

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



Tesis

**“GLUCEMIA EN CRÍAS DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*), EN MACUSANI
– PUNO 2018”**

TESIS

PRESENTADO POR:

AIZIC GARRAFA BARRIOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ABANCAY - PERÚ

2018



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



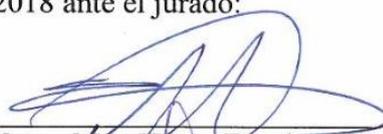
Tesis

“GLUCEMIA EN CRÍAS DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*), EN MACUSANI
– PUNO 2018”

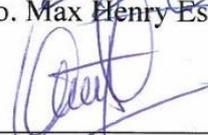
Presentado por AIZIC GARRAFA BARRIOS, para optar el Título de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Sustentado y aprobado el 16 de agosto del 2018 ante el jurado:

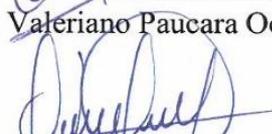
Presidente:


MVZ. Mstro. Max Henry Escobedo Enríquez

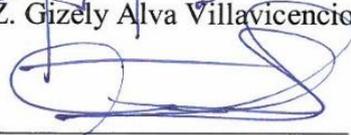
Primer Miembro:


MVZ. Valeriano Paucara Oca

Segundo Miembro:


MVZ. Gizely Alva Villavicencio

Asesor:


MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes

Agradecimientos

A Dios por brindarme sabiduría y conocimiento para empezar y culminar este proyecto de tesis y terminar la etapa pre profesional.

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y a la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a la plana docente por mi formación profesional.

Agradezco al MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes por haberme asesorado, por su gran aporte de conocimiento y constante acompañamiento durante este proceso, También al MVZ. Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez por brindarme su valiosa colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A los Miembros del Jurado Evaluador: MVZ. Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez, MVZ. Valeriano Paucara Ocsa, MVZ. Gizely Alva Villavicencio.

Agradecer inmensamente a la Ganadería Cano de Macusani del señor Rafael Cano quien me facilito los animales para este trabajo de investigación.

A mis más cercanos amigos Wilson Cosio y Jorge Valenza por su apoyo constante e incondicional.

Y finalmente agradecer a mi compañera, amiga y enamorada Katherine Daniela Arias Huamani, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos, al fin logramos nuestro objetivo con mucha perseverancia.

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por ello, primeramente dedico mi trabajo a Dios.

A mis padres sin ellos esto no podría haberse hecho realidad. En especial a mi padre Ramiro Garrafa Peña quién me dio su apoyo incondicional y consejos, y a mi querida madre Elizabeth Barrios Ferro que me da la fuerza para sobrepasar cualquier dificultad y me brinda su protección todos los días de mi vida.

A mis queridos hermanos: Ramiro Juan, Booz Antonio, Norgan Valentino, mi gratitud por su apoyo moral.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Capitulo I. Planteamiento del problema.....	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Enunciado.....	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos.....	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitación.....	5
Capitulo II. Marco Teórico	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Marco referencial	8
2.2.1 Glucosa.....	8
2.2.2 Examen de glucemia.....	9
2.2.3 Alpaca.....	10
2.2.4 Clasificación taxonómica de la alpaca.....	11
2.2.5 Crías de alpacas	11
2.2.6 Plasma sanguíneo	12
2.2.7 Fisiología y Bioquímica de la glucosa.....	12
2.2.7.1 Digestión de carbohidratos del almidón.....	12
2.2.7.2 Absorción de glucosa	13
2.2.7.2 Insulina y glucosa.....	14
2.2.7.3 Glucolisis.....	15
2.2.7.4 Ciclo de Krebs	15

