

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



“Perfil lipídico sanguíneo en alpacas hembras según estado reproductivo”

TESIS

PRESENTADA POR:

JAIME LUCIO QUISPE PUMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2008

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

TESIS:

“Perfil lipídico sanguíneo en alpacas hembras según estado reproductivo”




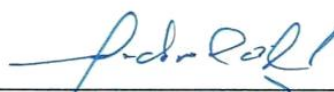

PRESENTADA POR EL BACHILLER:

JAIME LUCIO QUISPE PUMA

PARA REALIZAR EL INFORME DE INVESTIGACIÓN Y OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE	:	 <hr/> Dr. CEFERINO UBERTO OLARTE DAZA
PRIMER MIEMBRO	:	 <hr/> Dr. VÍCTOR MELITÓN ZANABRIA HUISA
SEGUNDO MIEMBRO	:	 <hr/> Mg. Sc. BÍLO WENCESLAO CALSÍN CALSÍN
DIRECTOR	:	 <hr/> Mg. PEDRO UBALDO COILA AÑASCO
ASESORA	:	 <hr/> Mg. Sc. ABIGAIL TERESA DE LA CRUZ PÉREZ

Área: Fisiología animal
Tema: Sangre de Alpacas

PUNO – PERÚ

2008

DEDICATORIA:

Este trabajo va dedicado a:

*Mis queridos padres Angelina(†) y Victoriano,
por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos.*

*Mis hermanos: Edgar, Nelly, Fredy, Nancy e Inés,
por estar conmigo y apoyarme siempre, con mucho cariño.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a mi director de tesis Dr. Pedro Coila, por ser el principal soporte de la realización de esta Tesis, por sus conocimientos, su experiencia y su paciencia.

Agradecimiento especial a mi asesora de tesis Dra. Abigail De La Cruz, por sus consejos, que ayudan a formarte como investigador.

También muchos agradecimientos a mis Jurados de revisión tesis: Dr. Uberto Olarte, Dr. Víctor Zanabria y Dr. Bilo Calsín, por la guía y correcciones, me mostraron puntos de vista que no tomaba en cuenta.

Agradecimientos a los Laboratorios de Bioquímica e Histopatología, por permitir el uso de sus instalaciones y equipamiento para el procesamiento de las muestras. Y agradecimientos al personal que en ellos laboran: Sr. Martín Chayña y Sr. Vicente Flores.

Agradecimientos al CIP La Raya – UNA – Puno, por la facilitación de información, el uso de sus instalaciones y el préstamo de los animales para la toma de muestras de sangre. También agradecimientos a todo el personal del CIP La Raya – UNA – Puno, por su trabajo en el manejo de los animales y más.

Para ellos, y todos los que han contribuido con este trabajo y no están mencionados:

Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. LÍPIDOS, IMPORTANCIA Y FUNCIONES.	3
2.2. METABOLISMO Y CONTROL DE LOS LÍPIDOS.	6
2.3. CAMBIOS FISIOLÓGICOS.	11
2.4. PARÁMETROS EN LÍPIDOS.	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. UBICACIÓN.....	23
3.2. ANIMALES.	23
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	24
3.4. METODOLOGÍA.	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. LÍPIDOS TOTALES.....	30
4.2. TRIACILGLICÉRIDOS.	37
4.3. COLESTEROL.	44
5. CONCLUSIONES.....	50
6. RECOMENDACIONES	52
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	53
8. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Peso vivo (kg), en alpacas macho, hembras y capones del fundo San Martín, según edad.	14
Tabla 2: Parámetros químico – clínicos sanguíneos en animales.	18
Tabla 3: Niveles séricos de colesterol (mg/dL) en ovinos machos según edad.	19
Tabla 4: Lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (en mg/dL), en alpacas crías y sus respectivas madres.	19
Tabla 5: Promedios de las concentraciones de lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (mg/dL), de alpacas de acuerdo a 2 tipos de alimentación.	20
Tabla 6: Colesterol sérico (mg/dL), por espectrofotometría en llamas gestantes y vacías, procedentes del C. E. de Camélidos Sudamericanos de La Raya – Puno.	21
Tabla 7: Colesterol sérico (mg/dL), por espectrofotometría en alpacas huacayo y llamas, procedentes del C. E. de Camélidos Sudamericanos de la Raya.	21
Tabla 8: Colesterol y lípidos totales séricos (mg/dL), en alpacas por edades, y en llamas.	22
Tabla 9: Número de alpacas muestreadas según condición de preñez y edad.	24
Tabla 10: Procedimiento para la determinación de lípidos totales en suero sanguíneo.	27
Tabla 11: Procedimiento para la determinación de triacilglicéridos en suero sanguíneo.	28
Tabla 12: Procedimiento para la determinación de colesterol en suero sanguíneo.	28
Tabla 13: Promedio y desviación estándar (mg/dL), de lípidos totales sanguíneos, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.	30
Tabla 14: Lípidos totales sanguíneos (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA - Puno, en el último tercio de gestación.	32
Tabla 15: Lípidos totales sanguíneos (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.	36
Tabla 16: Promedio y desviación estándar (mg/dL), de triacilglicéridos sanguíneos, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.	37
Tabla 17: Triacilglicéridos sanguíneos (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno, en el último tercio de gestación.	39
Tabla 18: Triacilglicéridos sanguíneos (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.	41
Tabla 19: Promedio y desviación estándar (mg/dL), del colesterol sanguíneo, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.	44
Tabla 20: Colesterol sanguíneo (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno, en el último tercio de gestación.	45
Tabla 21: Colesterol sanguíneo (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Peso vivo (kg), en alpacas macho, hembras y capones del fundo San Martín, según edad.	14
---	----

ACRONIMOS

AGL	: Ácidos grasos libres.
AGV	: Ácidos grasos volátiles.
C. E.	: Centro Experimental.
CETP	: Proteína transferidora de esterol de colesterol.
CIP	: Centro de investigación y producción.
CT	: Colesterol total.
HDL	: Lipoproteína de alta densidad (del inglés high density lipoproteins)
HL	: Lipasa hepática.
INIA	: Instituto Nacional de Investigación Agraria.
LDL	: Lipoproteínas de baja densidad (del inglés low density lipoproteins)
LPL	: Lipoproteína lipasa.
PL	: Lactógeno placentario.
TG	: Triacilglicéridos.
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano.
UNALM	: Universidad Nacional Agraria La Molina.
VLDL	: Lipoproteínas de muy baja densidad (del inglés very low density lipoproteins)

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la gestación y la edad en el metabolismo de lípidos en el último tercio de gestación en alpacas procedentes del CIP La Raya – UNA – Puno, ubicado en el distrito de Santa Rosa, Melgar, Puno; a una altitud de 4,200 a 5,400 m, condiciones de puna húmeda. Se tomó muestras de sangre en inicio de época lluviosa, de 60 alpacas, distribuida en 4 grupos: primerizas vacías, primerizas preñadas, multíparas vacías, multíparas preñadas; para determinar las concentraciones 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 las concentraciones 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; existe un efecto significativo del estado fisiológico (gestación) en alpacas primerizas y en multíparas; 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 ($p \leq 0.01$).

Palabras clave: alpaca, colesterol, triglicéridos, lípidos, gestación.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de los camélidos sudamericanos tiene importancia en la economía nacional y regional. El Perú ocupa el primer lugar en Sudamérica en el número de familias cuya subsistencia se basa parcial o totalmente en la explotación de camélidos; esta población es el 9% de la población rural del Perú; hay que considerar además a las personas involucradas indirectamente en la comercialización o transformación de sus productos derivados. La eficiencia ganadera en alpacas de 22.5 % para un modelo de crianza bueno, 17.5 % para empresas asociativas y no determinado para comunidades, pero seguramente más bajos (Flores *et al.*, 1993).

La baja productividad de los camélidos, en especial de alpacas, se debe a múltiples causas, pero son evidentes las condiciones socioeconómicas y la falta de conocimientos en algunos aspectos de la producción alpaquera (Flores *et al.*, 1993). El incremento adecuado de los principios nutritivos esenciales acelera en todas las especies la presencia de la pubertad, y reduce de ese modo el ciclo biológico productivo de todas las especies, fenómeno de notable interés económico, y de aplicación práctica en la industria pecuaria, de otra parte son importantes también sus efectos sobre los fenómenos reproductivos, también importantes para una producción económica (Pérez, 1960), En el nivel tecnológico medio, los porcentajes de natalidad en alpacas oscilan de 50 a 60 % y a nivel tecnológico alto, de 70 a 80 %, pero con mayor cuidado, especialmente en el aspecto alimenticio, se podrían superar estos índices (Solís, 1997). Las tasas de fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas primerizas servidas a los 12 a 13 meses de edad fueron similares a las hembras adultas, siendo el problema el pobre desarrollo corporal (Fernández Baca, 1971).

Se deduce la importancia de los componentes nutricionales, un aspecto importante es el metabolismo de los lípidos; se sabe que 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, como la gestación, o insuficiencia calórica (Murray *et al.*, 2001).

El periodo del último tercio de gestación de crucial importancia para completar la formación del neonato y la posterior producción láctea de la alpaca madre (Solís, 1997). Durante el tercer trimestre de la gestación en humanos, los lípidos sanguíneos de la madre aumentan respecto a los dos primeros (Rodríguez *et al.*, 2004).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la gestación sobre el metabolismo de lípidos en alpacas durante el último tercio de gestación, en primerizas y multíparas, con verificación de alpacas vacías (grupo testigo). Los objetivos específicos desarrollados fueron: determinar los niveles sanguíneos de lípidos totales, determinar los niveles sanguíneos de triacilglicéridos, y determinar los niveles sanguíneos de colesterol.

La hipótesis que se planteó para la investigación fue que: Considerando que los niveles sanguíneos de lípidos dependen de la velocidad de lipólisis, de la capacidad de aprovechamiento de estos por el organismo materno para el feto; se espera que en el último tercio de gestación, las alpacas preñadas tengan mayores niveles sanguíneos de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol en relación a las hembras no gestantes. Asimismo, que en hembras primerizas es mayor la movilización de lípidos que en las hembras multíparas debido a las mayores demandas fisiológicas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. LÍPIDOS, IMPORTANCIA Y FUNCIONES.

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. 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 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).

2.1.1. Triacilglicéridos (triglicéridos):

Los ésteres de los ácidos grasos y del alcohol glicerina se llaman acilglicéridos o glicéridos; se les designa a veces como “grasas neutras”. Cuando los tres grupos hidroxilo de la glicerina se hallan esterificados con ácidos grasos, la estructura se llama triacilglicéridos. Hay muchos tipos diferentes de triacilglicéridos, según la identidad y la posición de los ácidos grasos componentes que esterifican a la glicerina. Los que contiene una sola clase de ácidos grasos en las tres posiciones, llamados triacilglicéridos simples, reciben el nombre según los ácidos grasos que contienen. Son ejemplos característicos el triestearilglicérido, el tripalmitilglicérido y el trioleilglicérido. La composición en ácidos grasos de la grasa de depósito refleja, en parte la composición de los lípidos de la ingesta. Su punto de fusión viene determinado por los ácidos grasos componentes, este punto de fusión aumenta, en general, con el número y longitud de los ácidos grasos componentes (Lehninger, 1991).

Los triglicéridos 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 los aproximadamente 4 kcal/g que se obtienen 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).

2.1.2. Colesterol:

El colesterol, es un derivado del hidrocarburo tetracíclico saturado perhidrociclopentanofenantreno. Es miembro del gran grupo de esteroides llamado esteroides. Son alcoholes esteroides que contienen un grupo hidroxilo en el carbono 3 del anillo A y una cadena ramificada de 8 átomos de carbono en el carbono 17; se encuentran en forma de alcoholes libres, o ésteres de ácidos grasos de cadena larga del grupo hidroxilo situado en el carbono 3; es sólido a temperatura ambiente y funde a 150 ° C y es insoluble en agua (Lehninger, 1991).

