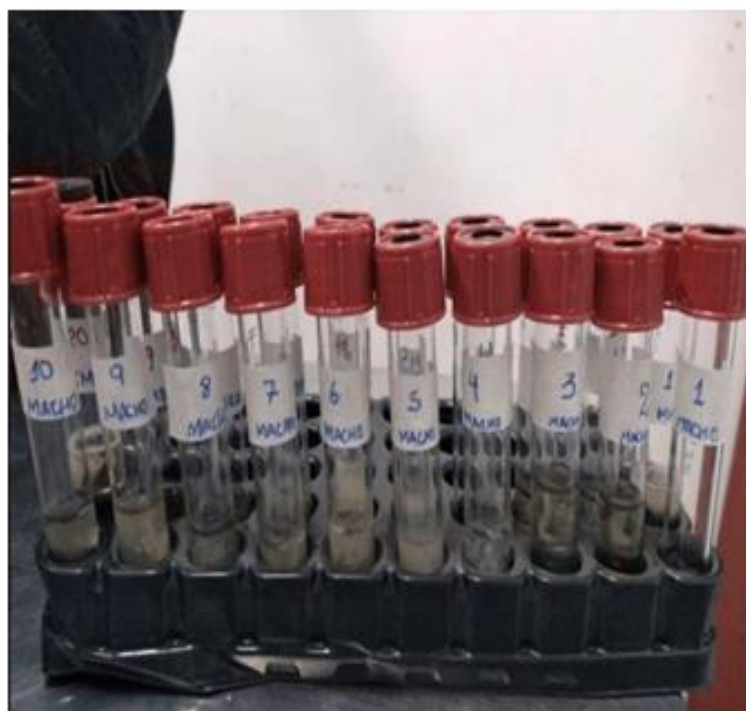


Figura 6 — Procesamiento de las muestras en el laboratorio.