2.2.7.5 Fosforilacion oxidativa.....	16
2.2.8 Glucómetro	16
2.2.8.1 Definición.....	16
2.2.8.2 Descripción del Equipo	16
2.2.8.3 Exactitud.....	17
2.2.8.4 Precisión	17
2.3 Definición de términos.....	18
Capitulo III. Diseño metodológico.....	19
3.1 Definición de variables	19
3.2 Operacionalización de las variables	19
3.3 Hipótesis de la investigación.....	19
3.3.1 Hipótesis general	19
3.3.2 Hipótesis específicas	19
3.4 Tipo y diseño de la investigación.....	19
3.4.1 Tipo	19
3.4.2 Diseño.....	19
3.5 Población y muestra	19
3.6 Procedimiento de la investigación	20
3.6.1 Metodología de la extracción de sangre	20
3.6.2 Procesamiento y análisis de datos	20
3.7 Material de investigación	21
3.7.1 Instrumentos de investigación	21
3.7.2 Diseño de materiales	21
3.7.2.1 Materiales de campo.....	21
3.7.2.2 Equipos.....	22
3.7.2.3 Indumentaria.....	22
Capitulo IV. Resultados	23
4.1 Descripción de los resultados.....	23

Capitulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	32
Bibliografía	33
Anexos.....	37



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Frecuencias estadísticas de glucemia en crías de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	23
Tabla 2.	Análisis de varianza para la glucemia en crías de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) según sexo en Macusani – Puno, 2018	24
Tabla 3.	Estadísticos descriptivos de glucemia en crías de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	25
Tabla 4.	Frecuencias estadísticas de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	26
Tabla 5.	Estadísticos descriptivos de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	27
Tabla 6.	Frecuencias estadísticas de la glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	28
Tabla 7.	Estadísticos descriptivos de glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	29
Tabla 8.	Resultados de los niveles de glucosa en sangre determinados en el glucómetro Accu-Chek® Performa Nano	39
Tabla 9.	Resultados de los niveles de glucosa en sangre determinados en el glucómetro Accu-Chek® Performa Nano.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	24
Figura 2. Promedio de la glucemia de crías de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) según sexo en Macusani – Puno, 2018	25
Figura 3. Frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018	27
Figura 4. Frecuencias de la glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>) en Macusani – Puno, 2018.....	29
Figura 5. Toma de muestras sangre mediante venopunción en la vena yugular.....	37
Figura 6. Introducción de la tira reactiva con una gota de sangre en el glucómetro.....	37
Figura 7. Lectura de resultados de la glucemia en el glucómetro	39

**“GLUCEMIA EN CRÍAS DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*), EN MACUSANI
– PUNO 2018”**

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Introducción

Las especies domésticas, alpaca y llama, constituyen el principal medio de subsistencia de un vasto sector de la población de las zonas alto andinas del Perú, a través del aporte de fibra, carne, energía de trabajo y otros subproductos. La crianza de alpacas y llamas en el Perú se desarrolla en la región andina de la sierra, particularmente sur y central, altitudes que van de los 3 800 hasta más de 5 000 metros sobre el nivel del mar. Entre los 3 800 y 4 000 m de altitud, la crianza de alpacas y llamas por lo general se combina con la de otras especies animales y algunos cultivos, pero encima de los 4 000 m la actividad predominante es la crianza de camélidos, en particular alpacas (1).

La alpaca (del quechua allpaqa, paqu) (*Vicugna pacos*) es una especie doméstica de mamífero artiodáctilo de la familia Camelidae, que mantiene una alta concentración de glucosa en la sangre (media: 7.0 mmol/L; rango: 4.6 a 8.9 mmol/L), semejante a un animal no rumiante, también muestran respuestas hiperglicémicas extremas (concentraciones de glucosa en sangre de 11.1 a 16.6 mmol/L) en respuesta a situaciones de estrés (2).

La gestación y la lactación son etapas fisiológicas que modifican el metabolismo de los animales. La identificación de cambios en el metabolismo de los animales durante su vida reproductiva podría llevar a identificar y predecir algunos desórdenes metabólicos. Los perfiles metabólicos han sido usados para predecir problemas metabólicos pre y posparto, para el diagnóstico de enfermedades metabólicas y para la evaluación de estado nutricional del animal como por ejemplo, la glucosa (3).