El colesterol es un lípido anfipático y como tal es un componente estructural fundamental de las membranas y de la capa exterior de las lipoproteínas plasmáticas. Las lipoproteínas transportan colesterol libre en la circulación, donde este se equilibra fácilmente con el colesterol de otras lipoproteínas y membranas. El éster de colesterilo es una variante de almacenamiento del colesterol presente en la mayor parte de los tejidos; se transporta como carga en el núcleo hidrofóbico de las lipoproteínas. El colesterol libre se elimina de los tejidos mediante las lipoproteínas de alta densidad (HDL), y se transporta al hígado para su conversión en ácidos biliares mediante el proceso conocido como transporte inverso del colesterol (Murray *et al*, 2001). El colesterol es un esteroide que modula la fluidez de las membranas eucariotas, es esencial para el crecimiento y viabilidad de las células (Stryer, 1995).

2.1.3. Lipoproteínas plasmáticas:

Las lipoproteínas plasmáticas son importantes para el transporte de los lípidos. La grasa pura resulta menos densa que el agua, de esto se deduce, que en una lipoproteína la densidad disminuye conforme aumenta la proporción de lípidos respecto a las proteínas. Además de los AGL (ácidos grasos libres), se han identificado cuatro grupos principales de lipoproteínas, con importancia fisiológica y para el diagnóstico clínico: (1) quilomicrones, provenientes de la absorción intestinal de los triacilglicéridos; (2) lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL o lipoproteínas pre – beta), provenientes del hígado para la exportación de triacilglicéridos; (3) lipoproteínas de baja densidad (LDL, del inglés low density lipoproteins o beta – proteínas), que representan la etapa final del catabolismo de las VLDL; y (4) lipoproteína de alta densidad (HDL, del inglés High density lipoproteins o alfa - lipoproteínas), involucradas en el metabolismo de las VLDL y de los quilomicrones, así como del transporte del colesterol. El triacilglicerol es el lípido predominante de los quilomicrones y en las VLDL; el colesterol y los fosfolípidos son lípidos predominantes en las LDL y las HDL (Murray *et al*, 2001).

2.2. METABOLISMO Y CONTROL DE LOS LÍPIDOS.

2.2.1 Digestión de las grasas en rumiantes.

La grasa de dieta de los rumiantes adultos está formada en su mayor proporción por ácidos grasos insaturados que se encuentran en los galactolípidos del forraje y en los triglicéridos de los granos de cereales (Cañas, 1997). Y la forma más común es de diglicéridos galactósidos, otra

características de los lípidos del forraje es que un alto porcentaje de los ácidos grasos son insaturados (Church y Pond, 1998). En el rumen los microorganismos producen la hidrólisis de los triacilglicéridos procedentes de la dieta en glicerol y ácidos grasos; el glicerol, por fermentación microbiana, da lugar principalmente a la formación de ácido propiónico. Los ácidos grasos de tipo insaturado debido al ambiente fuertemente reductor del retículo – rumen, se hidrogenan dando lugar a ácidos grasos saturados, que serán absorbidos. Por ello, aunque las grasas contengan sustancias de tipo insaturado, tanto la grasa corporal como la grasa de la leche en los rumiantes serán ricas en ácidos grasos saturados. (Sacristán *et al.*, 1995). Los microorganismos del rumen modifican los ácidos grasos insaturados de varias maneras ya sea saturándolos o al producir algunos cambios en la ubicación de los enlaces dobles, o al cambiar el enlace “cis” normal por un enlace “trans” doble. Estas son dos de las características que tienen en común la leche y la grasa corporal de los rumiantes. Fuera de todo esto, parte de la síntesis de las grasas que se lleva a cabo lípidos de origen microbiano, esto trae como resultado la producción de ácidos grasos con un número non de carbonos y de cadenas ramificadas (Church y Pond, 1998).

El proceso de absorción de lípidos hacia el interior de los enterocitos, es muy probable que ocurra por difusión simple, a medida que las micelas se acercan a la superficie de los enterocitos, los diferentes componentes lipídicos se difunden por distancias cortas a través del glucocáliz hacia la membrana apical. La membrana apical, al igual que otras membranas celulares se encuentran formada en principio por fosfolípidos. Los lípidos

absorbidos son empacados en quilomicrones antes de abandonar los enterocitos (Cunningham, 1995).

2.2.2 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 piruvato, el lactato y la acetil – 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 la hormonas tiroides sobre los procesos metabólicos, que incluyen carbohidratos, proteínas y lípidos, y es usual que se expliquen como 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 glucagon 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 glucagon. 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).

La progesterona es la hormona clave para el mantenimiento de la gestación. Gracias a su efecto durante la preñez, se advierte en la hembra, un periodo de mejor utilización de nutrientes; así, durante la gestación mejora el apetito, probablemente por influjo de la progesterona, pero también es evidente la tendencia a desplegar menor actividad física. La combinación de estos efectos contribuye a la ganancia de peso en el animal durante la preñez (McDonald, 1981).

2.3. CAMBIOS FISIOLÓGICOS.

2.3.1. Cambios metabólicos en la gestación.

El metabolismo basal se afecta en el curso de la preñez y aumenta hacia el final de la gestación; sin determinar estados de sufrimiento, solamente cuando el aumento es considerable y brusco puede provocar manifestaciones de intoxicación gravídica. También se presentan variaciones en el metabolismo proteico, de glúcidos y lípidos, y especialmente en el mineral. En todo el organismo se manifiestan modificaciones más o menos profundas, las glándulas se hipertrofian y adquieren mayor actividad para proveer las necesidades del nuevo estado (Vatti, 1992). La gestación en animales al principio la hembra se encuentra en un estado anabólico y el producto de la concepción tiene unos requerimientos nutritivos insignificantes, los niveles plasmáticos de glucosa, ácidos grasos libres, glicerol y aminoácidos son normales o están ligeramente disminuidos; existe una sensibilidad normal o algo aumentada a la insulina y se favorece la lipogénesis; la gluconeogénesis y la síntesis de proteínas. Posteriormente, se pasa a un estado catabólico en el que se

produce una resistencia a la insulina y disminuye la captación de carbohidratos, proteínas y grasa del alimento por parte de los tejidos maternos. Esto trae como consecuencia que se acelere la función de la glucosa y el transporte facilitado de aminoácidos de la placenta hacia el feto, y que estimula enormemente la lipólisis materna (Sacristán *et al.*, 1995).

Durante el tercer trimestre de la gestación en la mujer, los lípidos sanguíneos de la madre aumentan respecto a los dos primeros como resultado de su movilización desde el tejido adiposo y de la disminución de la actividad de la lipasa lipoproteína, la cual actúa sobre los triglicéridos (TG), unidos a las VLDL. Los niveles de triglicéridos de la madre aumentan de dos a tres veces en la medida que el embarazo progresa hacia el tercer trimestre. Las concentraciones de los demás lípidos séricos (fosfolípidos, colesterol, glicerol y ácidos grasos) también aumentan durante el embarazo, pero el cambio neto es menos marcado que el caso de los triglicéridos. Se conoce que durante el embarazo las concentraciones de colesterol total (CT), aumentan hasta en el 43 %, como resultado del aumento de la demanda de precursores para el desarrollo de los procesos anabólicos propios de esta etapa y sufren una rápida caída después del nacimiento. Sin embargo, también se ha sugerido que la hipercolesterolemia durante el embarazo afecta de manera adversa el desarrollo del niño a causa de la inducción de anomalías en la función renal (Rodríguez *et al.*, 2004).

Los cambios en las características de la sangre durante la gestación son importantes; en humanos se observa que: (1) el volumen sanguíneo total se

incrementa durante el embarazo; proporcionalmente, aumenta más el volumen plasmático que el volumen globular, (2) el volumen plasmático comienza a elevarse a partir de la décima semana de embarazo para alcanzar el máximo hacia la 30 a 34 (de valores medios de 2 600 mL en la no grávida, aumenta unos 1 250 mL). A mayor peso del feto, mayor será el incremento del volumen, en la toxemia del embarazo el mismo es escaso es nulo. Para las modificaciones en la composición de los lípidos del plasma y suero de la sangre, tenemos que los lípidos totales aumentan gradualmente y llegan a las 40 semanas a 900 mg/dL de suero en promedio. En cambio, el colesterol alcanza su máximo nivel sérico alrededor de la 30 semana, con una media de 300 mg/dL, manteniéndose en estos valores hasta el parto (en la no grávida 200 mg/dL), (Schwarcs *et al.*, 1995).

2.3.2. El crecimiento en las Alpacas.

Interesa saber en que situación de desarrollo o de crecimiento se encontraban las alpacas del presente estudio. Se conoce que el metabolismo está relacionado con el desarrollo y la edad. En un estudio, en 209 crías de alpacas, registrando los pesos corporales desde el nacimiento hasta los cuatro años de edad; tienen resultados que indican un aparente periodo de crecimiento acelerado hasta los dos años y medio, dentro de dicho periodo casi el 50 % de incrementos de pesos fue cubierto hasta los seis meses, A partir de los 2 años y medio, el crecimiento continuó con lentitud hasta la edad de 3 años y medio, a partir de la cual los incrementos no parecen tener orientación definida (Condorena, 1978).

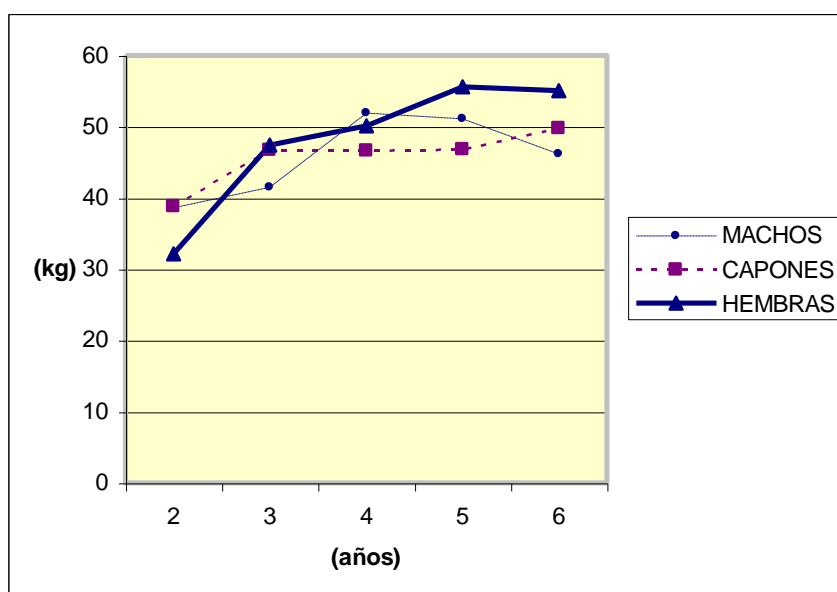
También Ccopa (1974), realizó un estudio de los pesos de acuerdo a la edad en 150 alpacas huacaya, los animales procedieron del Fundo “San Martín” (Santa Rosa, Melgar), pesados en el “Frigorífico Puno” de Cabanillas entre Enero y Marzo de 1974, solo los capones de 4 y 5 años eran de diferentes fundos, y sus datos tomados en Octubre de 1973. Los pesos se pueden observar en la siguiente Tabla:

Tabla 1: Peso vivo (kg), en alpacas macho, hembras y capones del fundo San Martín, según edad.

EDAD (años)	MACHOS		CAPONES		HEMBRAS	
	PROMEDIO	VALORES EXTREMOS	PROMEDIO	VALORES EXTREMOS	PROMEDIO	VALORES EXTREMOS
2	38.6	26-42	38.8	32-42	32.2	26-37
3	41.5	36-50	46.7	38-53	47.4	40-51
4	51.9	39-58	46.6	42-51	50.1	43-59
5	51.1	47-56	46.8	41-52	55.6	50-62
6	46.2	40-52	49.8	45-55	55.1	51-61

FUENTE: Ccopa (1974)

Ilustración 1: Peso vivo (kg), en alpacas macho, hembras y capones del fundo San Martín, según edad.



FUENTE: Ccopa (1974)

Los resultados al análisis resultaron altamente significativos ($p \leq 0.01$), para el factor edad; también realizó la prueba de promedios por edades de las 3 clases juntas, en la que se demuestra diferencia marcada y significativa para los pesos de los animales de 2 y 3 años, y diferencia no significativa entre las edades de 3 y 4 años, prueba de Duncan ($p > 0.05$), (Ccopa, 1974).

2.3.3. Inicio de la actividad reproductiva en la alpaca.

Las alpacas a la edad de un año ya está anatómica y fisiológicamente aptas para la reproducción, pero esta no es absoluta y para la totalidad de tuis, sino solamente para un porcentaje muy pequeño (5 – 10 %), pero en la práctica alpaquera no es posible poner en empadre a la alpaca a la edad de un año. En base a experimentos, se ha determinado que en los animales de un año que han llegado a más de 33 kg de peso vivo para las hembras, la aptitud reproductiva (ovulación, fertilización), habilidad gestante, parto, lactancia y desarrollo ulterior de las crías no tiene diferencia con las madres de edades mayores (Bustinza, 2001).

La pubertad es el periodo de inicio de la actividad sexual y de los procesos reproductivos, se ha observado que a la edad de 12 meses las alpacas hembras ya son sexualmente activas, mostrando una conducta similar a las hembras adultas. La incidencia de ovulación, las tasas de fertilización y sobrevivencia embrionaria en hembras servidas a los 12 a 13 meses de edad fueron similares a las hembras adultas, siendo el problema para el empadre el pobre desarrollo corporal consecuencia de la pobre alimentación (Fernández Baca, 1971; Cerna *et al.*, 1995). Entre los 12 y 24

meses de edad; las alpacas que alcanzan un 60 % de su peso adulto (36 kg), (Cerna *et al.*, 1995).

2.3.4. La gestación en la alpaca.

La gestación tiene una duración de 341 días para la huacaya y 345 días para la suri, además la cría nace con un peso de 7 a 8 kg; la placenta es difusa de tipo epitelio corial y la mayoría de gestaciones se dan en el útero izquierdo (Cerna *et al.*, 1995). La raza huacaya tiene un promedio de 341.6 días y la suri 345.3 días, la cría nace en estado avanzado de desarrollo que le permite incorporarse y correr a los pocos minutos de haber nacido, la placenta de la alpaca es de tipo simple y difuso por lo que en alpacas son raros los casos de retención de placenta. En el último tercio de la preñez; el feto alcanza el 80 % de su peso final y en este lapso empiezan a emerger los folículos primarios responsables de la producción de pelo y coincidiendo con el periodo crítico de la gestación se originan los folículos secundarios (Fernández Baca, 1971).

La nutrición del feto en animales depende del desarrollo del producto, mientras que el blastocisto y el embrión joven son nutridos por líquido endometrial, el feto recibe su aporte de nutrimentos de la circulación materna a través de la placenta, con prioridad de ésta en caso de que la nutrición materna sea insuficiente; necesita carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales para mantenimiento, diferenciación y posteriores desarrollo y crecimiento, la glucosa constituye el principal combustible metabólico del feto; en fetos de rumiantes, acetato, lactato y aminoácidos pueden ser sustratos de importancia (Hafez, 1996). La preñez, exige del

organismo suministro de sustancias nutritivas; cuando estas no resultan suficientes, se inhibe el desarrollo del feto y disminuyen sus probabilidades de supervivencia. Los lípidos fetales o bien proceden de la sangre materna o bien son sintetizados por el mismo feto a partir, por ejemplo, de hidratos de carbono (Smidt *et al.*, 1972).

El tamaño fetal es afectado por la edad de la madre, aquellas hembras jóvenes que no han alcanzado el desarrollo completo, continúan creciendo durante su primer embarazo y compiten con el feto por la nutrición disponible. En vacunos el peso del nacimiento aumenta con la edad y los partos y el peso de la madre, el aumento más pronunciado ocurre entre el primero y segundo becerro que se explicaría por disminuir la competencia entre la madre y el feto por los nutrientes durante la gestación. Se sabe que cambios en el estado nutricional de la madre durante la gestación solo causa pequeñas variaciones en el peso de la cría al nacimiento, y solo se evidencian disminuciones marcadas cuando hay restricciones en la dieta (Hafez, 1996).

2.4. PARÁMETROS EN LÍPIDOS.

2.4.1. Lípidos sanguíneos en otras especies.

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 controladas. 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).

A continuación se presentan datos de colesterol y triglicéridos en otras especies, en la siguiente Tabla:

Tabla 2: Parámetros químico – clínicos sanguíneos en animales.

PARÁMETRO	EQUINO	BOVINO	CERDO	PERRO	GATO	OVEJA	CABRA
Colesterol ¹ mg/100mL	70 – 180	80 – 120	36 – 54	110 – 130(400)	70 – 150(176)	–	–
Triglicéridos ¹ mg/100mL	Hasta 50	15 – 45	–	50 –100	50 - 100	–	–
Colesterol ² mg/dL	75 – 150	50 – 230	100 – 250	–	–	100 – 150	–
Colesterol 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)

³ Mebmay *et al.* (1969)

Espezua (1991), realizó un estudio sobre los niveles de colesterol sanguíneo en 50 ovinos pertenecientes al INIA – Puno y al C. E. Chuquibambilla, tomando en cuenta la edad, encontrando diferencia altamente significativa para este factor.

Tabla 3: Niveles séricos de colesterol (mg/dL) en ovinos machos según edad.

CLASE	RAZA		PROMEDIO/ EDAD
	CRIOLLO	CORRIEDALE	
2 DIENTES	76.87	77.75	77.31
4 DIENTES	55.49	73.13	64.31
BOCA LLENA	53.35	46.58	49.97
PROMEDIO RAZA	61.90	65.82	63.86

FUENTE: Espezua (1991).

2.4.2. Perfil lipídico en alpacas.

Ramírez (2006), realizó un estudio 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 – Puno. Los resultados se muestran en la Tabla 4, comprobó 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.

Tabla 4: Lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (en mg/dL), en alpacas crías y sus respectivas madres.

METABOLITO	CLASE	MOMENTO DE MUESTREO		PROMEDIO GENERAL
		NACIMIENTO	30 DÍAS POST PARTO	
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

FUENTE: Ramírez (2006),

Quiñones (1993), realizó un estudio en alpacas de la UNALM (Lima), en seis alpacas, ha evaluado el efecto concentraciones hemáticas del tipo de alimentación en ovinos y alpacas, una ración: subproductos

agroindustriales (ración I), y el segundo periodo una mezcla de 70% de la ración I, más 27% de maíz amarillo molido y 3% de harina de pescado (ración II), dentro los componentes sanguíneos, evaluó lípidos totales, triglicéridos y colesterol séricos, cuyos resultados pueden observarse a continuación. El estudio no encontró diferencia significativa en el análisis ($p>0.05$), ni entre tipo de ración, ni en la hora de toma de muestras, en los tres parámetros clínicos.

Tabla 5: Promedios de las concentraciones de lípidos totales, triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo (mg/dL), de alpacas de acuerdo a 2 tipos de alimentación.

TIPO DE RACIÓN	LIPIDOS TOTALES		TRIGLICÉRIDOS		COLESTEROL	
	RACIÓN II (CON MAIZ)	RACIÓN I (SIN MAIZ)	RACIÓN II (CON MAIZ)	RACIÓN I (SIN MAIZ)	RACIÓN II (CON MAIZ)	RACIÓN I (SIN MAIZ)
TIEMPO R. S. A. (*)						
CON ALIMENTO	173.1 ± 24.4	171.4 ± 43.8	25.7 ± 5.8	22.7 ± 8.2	37.1 ± 6.9	41.6 ± 9.6
16 HRS. SIN ALIMENTO	147.7 ± 29.3	165.7 ± 28.0	27.9 ± 5.1	26.3 ± 5.2	34.2 ± 6.4	36.8 ± 7.7
PROMEDIO ESPECIE-RACIÓN	160.4 ± 29.8	168.6 ± 36.9	26.8 ± 5.5	24.5 ± 7.1	35.6 ± 6.8	39.2 ± 9.0
PROMEDIO ESPECIE	164.4 ± 33.8		25.7 ± 6.5		37.4±8.2	

(*) Tiempo respecto al suministro de alimento.

FUENTE: Quiñones (1993)

Álvarez (1988), observó una diferencia no significativa en los niveles de colesterol sanguíneo entre llamas vacías y llamas gestantes en lactación, para el primer tercio de gestación; indica, los requerimientos energéticos de llamas gestantes son mayores que las vacías, por las necesidades de mantenimiento de la gestación y la producción de leche donde el colesterol es un componente principal; esto traería consigo niveles bajos de colesterol en la sangre en primer tercio de gestación, o por lo menos hasta el segundo, a partir de este momento elevarse para presentarse el cuadro de

colesterolemia fisiológica de la gestación. Los datos se pueden ver en la Tabla siguiente:

Tabla 6: Colesterol sérico (mg/dL), por espectrofotometría en llamas gestantes y vacías, procedentes del C. E. de Camélidos Sudamericanos de La Raya – Puno.

CONDICIÓN	PROMEDIO	C. V. (%)
Vacías	65.08 ± 5.65	23.99
Preñadas	57.73 ± 10.20	17.63

Fuente: Álvarez (1988)

Además, se encontró datos de colesterol sanguíneo de acuerdo a la edad en llamas y alpacas, los resultados los vemos en la siguiente Tabla:

Tabla 7: Colesterol sérico (mg/dL), por espectrofotometría en alpacas huacayo y llamas, procedentes del C. E. de Camélidos Sudamericanos de la Raya.

EDAD	SEXO	ALPACA ¹		LLAMA ²	
		PROMEDIO ± DS	C. V. (%)	PROMEDIO ± DS	C. V. (%)
Crías (4 m. alpaca, 5 m llama)	Macho	14.62 ± 3.38	23.17	28.97 ± 4.58	15.80
	Hembra	15.09 ± 3.69	24.44	28.77 ± 3.84	13.36
Tuis o ancutas (1 año)	Macho	28.23 ± 4.30	15.22	30.73 ± 7.73	25.15
	Hembra	26.69 ± 3.39	12.70	34.45 ± 6.11	17.73
Tuis o ancutas (2 años)	Macho	39.63 ± 5.59	14.10	39.18 ± 8.41	21.47
	Hembra	38.41 ± 4.00	10.41	46.94 ± 10.75	22.90
Adultos (4 años)	Macho	46.52 ± 3.61	7.77	65.60 ± 15.45	23.56
	Hembra	44.47 ± 3.59	8.08	65.08 ± 15.61	23.99
Adultos (6 años)	Macho	57.47 ± 4.81	8.36		
	Hembra	55.47 ± 4.69	8.46		

FUENTE: ¹ Aguirre (1980)

² Álvarez (1988)

Garnica (1985), ha determinado que niveles sanguíneos de colesterol son de 52.22 y 20.43 mg/dL para alpacas adultas y crías, respectivamente; también Garnica (1978), determinó que los niveles sanguíneos de colesterol en llamas van de 21.9 a 91.8 mg /dL

Llerena (1979), en 100 alpacas adultas (2-9 años), y 72 llamas adultas, determinó colesterol total, esterificado y lípidos totales en sangre (mg/dL). En alpacas se encontró: colesterol total 42.6 ± 11.6 , colesterol esterificado 22.5 ± 7.5 , y lípidos totales 245.5 ± 58.0 ; mientras que en llamas, para las mismas determinaciones: 73.9 ± 17.9 ; 38.3 ± 10.3 y 358 ± 77.4 , respectivamente. En alpacas por grupos etáreos: menores de 3 años, 3-6 años y mayores de 6 años, se encontró respectivamente; colesterol total 44.4, 38.8 y 38.2 mg/dL; colesterol esterificado 25.8, 20.5 y 19.0 mg/dL; y lípidos totales 241.0, 229.1 y 218.5 mg/dL. No hubo diferencias entre grupos.

Tabla 8: Colesterol y lípidos totales séricos (mg/dL), en alpacas por edades, y en llamas.

EDAD	ALPACA	
	COLESTEROL TOTAL	LIPIDOS TOTALES
3 años	44.4	241
3-6 años	38.84	229.11
mayor a 6 años	38.22	218.5
Promedio	42.6 ± 7.47	245.5 ± 58.00
	LLAMA	
Promedio	73.9 ± 17.92	358.0 ± 77.38

FUENTE: Llerena (1979)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN.