La resistencia a la insulina también puede dar como resultado una hiperglucemia, pero se necesitaría una fuente de energía alternativa. Los camélidos pueden metabolizar de manera preferencial los ácidos grasos volátiles de cadena corta, que podrían obtenerse fácilmente de la fermentación del intestino anterior de las dietas basadas en forraje. De manera más realista, una combinación de estos factores podría explicar la concentración de glucosa observada en bovinos más alta en los camélidos (4).

Por estas consideraciones, se llevó a cabo esta investigación que tuvo como objetivo evaluar la glucemia en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, departamento de Puno, determinando los niveles de glucosa en sangre de crías machos y hembras de alpaca Huacaya. Se obtuvo los estadísticos descriptivos generales y por sexo, como también se realizó un ANOVA para determinar si existe diferencia significativa estadísticamente entre sexos.

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la glucemia en crías machos y en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), Macusani – Puno, 2018. Es así que esta investigación fue de tipo descriptivo, transversal y prospectivo, de diseño no experimental. Por conveniencia se trabajó con 100 animales (50 machos y 50 hembras) y de cada uno se tomó una muestra de sangre, haciendo un total de 100 muestras analizadas de crías de alpaca del distrito de Macusani (4321 m s.n.m.), provincia de Carabaya y departamento de Puno. Los niveles séricos de Glucosa fueron determinados a través de un medidor de glucemia Accu-Chek® Performa Nano que facilita y agiliza los controles de glucemia. En el estudio se muestra que el promedio para el nivel de glucosa sanguínea en crías de alpacas Huacaya es de 118.45 ± 23.99 mg/dL, no encontrándose una diferencia significativa estadísticamente entre sexos. Además un valor mínimo de 78 mg/dL y un valor máximo de 204 mg/dL de sangre. Asimismo, encontramos un promedio de 114.42 mg/dL para crías machos de alpaca Huacaya y 122.48 mg/dL para crías hembras de alpaca Huacaya. Recomendamos considerar como hipoglucemia a todas aquellas crías de alpaca Huacaya que tengan valores inferiores a 94.46 mg/dL y con hiperglucemia aquellas que superen los 142.44 mg/dL.

Palabras clave: Glucemia, glucómetro, crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*).

Abstract

The objective of the research was to determine blood glucose levels in male pups and females of Huacaya alpaca (*Vicugna pacos*), Macusani - Puno, 2018. Thus, this research was descriptive, transversal and prospective, with no experimental design. For convenience we worked with 100 animals (50 males and 50 females) and from each one a blood sample was taken, making a total of 100 analyzed samples of alpaca pups from Macusani district (4321 m asl), Carabaya province and department of Puno. Serum Glucose levels were determined through an Accu-Chek® Performa Nano blood glucose meter that facilitates and speeds up glycemic control. The study shows that the average blood glucose level in Huacaya alpaca pups is 118.45 ± 23.99 mg / dL, not finding a statistically significant difference between sexes. In addition, a minimum value of 78 mg / dL and a maximum value of 204 mg / dL of blood. Likewise, we found an average of 114.42 mg / dL for Huacaya alpaca male offspring and 122.48 mg / dL for Huacaya alpaca female offspring. We recommend considering as hypoglycemia all those Huacaya alpaca pups that have values lower than 94.46 mg / dL and with hyperglycemia those that exceed 142.44 mg / dL.

Keywords: Glycemia, glucometer, alpaca pups Huacaya (*Vicugna pacos*).

Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

La alpaca (del quechua allpaqa, paqu) (*Vicugna pacos*) es una especie doméstica de mamífero artiodáctilo de la familia Camelidae. Evolutivamente está emparentada con la vicuña, aunque en las poblaciones actuales hay una fuerte introgresión genética de la llama (*Lama glama*) (5).

Algunos estudios realizados en camélidos sobre el metabolismo de la glucosa reportan diferencias con otras especies. Es así que en contraste con los rumiantes, las llamas y las alpacas mantienen una alta concentración de glucosa en sangre (media: 7.0 mmol/L; rango: 4.6 a 8.9 mmol/L), semejante a un animal no rumiante. Las llamas y las alpacas también muestran respuestas hiperglicémicas extremas (concentraciones de glucosa en sangre de 11.1 a 16.6 mmol/L) en respuesta a situaciones de estrés. El elevado nivel de glucosa en sangre podría ser explicado por una lenta y moderada resistencia a la insulina que se observa en estas especies, característica similar a una condición de diabetes en el humano (2).