El trabajo se realizó en el CIP La Raya – UNA – Puno, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, región de Puno, próximo a las coordenadas geográficas 14°30'33'' latitud Sur y 70°57'12'' longitud Oeste. La altitud varía desde los 4 200 a 5 400 m., con una temperatura ambiental media de 6.52 ° C (rango -20 a 15.27 ° C), y con una precipitación pluvial de 625 mm (SENAMHI, 1998); de ahí que el ambiente sea generalmente frígido, existiendo dos estaciones bien marcadas una seca y otra húmeda. La estación seca se caracteriza por la ausencia de lluvias, ambiente seco, cielo despejado (sin nubes), gran luminosidad diurna, bajas temperaturas (heladas), y una oscilación diaria de temperatura, que abarca de 5 a 6 meses del año (abril a septiembre).

El análisis laboratorial se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, de la ciudad de Puno, ubicado a una altitud de 3 827 m.

3.2. ANIMALES.

La toma de muestras sanguíneas, se realizó de 60 alpacas hembras pertenecientes al CIP La Raya – Puno, de la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO, distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 9: Número de alpacas muestreadas según condición de preñez y edad.

CONDICIÓN		ESTADO FISIOLÓGICO		TOTAL
		PREÑADAS	VACÍAS	
EDAD REPRODUCTIVA	PRIMERIZAS	15	15	30
	MULTÍPARAS	15	15	30
TOTAL		30	30	60

Las alpacas preñadas se encontraban en el último tercio de gestación. Se consideró a alpacas primerizas preñadas y a alpacas primerizas vacías que tenían la edad de 3 años; porque es normal en la práctica que a las alpacas las empadren por primera vez a la edad de 2 años.

Como indican investigaciones: se ha observado que a la edad de 12 meses las alpacas hembras ya son sexualmente activas, siendo el problema para el empadre el pobre desarrollo corporal consecuencia de la pobre alimentación (Fernández Baca, 1971; Cerna *et al.*, 1995). Un porcentaje pequeño (5 – 10 %), de alpacas hembra a la edad de un año están anatómica y fisiológicamente aptas para la reproducción (han llegado a más de 33 kg de peso vivo). Es recomendable que las hembras ingresen a la reproducción a los dos años de edad (Bustinzá, 2001).

En el caso de las alpacas multíparas preñadas o vacías, se prefirió a las alpacas que tenían edades entre 5 a 6 años, esto con el fin de evitar una posible mayor variación en los resultados.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

Materiales:

- ✓ Tubos de ensayo sin anticoagulante.
- ✓ Agujas hipodérmicas.
- ✓ Algodón, alcohol yodado.

- ✓ Kits para análisis cuantitativo de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol.
- ✓ Viales de plástico.
- ✓ Vaso de precipitados.
- ✓ Pipetas y micro-pipetas.
- ✓ Caja de tecnoport y bolsas de hielo.
- ✓ Formatos.

Equipos:

- ✓ Centrifugadora.
- ✓ Congeladora.
- ✓ Baño maría.
- ✓ Vortex.
- ✓ Espectrofotómetro.
- ✓ Cronometro.

3.4. METODOLOGÍA.**3.4.1. Selección de los animales.**

La elección de los animales fue al azar, se realizó un examen clínico para evaluar el estado de salud y el estado nutricional, todas las alpacas muestreadas se encontraban aparentemente sanas.

Para determinar el estado reproductivo de las alpacas, primero, se tomo en cuenta que las alpacas preñadas habían sido seleccionadas y ubicadas en una punta o majada diferente en Noviembre. Al momento del muestreo, también, se hizo un examen mediante la observación y palpación del vientre y las ubres. Además, la toma de muestras se realizó en el mes de

enero, época que garantiza que todas las alpacas preñadas se encuentran en el último tercio de gestación.

3.4.2. Obtención de muestras.

Se tomó una muestra por animal, antes de que las alpacas ingieran alimentos, entre las 6 y 7 de la mañana, tratando de evitar el estrés y el ejercicio excesivo.

Primero, se hizo la sujeción de la alpaca de pie con la ayuda de otra persona. Luego, se procedió a extraer la muestra de sangre de la vena yugular, previa desinfección del área yugular, en un tubo vacutainer sin anticoagulante y en una cantidad aproximada de 5 mL.

Se identificó cada muestra con un rotuló en el tubo, donde se colocó el número del animal y el grupo experimental al que pertenece.

Las muestras obtenidas, se colocaron inmediatamente en la caja de tecnoport con hielo para su transporte hasta llegar a laboratorio de bioquímica, en la ciudad de Puno.

3.4.3. Obtención del suero sanguíneo:

Se centrifugó las muestras sanguíneas por 15 minutos a 3000 rpm; luego se decantó el suero en viales de plástico esterilizados de 3 mL, con su rótulo respectivo. Para su conservación, las muestras de suero fueron congeladas a -20°C , hasta que fueron procesadas en el laboratorio.

3.4.4. Análisis bioquímico de las muestras:

a) Para determinar los lípidos totales: Se usó el kits Merckotest para Lípidos Totales, de Laboratorios Merck, como principio se tiene, previa desproteinización, el suero es calentado con el ácido sulfúrico concentrado y luego tratado con el reactivo ácido fosfórico – vanillina. En esta llamada reacción de la sulfofosfovanillina, los lípidos del suero producen una coloración rosada que es determinada por espectrofotometría usando el método de N. Zöllner y K. Kirsch. La concentración de lípidos totales en el suero se obtiene mediante la comparación con el estándar ajustado.

Tabla 10: Procedimiento para la determinación de lípidos totales en suero sanguíneo.

	Blanco	Estándar	Muestra
Suero (µL)	--	--	25
Estándar (µL)	--	25	--
Reactivo (mL)	1	1	1
Se taparon los tubos y se mezclaron, luego se hizo hervir los tubos en una hornilla por 10 min., posteriormente se hizo enfriar en agua con hielo por 5 min.			
	Blanco	Estándar	Muestra
Mezcla (µL)	--	--	50
Mezcla estándar (µL)	--	50	--
Ácido sulfúrico (µL)	50	50	50
Reactivo color (mL)	1	1	1
Se mezcló.			
Se incubó a temperatura ambiente por 50 min.			
Se leyó la absorbancia a 530 nm de longitud de onda.			

b) Para determinar los triglicéridos: Empleamos el kits triglicéridos GPO – PAP, de Laboratorios Roche/Hitachi. El Principio se basa en el Test enzimático colorimétrico. Se basa en el uso de una lipasa para hidrolizar triglicéridos a glicerol, con la oxidación subsiguiente a dihidroxiacetonafosfato y peroxido de hidrógeno. El peroxido de

hidrógeno reacciona bajo la acción de la peroxidasa con la 4-aminofenazona y el 4-clorofenol para formar un colorante rojo.

Tabla 11: Procedimiento para la determinación de triacilglicéridos en suero sanguíneo.

	Blanco	Estándar	Muestra
Suero (μL)	--	--	20
Estándar (μL)	--	20	--
Reactivo (mL)	1	1	1
Se mezcló.			
Se incubó a 25°C por 10 min.			
Se dio lectura de la absorbancia a 505 nm de longitud de onda.			

c) Para determinar colesterol: Se hizo mediante el Test colorimétrico de Colestat enzimático, de Wiener lab. El principio se basa hidrólisis de los esterés 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.

Tabla 12: Procedimiento para la determinación de colesterol en suero sanguíneo.

	Blanco	Estándar	Muestra
Suero (μL)	--	--	10
Estándar (μL)	--	10	--
Reactivo (mL)	1	1	1
Se mezcló.			
Se incubó a 37°C por 15 min.			
Se dio lectura de la absorbancia a 500 nm de longitud de onda.			

3.4.5. Análisis estadístico:

Los datos fueron agrupados y ordenados para su análisis, se obtuvieron medidas de tendencia central: promedio aritmético, y de dispersión (la desviación estándar y el coeficiente de variación).

El trabajo fue conducido bajo un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 2x2, se consideró dos factores: el estado fisiológico (gestante y no gestante); y la edad reproductiva (primeriza o multípara). Los cuatro tratamientos fueron: primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas gestantes y multíparas gestantes, con 15 alpacas por tratamiento. El modelo matemático es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{ijk}$$

$$i = 1,2 \text{ (preñada, vacía)}$$

$$j = 1,2 \text{ (primeriza, multípara)}$$

$$k = 1,2,3,\dots,15 \text{ (repeticiones)}$$

Donde:

$$y_{ij} = \text{variable de respuesta.}$$

$$\mu = \text{media de la población.}$$

$$\alpha_i = \text{efecto del estado fisiológico (preñada o vacía).}$$

$$\beta_j = \text{efecto de la edad reproductiva (primeriza o multípara).}$$

$$(\alpha\beta)_{ij} = \text{efecto de la interacción entre los factores.}$$

$$\xi_{ijk} = \text{error experimental.}$$

Para el análisis estadístico, se realizó el análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar, arreglo factorial 2x2, y la prueba de significancia “F”, para cada uno de los parámetros hematológicos estudiados (lípidos totales, triglicéridos y colesterol).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LÍPIDOS TOTALES.

El resumen de los promedios obtenidos para lípidos totales en suero sanguíneo, se presentan en la Tabla 13, los datos individuales se encuentran en el Anexo 1.

Tabla 13: Promedio y desviación estándar (mg/dL), de lípidos totales sanguíneos, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

CONDICIÓN	PREÑADAS <i>PROMEDIO ± D. S.</i>	VACÍAS <i>PROMEDIO ± D. S.</i>	PROMEDIO <i>PROMEDIO ± D. S.</i>
PRIMERIZAS	247.35 ± 40.4	212.24 ± 32.7	229.70 ± 36.5
MULTÍPARAS	235.92 ± 29.6	198.91 ± 25.9	217.41 ± 27.7
PROMEDIO	241.63 ± 35.0	205.58 ± 29.3	223.61 ± 32.6

D. S.: Desviación estándar.

Se ha obtenido como promedio general de las concentraciones sanguíneas de lípidos totales 223.61 ± 32.6 mg/dL para las alpacas del estudio (alpacas gestantes y vacías; edades de 3, y 5 a 6 años).

Este resultado es más alto a 164.5 ± 33.8 mg/dL concentraciones de lípidos totales obtenidas por Quiñones (1993), en un trabajo que evalúa el efecto del tipo de alimentación y momentos de toma de muestras sanguíneas; esta diferencia es probable se explique por el efecto de la alimentación con subproductos industriales. Puesto que: los subproductos industriales en la alimentación de rumiantes, tienden a producir mayores proporciones de ácido propiónico, el cual es el precursor más importante de la glucosa. Los otros ácidos grasos volátiles el acetato y butirato no pueden ser utilizados en la gluconeogénesis. Los ácidos grasos son sintetizados a partir del acetato, el cual

representa la fuente energética más abundante en los rumiantes (Cunningham, 1995).

El resultado obtenido es superior a 135.7 y 203.6 mg/dL medidas en la alpaca madre al momento del nacimiento y los 30 días post parto, respectivamente, reportados por Ramírez (2006); el dato a los 30 días post parto, es más cercano al resultado obtenido. Los bajos niveles en periodos inmediatamente posteriores al parto en la madre, se explican, porque en el momento del parto se consume mucha energía en las contracciones musculares, esto provoca disminución de los niveles de lípidos en sangre en periodos inmediatos al parto (Guyton y Hall, 1998). Se ha observado que la concentración de lípidos totales es más alta en vacas lactantes que en las no lactantes, y que hay una depresión durante dos o tres días antes del parto (Medway *et al.*, 1969).

El promedio obtenido es ligeramente inferior a lo reportado por Llerena (1979), para camélidos adultos, promedios de lípidos totales de 245.5 y 358 mg/dL en alpacas y llamas, respectivamente; esta ligera diferencia con nuestro estudio posiblemente se debe al efecto de la variabilidad biológica o las diferencias del ámbito de estudio. Se observa mayores concentraciones en la llama, esto demuestra una diferencia entre ambas especies.

Los datos están en punto inferior del rango mencionado por Medway *et al.* (1969); se han publicado valores de variación muy amplia de concentraciones de lípidos totales séricos para animales normales de 200 a 800 mg/dL.

4.1.1. Efecto de la condición fisiológica (gestación).

Tabla 14: Lípidos totales sanguíneos (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA - Puno, en el último tercio de gestación.

CONDICIÓN FISIOLÓGICA	PROMEDIO ± D. S.	Coficiente de Variac. C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	212.24 ± 32.7	15.4	273.5 – 167.3
MULTÍPARAS VACÍAS	198.91 ± 25.9	13.0	232.7 – 146.9
PRIMERIZAS PREÑADAS	247.35 ± 40.4	16.3	318.4 – 195.9
MULTÍPARAS PREÑADAS	235.92 ± 29.6	12.5	302.0 – 191.8
PROMEDIO GENERAL	223.61 ± 32.6	14.6	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Los resultados obtenidos para lípidos totales en sangre son 212.24 ± 32.7 y 198.91 ± 25.9 mg/dL para alpacas primerizas vacías y multíparas vacías, y 247.35 ± 40.4 ; y 235.92 ± 29.6 mg/dL para alpacas primerizas preñadas y multíparas preñadas, respectivamente. En el análisis de varianza (Anexo 4), la gestación tiene efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$). Esto estaría indicando que los niveles de lípidos totales se elevan por efecto de la gestación en la alpaca durante el último tercio de gestación. Lo que se explica, porque la alpaca preñada con respecto a la no preñada, tiene mayores demandas de nutrientes que genera el desarrollo del feto y la gestación, una de las formas de sostener este estado, sería mediante el incremento de los lípidos en sangre. Los lípidos tienen funciones importantes, como componentes estructurales de las membranas, forma de transporte y almacenamiento del combustible (Lehninger, 1991; Bohinski y Bautista, 1991). Fernández Baca (1971), refiere en la alpaca, es que en el último tercio de la preñez el feto completa el 80 % de su peso final. Además, se deben cubrir las necesidades, para modificaciones en la madre,

hipertrofia de glándulas, y la mayor actividad para proveer las necesidades del nuevo estado (Vatti, 1992).

No se ha encontrado otros estudios que han evaluado el efecto de la gestación sobre las concentraciones de lípidos totales en sangre en las alpacas, o en las llamas. En la mujer, Wallach (2002), menciona, existe una hiperlipemia secundaria durante el embarazo, predominantemente trigliceridemia. Por su parte, Salve *et al.* (1994), indican, algunas fracciones lipídicas se elevan durante el embarazo como resultado de la movilización de los lípidos corporales para la nutrición del feto.

Los mecanismos que controlan estos cambios, aún no están claros. En la primera etapa de la gestación, se presenta una situación de incremento de las reservas de energía (tejido adiposo) de la madre; y en la segunda etapa la movilización de estas reservas para sustentar el desarrollo del feto.

Gracias al efecto de la progesterona durante la preñez, se advierte en la hembra, un periodo de mejor utilización de nutrientes; así, durante la gestación mejora el apetito, existe ganancia de peso en el animal (McDonald, 1981). La gestación en animales al principio la hembra se encuentra en un estado anabólico; existe una sensibilidad normal o algo aumentada a la insulina y se favorece la lipogénesis; la gluconeogénesis y la síntesis de proteínas (Sacristán *et al.*, 1995). En la mujer, esta situación anabólica parece estar producida por la hiperinsulinemia que se presenta en la madre desde las primeras semanas de gestación, cuando la sensibilidad a la insulina es todavía normal, o incluso se encuentra aumentada (González de Buitrago *et al.*, 1998)

Posteriormente, se pasa a un estado catabólico en el que se produce una resistencia a la insulina (principalmente en el músculo esquelético), y disminuye la captación de carbohidratos, proteínas y grasa del alimento por parte de los tejidos maternos. Esto trae como consecuencia que se acelere la función de transporte de glucosa y el transporte facilitado de aminoácidos de la placenta hacia el feto, y que estimula enormemente la lipólisis materna (Sacristán *et al.*, 1995). Mediante estudios en la rata preñada, se ha podido demostrar que esa resistencia insulínica es responsable de la actividad lipolítica aumentada del tejido adiposo y de la disminución de la actividad LPL (lipoproteína lipasa), que, normalmente se presenta en el último tercio de gestación (González de Buitrago *et al.*, 1998).

En la mujer la hipoglucemia que se presenta normalmente en la madre tras un ayuno moderado parece ser responsable de la liberación de catecolaminas que se produce en el último tercio de gestación. Este estímulo de la actividad simpática de las suprarrenales, junto con el incremento en sangre de las hormonas propias de la gestación, son responsables de la acelerada movilización de los depósitos grasos de la madre que ocurren en el último tercio (González de Buitrago *et al.*, 1998). Los niveles plasmáticos de lípidos muestran un aumento continuo durante todo el embarazo, y encontraron mediante análisis cronológicos seriados una correlación positiva entre las concentraciones de lípidos, y las de estradiol, progesterona y lactógeno placentario humano. (Cunningham *et al.*, 1996)

Estas tres hormonas muestran incrementos similares según diferentes autores en muchas de las especies domésticas, aunque no hacen mención de relación puntual con las concentraciones sanguíneas de los lípidos: Durante la segunda mitad de la gestación, se producen grandes cantidades de estrógenos placentarios en la yegua, vaca, cerda y oveja (Hafez *et al.*, 2002). La producción de estrógenos durante la preñez en las otras especies domésticas aparte de yegua, ocurre en forma relativamente tardía durante la gestación (Cunningham, 1995). Algunas especies (oveja y yegua), pero no otras (vaca, cabra, cerda), la placenta sintetiza cantidades suficientes de progesterona para mantener la preñez (Hafez *et al.*, 2002). El lactógeno placentario, se ha informado su presencia en las cabras y en las ovejas, y que su secreción aumenta durante la última parte de la gestación (Cunningham, 1995). El lactógeno placentario (PL), también llamado somatropina coriónica, es una hormona peptídica de la preñez presente en muchas especies de mamíferos y de la cual se informan efectos tróficos y tipo hormona del crecimiento (Hafez *et al.*, 2002).

En la alpaca también se refiere, hay incremento de las concentraciones de progesterona y estrógenos durante la gestación, pero no encontramos referencia de la presencia del lactógeno placentario en esta especie. Desde el segundo hasta el décimo mes, las concentraciones más bajas de progesterona fueron 6.29 y 8.77 nmol/L en alpacas y llamas, respectivamente; frente a concentraciones basales de 1.8 nmol/L en los días 12 y 30 después del apareamiento (Hafez *et al.*, 2002). Los niveles de estrona varían entre 0.02 y 1.2 nmol/L desde el apareamiento hasta cerca de los ocho meses de preñez, pero de ahí en adelante aumentaron muy

rápidamente, y los niveles más altos se observaron tres días antes del parto, con valores de 19 y 16 nmol/L en alpacas y llamas, respectivamente (Hafez *et al.*, 2002)

4.1.2. Efecto de la edad reproductiva.

Tabla 15: Lípidos totales sanguíneos (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.

EDAD REPRODUCTIVA	PROMEDIO \pm D. S.	C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	212.24 \pm 32.7	15.4	273.5 – 167.3
PRIMERIZAS PREÑADAS	247.35 \pm 40.4	16.3	318.4 – 195.9
MULTÍPARAS VACÍAS	198.91 \pm 25.9	13.0	232.7 – 146.9
MULTÍPARAS PREÑADAS	235.92 \pm 29.6	12.5	302.0 – 191.8
PROMEDIO GENERAL	223.61 \pm 32.6	14.6	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Los promedios obtenidos para lípidos totales en suero sanguíneo son 212.24 \pm 32.7; 247.35 \pm 40.4; 198.91 \pm 25.9; y 235.92 \pm 29.6 mg/dL para alpacas primerizas vacías, primerizas preñadas, multíparas vacías y multíparas preñadas; en el análisis de varianza (Anexo 4), el efecto del factor edad reproductiva no es significativo ($p > 0.05$). Esto nos estaría indicando que no existe diferencia marcada entre las concentraciones de lípidos entre las edades de 3, y 5 o 6 años, en las alpacas hembras. Observando que en el presente trabajo, si existe diferencia significativa para este factor en el caso del colesterol, y para el caso de los triglicéridos en la alpaca preñada; es probable, que estas diferencias estarían siendo encubiertas por la variabilidad biológica de las otras fracciones lipídicas, cuyo comportamiento no ha sido evaluado.

Los resultados del estudio son similares, a lo reportado por Llerena (1979), en alpacas adultas por grupos etáreos: menores de 2-3 años, 3-6 años y mayores de 6 años, encontró concentraciones de lípidos totales de 241.0, 229.11 y 218.5 mg/dL, respectivamente, se observa una tendencia decreciente con la edad, pero sin diferencia estadística entre grupos.

Ramírez (2006), si encontró diferencia significativa a los 30 días post parto, entre madres y sus respectivas crías, 203.6 y 260.7 mg/dL, respectivamente. El resultado es más alto en las crías, ello se explica porque, la cría posee grandes reservas de grasa y proteínas al nacimiento, y el tejido adiposo juega un papel importante en la producción de energía (Guyton y Hall, 1998); inmediatamente después del nacimiento se registra un incremento en la lipólisis lo que provoca incremento de ácidos grasos libres y glicerol (McDonald, 1981). Además, se debe considerar que la cría en ese momento tiene la fisiología de monogástrico, esas concentraciones deben representar en parte el metabolismo de las grasas de la leche.

4.2. TRIACILGLICÉRIDOS.

El resumen de los resultados del presente trabajo, se pueden observar en la Tabla 16; los datos individuales del estudio se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 16: Promedio y desviación estándar (mg/dL), de triacilglicéridos sanguíneos, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

CONDICIÓN	PREÑADAS <i>PROMEDIO ± D. S.</i>	VACÍAS <i>PROMEDIO ± D. S.</i>	PROMEDIO <i>PROMEDIO ± D. S.</i>
PRIMERIZAS	34.37 ± 5.8	21.38 ± 3.3	27.88 ± 4.5
MULTÍPARAS	26.96 ± 4.2	20.15 ± 3.6	23.56 ± 3.9
PROMEDIO	30.67 ± 5.0	20.77 ± 3.4	25.72 ± 4.3

D. S.: Desviación estándar.

Se ha obtenido un promedio general en las concentraciones sanguíneas de triglicéridos de 25.72 ± 4.3 mg/dL, para alpacas del estudio (preñadas y vacías, edades de 3 y 5 a 6 años de edad).

Este resultado es ligeramente inferior a lo reportado por Ramírez (2006), quien obtuvo en la alpaca madre al momento del nacimiento y los 30 días post parto, datos de 29.7 y 30.0 mg/dL, respectivamente; las alpacas de este estudio se encontraban en lactación; Medway *et al.* (1969), menciona que la concentración de lípidos sanguíneos es más alta en vacas lactantes que en las no lactantes. Es probable también como Ramírez (2006), indica, esta diferencia se deba en parte a la alimentación, por la mejora de las condiciones de pastizales de la época de parición lactación (enero – febrero), en comparación al periodo del último tercio de gestación (noviembre – diciembre).

El resultado obtenido es similar a lo reportado por Quiñones (1993), quien obtuvo concentraciones promedio de 25.7 ± 6.5 mg/dL, en un estudio que compara dos tipos de raciones y tiempos de toma.

Kaneko (1989), sugiere que los altos niveles de triglicéridos en el suero sanguíneo de monogástricos (100 mg/dL), en comparación a los rumiantes (30 mg/dL), se debe a que en estas especies los triglicéridos aportan con el 25 a 50% del requerimiento de energía, mientras que en los rumiantes su fuente principal son los ácidos grasos volátiles (AGV).

El promedio obtenido en el presente estudio está dentro del rango normal para los rumiantes, Kraft y Schillinger (1998), refieren concentraciones de triacilglicéridos en diferentes especies domésticas de: 5-45; hasta 50; 50-100; y 50-100 mg/dL para bovinos, equinos, perros y gatos, respectivamente.

4.2.1. Efecto de la condición fisiológica (gestación).

Tabla 17: Triacilglicéridos sanguíneos (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno, en el último tercio de gestación.

CONDICIÓN FISIOLÓGICA	PROMEDIO ± D. S.	C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	21.38 ± 3.3	15.2	25.9 – 14.8
MULTÍPARAS VACÍAS	20.15 ± 3.6	18.0	26.7 – 15.6
PRIMERIZAS PREÑADAS	34.37 ± 5.8	16.8	45.2 – 27.4
MULTÍPARAS PREÑADAS	26.96 ± 4.2	15.5	34.1 – 20.7
PROMEDIO GENERAL	25.72 ± 4.3	16.8	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Las concentraciones de triglicéridos en suero sanguíneo son de 21.38 ± 3.3 ; 20.15 ± 3.6 ; 34.37 ± 5.8 ; y 26.96 ± 4.2 mg/dL para alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas. Los datos fueron llevados al análisis de varianza bajo el arreglo factorial 2x2 (Anexo 5), resultando que la condición fisiológica (gestación), muestra efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$), en este análisis resultó también que la interacción es altamente significativa, por eso se procedió a realizar el análisis de varianza de efectos simples (Anexo 6), en este análisis se confirma que la gestación tiene efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$), en las primerizas y en las multíparas.

Los triglicéridos son una fracción de los lípidos totales sanguíneos, su comportamiento parece similar a este parámetro; las concentraciones de triglicéridos se ven afectados por efecto de la gestación, durante el último tercio de gestación, la movilización de los triglicéridos, estarían destinadas a cubrir las demandas de nutrientes que genera el desarrollo del feto, principalmente energía. Los triglicéridos son depósitos de energía

metabólica muy concentrada puesto que están en forma reducida y anhidra (Stryer, 1995),

Este efecto de la gestación sobre los triglicéridos, se ha estudiado más en humanos; Rodríguez *et al.* (2004), y Wallach (2002), indican: los triglicéridos pueden aumentar en un 100 al 200 % en el último tercio de gestación. El incremento no llega a esos porcentajes en la alpaca, debido a las diferencias fisiológicas y tipo de dieta, entre humanos (monogástricos) y rumiantes. 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 (Cunningham, 1995)

Sobre los mecanismos que producen estos cambios, no hay mucha información en los animales, pero sí en los humanos. En su progresivo incremento en el plasma desde el inicio de la gestación, los estrógenos parecen responsable de varios de los cambios más importantes que se producen en el metabolismo de las lipoproteínas: aumento de la secreción hepática de las VLDL y disminución de la actividad de la lipasa hepática (HL). Junto a estos factores y al incremento de la actividad de la CETP (proteína transferidora de esteres de colesterol), contribuyen al incremento de triglicéridos (González de Buitrago *et al.*, 1998). El triacilglicerol es el lípido predominante de los quilomicrones y en las VLDL; el colesterol y los fosfolípidos son lípidos predominantes en las LDL y las HDL (Murray *et al.*, 2001). Es posible que el lactógeno placentario humano, por medio de su actividad lipolítica, genere un incremento en las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos libres. Estos últimos pueden incorporarse a la

producción de triglicéridos y las VLDL en el hígado (Cunningham *et al.*, 1996)

4.2.2. Efecto de la edad reproductiva.

Tabla 18: Triacilglicéridos sanguíneos (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.

EDAD REPRODUCTIVA	PROMEDIO \pm D. S.	C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	21.38 \pm 3.3	15.2	25.9 – 14.8
PRIMERIZAS PREÑADAS	34.37 \pm 5.8	16.8	45.2 – 27.4
MULTÍPARAS VACÍAS	20.15 \pm 3.6	18.0	26.7 – 15.6
MULTÍPARAS PREÑADAS	26.96 \pm 4.2	15.5	34.1 – 20.7
PROMEDIO GENERAL	25.72 \pm 4.3	16.8	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Los promedios obtenidos en triglicéridos en suero sanguíneos son de 21.38 \pm 3.3; 34.37 \pm 5.8; 20.15 \pm 3.6; y 26.96 \pm 4.2 mg/dL para alpacas primerizas vacías, primerizas preñadas, multíparas vacías y multíparas preñadas, respectivamente. Los datos fueron llevados al análisis de varianza (Anexo 5) bajo el modelo factorial 2*2, resultando el efecto de la edad reproductiva altamente significativo ($p \leq 0.01$), en este análisis resultó que la interacción es altamente significativa, por eso se procedió a realizar el análisis de varianza de efectos simples (Anexo 6), en este análisis se observa que la edad reproductiva tiene efecto significativo para el caso de las alpacas preñadas, mientras que en las alpacas vacías la edad no tiene efecto estadísticamente significativo.

Primero, indicar que las alpacas del grupo de las primerizas, al momento del muestreo estaban completando los tres años de edad. El estado de desarrollo que les correspondería es el de una transición de un crecimiento

rápido a crecimiento lento, tomando en cuenta estudios realizados por Condorena (1978), y Ccopa (1974).

En el caso del efecto de la edad en las preñadas, los resultados indican que las concentraciones de triglicéridos en las alpacas preñadas, son significativamente más altos en la primeriza, que en la múltipara. Esto se explicaría, porque los triglicéridos sanguíneos están relacionados con la situación del metabolismo general, y las alpacas primerizas están terminando su desarrollo y además están en gestación, esto incrementa sus requerimientos de nutrientes y energía, con respecto a una múltipara preñada, que no tiene requerimientos para su propio crecimiento.

Los triglicéridos son depósitos de energía metabólica muy concentrada (Stryer, 1995). Un trabajo de investigación indica que existe una correlación relativamente baja entre la glucosa sanguínea y el consumo de energía, y que los ácidos grasos plasmáticos se relacionan mucho más (en forma negativa) con el consumo de energía (Church y Pond, 1998). Los ácidos grasos libres son esterificados a triglicéridos en el hígado ((Murray *et al.*, 2001). Entonces, si usamos los triglicéridos como indicador del balance energético, podemos pensar, que la alpaca primeriza preñada presenta más déficit de energía que la múltipara preñada, y que en el momento de la toma de muestras estaba haciendo mayor uso de sus reservas de grasa.

Esta situación nutritiva ha sido observada en vacunos. Las novillas de carne preñadas con frecuencia necesitan una nutrición extra durante el periodo postparto, para restablecer la actividad ovárica, debido a que

presentan requerimientos de crecimiento y asimismo para lactación (Cunningham, 1995)

En el caso del efecto de la edad en las alpacas vacías, los resultados del análisis estadístico, nos están señalando que no hay diferencia importante en las concentraciones de triglicéridos, entre las alpacas primerizas vacías y las alpacas multíparas vacías; que la diferencia de edad no tiene efecto importante en este parámetro. Esto se podría explicar, porque la alpaca primeriza vacía al no tener que llevar una gestación, y como los triglicéridos sanguíneos se relaciona bastante con la movilización de reservas grasas; la alpaca primeriza vacía estaría completando su desarrollo sin la necesidad de movilizar sus reservas, y que su metabolismo es más parecido al de una alpaca adulta.

Church y Pond (1998), refiere, los ácidos grasos plasmáticos se relacionan mucho más (en forma negativa) con el consumo de energía. Y como gran parte de los ácidos grasos son transformados en triglicéridos; podríamos decir, que la alpaca primeriza vacía, no tiene un balance energético negativo, ya que las alpacas multíparas vacías son las que mejor condición poseen.

Ramírez (2006), demuestra diferencia en las concentraciones de triglicéridos entre dos edades; 32.0 y 96.6 mg/dL para alpacas madres y sus respectivas crías, a los 30 días post parto; las altas concentraciones en la cría, se explican porque que la cría en ese momento tiene la fisiología de monogástrico, esas concentraciones deben representar en parte el metabolismo de las grasas de la leche.

4.3. COLESTEROL.

Los resultados obtenidos en el colesterol sanguíneo pueden observarse en la Tabla 19; los datos individuales se encuentran en el Anexo 3.

Tabla 19: Promedio y desviación estándar (mg/dL), del colesterol sanguíneo, según condición reproductiva y edad en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

CONDICIÓN	PREÑADAS	VACÍAS	PROMEDIO
	PROMEDIO ± D. S.	PROMEDIO ± D. S.	PROMEDIO ± D. S.
PRIMERIZAS	46.86 ± 6.4	33.24 ± 4.7	40.05 ± 5.6
MULTÍPARAS	36.76 ± 6.9	28.98 ± 4.5	32.87 ± 5.7
PROMEDIO	41.81 ± 6.7	31.11 ± 4.6	36.46 ± 5.7

D. S.: Desviación estándar.

Se ha obtenido un promedio general en las concentraciones sanguíneas de colesterol de 36.46 ± 5.7 mg/dL, para alpacas del estudio (edades de 3 y 5 a 6 años, preñadas y vacías).

Este resultado es ligeramente inferior a lo hallado por Garnica (1985), quien ha determinado niveles sanguíneos de colesterol de 52.22 mg/dL para alpacas adultas, que se hallaban en lactación; de igual modo Ramírez (2006), hizo un estudio en alpacas madres en lactación, obtuvo 58.5 y 59.8 mg/dL en la alpaca madre al momento del parto y los 30 días post parto, respectivamente. Estos resultados son más próximos a las concentraciones de las alpacas preñadas de presente estudio, esto indicaría que las necesidades de colesterol para la lactación son más altas que en la gestación.

El resultado obtenido es similar a lo reportado por Quiñones (1993), quien obtuvo concentraciones promedio de 37.4 ± 8.2 mg/dL en un estudio en alpacas que compara dos tipos de raciones y tiempos de toma.

Los resultados son similares en el caso de las alpacas; datos reportados por Llerena (1979), quien determinó en alpacas adultas y llamas adultas, niveles de colesterol total de 42.6 ± 11.59 y 73.9 ± 17.92 mg/dL, respectivamente. Se observa una diferencia entre especies, más altos niveles de colesterol en la llama. Esto se confirma con lo reportado por Álvarez (1988), quien encontró niveles de colesterol sérico en llamas vacías, y en llamas gestantes en lactación, 65.08 y 57.73 mg/dL, respectivamente. Por su parte, Garnica (1978), menciona un rango amplio, mayor a 21.9 hasta 91.8 mg/dL colesterol sanguíneo en llamas.

Se encontraron valores varios para el colesterol sanguíneo en otras especies domésticas, se observa que los omnívoros tienden a tener mayores concentraciones de colesterol frente a herbívoros y rumiantes, así tenemos 70 – 180; 80 – 120 y 110 – 130 (400) mg/dL para equino, bovino y perro, respectivamente (Kraft y Schillinger 1998). En otras especies rumiantes tenemos para el bovino 80 – 120 mg/dL (Kraft y Schillinger, 1998), y 50 – 230 mg/dL (Church y Pond, 1998), (Medway *et al.*, 1969); y para el ovino 100 – 150 mg/dL (Church y Pond, 1998), y 50 – 100 mg/dL (Medway *et al.*, 1969). Los resultados que obtuvimos en la alpaca están por debajo de estos rangos.

4.3.1. Efecto de la condición fisiológica (gestación).

Tabla 20: Colesterol sanguíneo (mg/dL), según condición fisiológica en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno, en el último tercio de gestación.

CONDICIÓN FISIOLÓGICA	PROMEDIO \pm D. S.	C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	33.24 ± 4.7	14.2	42.9 – 27.6
MULTÍPARAS VACÍAS	28.98 ± 4.5	15.6	38.1 – 22.9
PRIMERIZAS PREÑADAS	46.86 ± 6.4	13.6	56.7 – 32.4
MULTÍPARAS PREÑADAS	36.76 ± 6.9	18.9	45.2 – 26.7
PROMEDIO GENERAL	36.46 ± 5.7	15.7	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Se ha obtenido promedios de colesterol en suero sanguíneo 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, al análisis de varianza (Anexo 7), la condición de gestante tiene efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$). Esto nos estaría indicando que la gestación en la alpaca, produce un incremento en las concentraciones de colesterol sanguíneo en el último tercio de gestación. El incremento de sus concentraciones, debe responder a las necesidades de crecimiento de la ubre y el útero, tal como al incremento de lipoproteínas para el transporte de triglicéridos. Recordemos el colesterol es un componente estructural fundamental de las membranas y de la capa exterior de las lipoproteínas plasmáticas, es esencial para el crecimiento (Stryer, 1995).

Kraft y Schillinger (1998), mencionan, aumentos en la concentración del colesterol se dan en la gestación de los animales. También se incrementa en humanos, Rodríguez *et al.* (2004), y Wallach, (2002), señalan respectivamente, durante la gestación el colesterol sérico puede aumentar en un 43 % y 40 a 60%.

Álvarez (1988), observó una diferencia no significativa en los niveles de colesterol sanguíneo entre llamas vacías, y llamas gestantes y en lactación, 65.08 y 57.73 mg/dL, respectivamente; esto se debería a que estos datos corresponden al primer tercio de gestación, y el aumento de los niveles de colesterol se dan a partir del segundo tercio de gestación.

Los mecanismos implicados en el control de los niveles de colesterol sanguíneo durante la gestación, no están claros, detallamos lo siguiente en

humanos. Es probable que el incremento del colesterol-LDL sea consecuencia de los efectos hepáticos del estradiol y la progesterona. Se cree que el aumento de los niveles de colesterol-HDL durante la primera mitad del embarazo depende de los estrógenos. Despierta interés que el descenso después de las semanas 22-24 coincide con la resistencia cada vez mayor a la insulina y el aumento de la concentración plasmática de esta última. En consecuencia, es posible que esta hormona controle, en parte, la concentración de colesterol-HDL (Cunningham *et al.*, 1996).

4.3.2. Efecto de la edad reproductiva.

Tabla 21: Colesterol sanguíneo (mg/dL), según edad reproductiva en alpacas hembras del CIP La Raya – UNA – Puno.

EDAD REPRODUCTIVA	PROMEDIO \pm D. S.	C. V. (%)	VALORES EXTREMOS
PRIMERIZAS VACÍAS	33.24 \pm 4.7	14.2	42.9 – 27.6
PRIMERIZAS PREÑADAS	46.86 \pm 6.4	13.6	56.7 – 32.4
MULTÍPARAS VACÍAS	28.98 \pm 4.5	15.6	38.1 – 22.9
MULTÍPARAS PREÑADAS	36.76 \pm 6.9	18.9	45.2 – 26.7
PROMEDIO GENERAL	36.46 \pm 5.7	15.7	

D. S.: Desviación estándar.

C. V.: Coeficiente de variación.

Los promedios obtenidos para colesterol en suero sanguíneo son de 33.24 \pm 4.7; 46.86 \pm 6.4; 28.98 \pm 4.5; y 36.76 \pm 6.9 mg/dL para alpacas primerizas vacías, primerizas preñadas, multíparas vacías y multíparas preñadas, respectivamente, en el análisis de varianza (Anexo 7), el efecto de la edad reproductiva es altamente significativo ($p \leq 0.01$). Esto sugiere que la edad reproductiva influye en las concentraciones de colesterol, presentándose mayores concentraciones en las primerizas en comparación a las multíparas. Considerando los trabajos de Condorena (1978), y Ccopa

(1974), sabemos que las alpacas primerizas se encontraban en transición de un crecimiento rápido a crecimiento lento. Tomando en cuenta que el colesterol es un importante componente de las membranas, esencial para el crecimiento y viabilidad de las células (Stryer, 1995; Murray *et al.*, 2001), es probable que las mayores concentraciones en la alpaca primeriza, representen, la movilización del colesterol para cubrir las demandas del crecimiento.

Concordamos con Espezua (1991), quien obtuvo diferencia significativa en las concentraciones de colesterol sanguíneo a diferentes edades, pero en ovinos, así tenemos 77.31; 64.31 y 49.97 mg/dL para ovinos machos de 2 dientes (1 a 2 años), 4 dientes (2 a 2.5 años) y boca llena (mayor a 3 años), respectivamente; se puede observar mayores concentraciones a menor edad.

Los resultados son similares a los presentados por Llerena (1979), en alpacas por grupos etáreos: 2-3 años, 3-6 años y mayores de 6 años, concentraciones de colesterol total de 44.4; 38.84 y 38.22 mg/dL, respectivamente; se observa una tendencia decreciente con aumento de edad; pero, sin diferencia estadística entre grupos.

Fowler y Zinkl (1989), mencionan que las concentraciones de colesterol sérico en sangre son mayores en llamas jóvenes que en adultos.

Aguirre (1980), reporta concentraciones de colesterol sanguíneo de 44.47 mg/dL para alpacas hembras de 4 años y de 55.47 mg/dL en alpacas hembras de 6 años, se ve una tendencia creciente de las concentraciones a mayor edad, lo que no concuerda con el presente estudio; esta diferencia

posiblemente se debe a la variabilidad biológica o un factor no evaluado. Álvarez (1988), reporta en llamas, una tendencia creciente de las concentraciones de colesterol a mayor edad, pero este estudio se centró en llamas en edades en crecimiento.

Garnica (1985), encontró niveles de colesterol sanguíneo en crías 20.43 mg/dL frente a 52.22 mg/dL en alpacas adultas. Es difícil hacer una comparación porque las crías tienen una fisiología diferente a una alpaca adulta.

Ramírez (2006), encontró mayores niveles para la alpaca madre en comparación a su respectiva crías, a los 30 días post parto, los niveles de colesterol sanguíneo son de 59.8 y 41.5 mg/dL, respectivamente. Al igual que el caso anterior, el resultado de la madre están influido por la lactación, y el de la cría por su condición de monogástrico funcional.

5. CONCLUSIONES

- Se ha evaluado el efecto de la gestación (en el último tercio de gestación), sobre la movilización de los lípidos sanguíneos en alpacas primerizas y multíparas.

En las alpacas del estudio, las concentraciones sanguíneas de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol, en promedio, fueron de 223.61 ± 32.6 ; 25.72 ± 4.3 y 36.46 ± 5.7 mg/dL, respectivamente.

El estado fisiológico (gestación), en el último tercio de gestación, tiene un efecto altamente significativo; las concentraciones de lípidos totales, de triacilglicéridos y de colesterol, son más altas en la alpaca preñada que en la alpaca vacía.

La edad reproductiva, no tiene efecto significativo, sobre las concentraciones de lípidos totales, estas concentraciones son similares en la alpaca primeriza que en la multípara; son también similares las concentraciones de triacilglicéridos de la alpaca primeriza vacía y la alpaca multípara vacía. La edad reproductiva, tiene efecto altamente significativo, sobre las concentraciones de colesterol, siendo mayores las concentraciones en la alpaca primeriza que en la alpaca multípara; también la edad tiene efecto altamente significativo, en las concentraciones de triacilglicéridos de las alpacas preñadas, siendo mayores las concentraciones en la alpaca primeriza preñada que en la alpaca multípara preñada.

- Se ha determinado concentraciones sanguíneas de lípidos totales, fueron en promedio 212.24 ± 32.7 ; 198.91 ± 25.9 ; 247.35 ± 40.4 y 235.92 ± 29.6 mg/dL para alpacas primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente.
- Se ha determinado concentraciones sanguíneas de triacilglicéridos, fueron en promedio 21.38 ± 3.3 ; 20.15 ± 3.6 ; 34.37 ± 5.8 y 26.96 ± 4.2 mg/dL, para alpacas

primerizas vacías, multíparas vacías, primerizas preñadas, y multíparas preñadas, respectivamente.

- Se ha determinado concentraciones sanguíneas de colesterol, fueron en promedio 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.
- Se acepta la hipótesis de la investigación; las alpacas preñadas el último tercio de gestación tienen mayores niveles sanguíneos de lípidos totales, triacilglicéridos y colesterol en relación a las alpacas no preñadas. Asimismo, en la alpaca primeriza es mayor la movilización de colesterol que en la alpaca multípara; también es mayor la movilización de triacilglicéridos, en la alpaca primeriza preñada que en la multípara preñada. Se rechaza el punto, de que los lípidos totales sanguíneos sean mayores en la alpaca primeriza que en la alpaca multípara, lo mismo que los triglicéridos sanguíneos sean mayores en la alpaca primeriza vacía que en la alpaca multípara vacía.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar otras investigaciones sobre el comportamiento de otros componentes metabólicos en la reproducción de las alpacas; considerando diferentes ámbitos, la alimentación y la producción. Esto contribuirá a una mejor comprensión de la fisiología y bioquímica de las alpacas.
- Se recomienda a los productores tener especial cuidado en la alimentación, durante el último tercio de gestación en la alpaca, más si son primerizas; teniendo presente el balance energía, los resultados sugieren que éstas tienen mayores demandas de energía, que una alpaca múltipara en gestación.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUIRRE, E. A. (1980). Niveles de Colesterol sérico en alpacas variedad huacayo. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. T. A. – Puno. Perú.
- ÁLVAREZ, R. H. (1988). Niveles de colesterol sérico en llamas. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. A. – Puno. Perú.
- BOHINSKI, R. C. y E. BAUTISTA. (1991). Bioquímica. Quinta edición. Addison – Wesley Iberoamericana. Delaware. E. U. A.
- BUSTINZA, A. V. (2001). La Alpaca: Crianza, manejo y mejoramiento. Sección Publicaciones U. N. A. – Puno.
- CAÑAS, R. (1997). Alimentación y nutrición animal. Pontificia Universidad de Chile. Alfabet Impresiones. Chile.
- CERNA, C.; E. DEZA; B. LLUEN. (1995). Reproducción de los animales domésticos. CONCYTEC – Perú – Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.
- CONDORENA, N. (1978). Estudio del Crecimiento de la alpaca. En: Resúmenes de Proyectos de Investigación Realizadas por la UNMSM, Período 1975-1979. Tomo II. Editorial. Ramón Zaldivar. Lima, 1983.
- CCOPA, A. G. (1974). Peso vivo y rendimiento de canal por edades y sexo en alpacas tipo huacaya. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. T. A. – Puno. Perú.
- CUNNINGHAM, G.; P. MACDONALD; N. GANT; K. LEVENO; L. GILSTRAP. (1996) Williams Obstetricia. Cuarta edición. Editorial Masson S. A. Barcelona.
- CUNNINGHAM, J. (1995). Fisiología veterinaria. Editorial Interamericana McGraw – Hill. México.
- CHURCH, D. C. y W. G. POND. (1998). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa. México.
- ESPEZUA, S. A. (1991). Colesterol sérico y muscular en ovinos criollo y corriedale. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. A. – Puno. Perú.
- FLORES, E.; G. GUTIÉRREZ; W. TREJO; J. TÉLLEZ; A. ZARATE. (1993). Manual de producción de alpacas y tecnología de sus productos. Publicación de la

- coordinación general de la actividad de difusión de tecnología del Proyecto TTA. Lima.
- FERNÁNDEZ BACA A. (1971). La alpaca: Reproducción y crianza. Boletín de divulgación. UMSM. Lima.
- FOWLER, M. Y J. ZINKL. (1989). Reference ranges for hematologic and serum biochemical values in llamas. Mencionado por ESPEZUA, S. A. (1991). Colesterol sérico y muscular en ovinos criollo y corriedale. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. A. – Puno. Perú.
- GARNICA, J. (1978). Proteínas, lípidos y glúcidos en suero sanguíneo de llamas. Tesis presentada para obtener el título de Medico Veterinario y Zootecnista. U. N. A. – Puno. Perú.
- GARNICA, J. (1985). V Convención internacional sobre camélidos sudamericanos. Cusco. Perú.
- GUYTON, A.; y J. HALL. (1998). Tratado de fisiología médica. Novena edición. Editorial Interamericana McGraw – Hill. México.
- GONZÁLES DE BUITRAGO, J. M.; E. AMARILLO; S. RODRÍGUEZ-SEGADE. (1998) Bioquímica Clínica. XIV edición. Editorial McGraw – Hill Interamericana. Madrid. España.
- HAFEZ, E. S. E. (1996). Reproducción e inseminación artificial en animales. Sexta edición. Editorial Interamericana McGraw – Hill. México.
- HAFEZ, E.; B. HAFEZ. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima edición. Editorial McGraw – Hill Interamericana. México.
- KANEKO, J. (1989). Clinical biochemistry of domestic animals, Cuarta edición. Ed. Academia Press. USA.
- KRAFT, H. y D. SCHILLINGER. (1998). Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria en mamíferos domésticos. Onceava edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- LEHNINGER, A. (1991). Bioquímica: Las bases moleculares de la estructura y función celular. Segunda Edición. Ediciones Omega S. A. Barcelona. España.
- LLERENA, LOURDES. (1979). Colesterol total y esterificado y lípidos totales en alpacas y llamas. En: Resúmenes de Proyectos de Investigación Realizadas por la UNMSM, Período 1975-1979. Tomo II. Editorial. Ramón Zaldivar. Lima, 1983.
- MC-DONALD, L. E. (1981). Reproducción y endocrinología veterinarias. Segunda Edición. Editorial Interamericana. México.

- MEDWAY, W.; J. E. PRIER; J. S. WILLINSON. (1969). Patología clínica veterinaria. Editorial Uteha. México.
- MURRAY, R.; P. MAYES; D. CRANNER; V. RODWELL. (2001). Bioquímica de Harper. Quinceava Edición. Editorial Manual Moderno. México D. F.
- PÉREZ, F. (1960). Fisiopatología de la reproducción animal. Editorial Científico Médica Española. Madrid.
- QUIÑÓNEZ, J. H. (1993). Perfil metabólico de alpacas y ovinos alimentados con raciones en base a maíz grano como fuente de carbohidratos Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. UNAM – Lima. Perú
- 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
- RODRÍGUEZ E., YANIK; GISELA PITA R., ALEJANDRINA CABRERA H., EUGENIA QUINTERO A.; MAYBÉ DÍAZ D.; ISABEL MARTÍN G. (2004). Algunos indicadores del metabolismo lipídico en embarazadas y recién nacido. En la revista cubana Salud Pública 2004;30 (4). (http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol30_4_04/spu04404.htm)
- SACRISTÁN, A.; F. CASTEJON; L. DE LA CRUZ; J. GONZÁLES; M. MURRILLO; G. SAINO. (1995). Fisiología veterinaria. Editorial Interamericana McGraw – Hill. Madrid. España.
- SALVE, MARIA LUISA M.; SILVIA AMICH O.; S. PRIETO. (1994). Laboratorio clínico. Bioquímica. Editorial McGraw – Hill Interamericana. Madrid. España
- SENAMHI. (1998). Servicio nacional de meteorología e hidrografía. Puno. Perú.
- SCHWARCZ, R.; C. DUVORGES; A. DÍAS; Y R. FESCINA. (1995). Obstetricia. Quinta Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. Argentina.
- SMIDT, D.; F. EDENDORFF; F. HARING. (1972). Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- SOLÍS, R. (1997). Producción de camélidos sudamericanos. Editora Imprenta Ríos S. A. Huancayo. Perú.
- STRYER, L. (1995). Bioquímica. Tomo 2. Editorial Reverté S. A. Barcelona. España.
- VATTI, G. (1992). Ginecología y obstetricia veterinarias. Editorial Limusa S. A. México.
- WALLACH, J. (2002). Interpretación clínica de laboratorio. 4ta edición. Editorial Masson. España.

8. ANEXOS

ANEXO 1: Datos individuales de lecturas de absorbancia y concentraciones sanguíneas de lípidos totales (mg/dL), en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

BLANCO (Lectura absorbancia):						0.165		
ESTANDAR (Lectura absorbancia):						0.41		
CONCENTRACIÓN ESTANDAR:						10 mg/dL		
FACTOR DE CORRECCIÓN:						40.8163265		
No.	PRIMERIZA PREÑADA		PRIMERIZA VACÍA		MULTÍPARA PREÑADA		MULTÍPARA VACÍA	
	LECTURA ABSORB.	CONCENT. LIP. TOT.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. LIP. TOT.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. LIP. TOT.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. LIP. TOT.
1	0.220	224.5	0.206	167.3	0.222	232.7	0.201	146.9
2	0.239	302.0	0.218	216.3	0.212	191.8	0.222	232.7
3	0.218	216.3	0.214	200.0	0.222	232.7	0.213	195.9
4	0.217	212.2	0.210	183.7	0.229	261.2	0.217	212.2
5	0.216	208.2	0.232	273.5	0.228	257.1	0.205	163.3
6	0.240	306.1	0.210	183.7	0.217	212.2	0.217	212.2
7	0.224	240.8	0.223	236.7	0.212	191.8	0.212	191.8
8	0.224	240.8	0.208	175.5	0.228	257.1	0.212	191.8
9	0.223	236.7	0.220	224.5	0.239	302.0	0.205	163.3
10	0.222	232.7	0.226	249.0	0.222	232.7	0.221	228.6
11	0.213	195.9	0.211	212.2	0.228	257.1	0.216	208.2
12	0.243	318.4	0.221	228.6	0.227	253.1	0.220	224.5
13	0.239	302.0	0.217	212.2	0.217	212.2	0.215	204.1
14	0.218	216.3	0.227	253.1	0.222	232.7	0.220	224.5
15	0.228	257.1	0.206	167.3	0.217	212.2	0.210	183.7
	PROMEDIO	247.35		212.24		235.92		198.91

ANEXO 2: Datos individuales de lecturas de absorbancia y concentraciones sanguíneas de triacilglicéridos (mg/dL), en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

BLANCO (Lectura absorbancia):												0.23
ESTANDAR (Lectura absorbancia):												0.5
CONCENTRACIÓN ESTANDAR:												2 mg/dL
FACTOR DE CORRECCIÓN :												7.40740741
No.	PRIMERIZA PREÑADA			PRIMERIZA VACÍA			MULTÍPARA PREÑADA			MULTÍPARA VACÍA		
	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. TRIGLICER.
1	0.267	27.4	0.262	23.7	0.269	28.9	0.252	16.3	0.266	26.7	0.251	15.6
2	0.291	45.2	0.260	22.2	0.263	24.4	0.262	20.0	0.273	31.9	0.254	17.8
3	0.267	27.4	0.261	23.0	0.273	24.4	0.262	23.7	0.263	24.4	0.257	20.0
4	0.284	40.0	0.250	14.8	0.263	23.7	0.253	17.0	0.262	23.7	0.256	19.3
5	0.271	30.4	0.260	22.2	0.262	23.7	0.260	20.0	0.261	23.0	0.260	22.2
6	0.275	33.3	0.254	17.8	0.262	23.7	0.261	18.5	0.276	34.1	0.255	18.5
7	0.276	34.1	0.258	20.7	0.261	23.0	0.270	24.4	0.261	23.0	0.263	24.4
8	0.283	39.3	0.257	20.0	0.276	34.1	0.264	23.7	0.261	23.0	0.262	23.7
9	0.284	40.0	0.252	16.3	0.261	23.0	0.269	28.9	0.261	23.0	0.253	17.0
10	0.275	33.3	0.256	19.3	0.270	29.6	0.275	33.3	0.270	29.6	0.252	16.3
11	0.272	31.1	0.265	25.9	0.270	29.6	0.258	20.7	0.270	29.6	0.261	23.0
12	0.271	30.4	0.262	23.7	0.264	25.2	0.265	23.0	0.264	25.2	0.261	23.0
13	0.267	27.4	0.261	23.0	0.269	28.9	0.265	25.9	0.269	28.9	0.261	23.0
14	0.275	33.3	0.265	25.9	0.275	33.3	0.260	22.2	0.275	33.3	0.261	23.0
15	0.288	43.0	0.260	22.2	0.258	20.7	0.260	22.2	0.258	20.7	0.261	23.0
PROMEDIO		34.37		21.38		26.96		20.15		26.96		20.15

ANEXO 3: Datos individuales de lecturas de absorbancia y concentraciones de colesterol (mg/dL), en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

BLANCO (Lectura absorbancia):								0.09	
ESTANDAR (Lectura absorbancia):								0.51	
CONCENTRACIÓN ESTANDAR:								2 mg/dL	
FACTOR DE CORRECCIÓN:								4.76190476	
No.	PRIMERIZA PREÑADA		PRIMERIZA VACÍA		MULTÍPARA PREÑADA		MULTÍPARA VACÍA		
	LECTURA ABSORB.	CONCENT. COLEST.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. COLEST.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. COLEST.	LECTURA ABSORB.	CONCENT. COLEST.	
1	0.158	32.4	0.149	28.1	0.176	38.6	0.143	22.9	
2	0.188	46.7	0.173	39.5	0.165	33.3	0.156	29.0	
3	0.202	53.3	0.158	32.4	0.190	45.2	0.150	26.2	
4	0.193	49.0	0.153	30.0	0.174	37.6	0.171	36.2	
5	0.166	36.2	0.180	42.9	0.183	41.9	0.143	22.9	
6	0.185	45.2	0.148	27.6	0.152	27.1	0.150	26.2	
7	0.199	51.9	0.154	30.5	0.157	29.5	0.175	38.1	
8	0.201	52.9	0.165	35.7	0.176	38.6	0.161	31.4	
9	0.192	48.6	0.156	31.4	0.180	40.5	0.156	29.0	
10	0.181	43.3	0.166	36.2	0.190	45.2	0.150	26.2	
11	0.195	50.0	0.153	30.0	0.152	27.1	0.161	31.4	
12	0.209	56.7	0.156	31.4	0.188	44.3	0.150	26.2	
13	0.187	46.2	0.167	36.7	0.187	43.8	0.150	26.2	
14	0.190	47.6	0.171	38.6	0.162	31.9	0.166	33.8	
15	0.180	42.9	0.148	27.6	0.151	26.7	0.156	29.0	
	PROMEDIO	46.86		33.24		36.76		28.98	

ANEXO 4: Análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar, arreglo factorial 2x2, y la prueba de significancia “F”, de los niveles sanguíneos de lípidos totales, según estado de gestación y edad, en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

Fuentes de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal.	F. Tab. ($\alpha=0.05$)	F. Tab. ($\alpha=0.01$)	Significancia
Total	59	81269.19339					
A (gestación)	1	19498.81994	19498.8199	18.3649643	4.016	7.11	**
B (edad)	1	2299.319728	2299.31973	2.16561438	4.016	7.11	N.S.
AB	1	13.60544218	13.6054422	0.01281429	4.016	7.11	N.S.
Error	56	59457.44829	1061.74015				

** : Altamente significativo.

N. S.: No significativo.

ANEXO 5: Análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar, arreglo factorial 2x2, y la prueba de significancia “F”, de los niveles sanguíneos de triacilglicéridos, según estado de gestación y edad, en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

Fuentes de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal.	F. Tab. ($\alpha=0.05$)	F. Tab. ($\alpha=0.01$)	Significancia
Total	59	2938.9209					
A (gestación)	1	1470.51669	1470.51669	78.7688593	4.016	7.11	**
B (edad)	1	280.064015	280.064015	15.0017495	4.016	7.11	**
AB	1	142.889803	142.889803	7.65395381	4.016	7.11	**
Error	56	1045.45039	18.6687569				

** : Altamente significativo.

N. S.: No significativo.

ANEXO 6: Análisis de varianza de los efectos simples de los niveles sanguíneos de triacilglicéridos, según estado de gestación y edad, en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

Fuentes de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal.	F. Tab. ($\alpha=0.05$)	F. Tab. ($\alpha=0.01$)	Significancia
Efecto simple de A en b1	1	1265.094	1265.09374	67.7652904	4.016	7.11	**
Efecto simple de A en b2	1	348.313	348.312757	18.6575227	4.016	7.11	**
Efecto simple de B en a1	1	411.523	411.522634	22.043387	4.016	7.11	**
Efecto simple de B en a2	1	11.431	11.4311843	0.61231631	4.016	7.11	N. S.
Efecto cruzado. a2b2 vs a1b1	3	1517.037	505.679012	27.0869139	2.776	4.154	**
Efecto cruzado a2b1 vs a1b2	3	233.544	77.847889	4.16995568	2.776	4.154	**
Error	56	1045.45039	18.6687569				

**: Altamente significativo.

N. S.: No significativo

A: Estado fisiológico (gestación).

B: Edad reproductiva.

b1: Primerizas.

b2: Multíparas.

a1: Preñadas.

a2: Vacías.

ANEXO 7: Análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar, arreglo factorial 2x2, y la prueba de significancia “F”, de los niveles sanguíneos de colesterol, según estado de gestación y edad, en alpacas del CIP La Raya – UNA – Puno.

Fuentes de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal.	F. Tab. ($\alpha=0.05$)	F. Tab. ($\alpha=0.01$)	Significancia
Total	59	4458.66969					
A (gestación)	1	1716.84051	1716.84051	52.2019174	4.016	7.11	**
B (edad)	1	772.123961	772.123961	23.4770504	4.016	7.11	**
AB	1	127.951625	127.951625	3.89047213	4.016	7.11	N.S.
Error	56	1841.75359	32.888457				

** : Altamente significativo.

N. S.: No significativo