La diarrea neonatal infecciosa y no infecciosa en crías de alpaca merma la salud del animal, lo que se refleja en alteraciones en los parámetros fisiológicos. Estas enfermedades causan en el animal una serie de trastornos, que incluyen alteraciones hematológicas, bioquímicas, electrolíticas y de absorción de nutrientes, como el transporte de glucosa durante la lactación (6).

La concentración de metabolitos sanguíneos representa un índice integrado de la adecuación del suministro de nutrientes con relación a su utilización dando una idea del estado nutricional y metabólico en un momento determinado, los perfiles metabólicos han sido utilizados en el ganado vacuno para ayudar en el diagnóstico de problemas metabólicos y enfermedades de la producción e identificar vacas superiores (7). También es conocido que el hábitat de las alpacas se encuentra distribuido en la cordillera oriental o puna húmeda en mayor proporción y en la cordillera occidental o puna seca, cuya alimentación básica constituyen los pastos naturales, que presentan algunas limitaciones como la baja soportabilidad por efecto de sobrepastoreo, así mismo la mayor población de alpacas y llamas se encuentra en poder de comunidades campesinas y pequeños

productores, conducidos bajo un sistema propio de las comunidades, con deficiencias en el recurso forrajero y fuentes de agua, llevando a una mortalidad en crías de alpaca Huacaya del 15% (8) y en algunos rebaños los índices de mortalidad llegan entre el 40% a 60% (9).

1.2 Enunciado

1.2.1 General

¿Cuál es el nivel de glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018?

1.2.2 Específicos

- ¿Cuál es el nivel de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018?
- ¿Cuál es el nivel de glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar el nivel de glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018.

1.3.2 Específicos

- Determinar el nivel de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018.
- Determinar el nivel de glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018.

1.4 Justificación

Esta investigación nos permitió conocer el estado nutricional de crías de alpaca Huacaya, el cual puede tener impacto sustancial sobre el conocimiento del metabolismo en camélidos y el desarrollo de estrategias de manejo en esta especie a esta edad tan peculiar y susceptibilidad de perder la vida. Asimismo el conocimiento de los niveles de glucosa nos permitiría conocer manifestaciones clínicas de ciertas enfermedades en el rebaño de crías

de alpacas y poder tomar las medidas correctivas. Este trabajo se realiza con el fin de dar a conocer a los productores de alpacas la importancia de la alimentación en crías de alpacas Huacaya. Además dicho trabajo servirá como base para posteriores trabajos de investigación.

Es un enigma el cómo pueden las llamas y las alpacas mantener estas altas concentraciones de glucosa en sangre y mostrar tal hiperglucemia en una situación dietética que aparentemente es limitada en los precursores de glucosa o glucosa disponibles. En los animales rumiantes, la glucosa se obtiene principalmente por gluconeogénesis hepática usando propionato de la fermentación ruminal de azúcares y almidones. Dadas las bajas cantidades de azúcares y almidón en la dieta típica de los camélidos, la producción de glucosa a partir del propionato se consideraría mínima. Los aminoácidos también pueden ser un sustrato para la gluconeogénesis. Quizás los camélidos utilizan aminoácidos en apoyo del contenido de glucosa en sangre, lo que posiblemente explicaría las concentraciones observadas más altas de SUN (nitrógeno ureico sérico) (4).

3.1 Delimitación

Se trabajó con crías de alpaca de la raza Huacaya (machos y hembras), cuyo proceso de muestreo se realizó en el departamento de Puno, provincia de Carabaya, en el distrito de Macusani, que se encuentra ubicado en el extremo Nor - Oeste del departamento de Puno a 252,5 kms. Teniendo por coordenadas: 14° 04' 30'' S 70° 26' 20'' O /- 14.06861111, - 70.43138889. Longitud Oeste, a una altitud de 4,321 m s.n.m, tiene una época lluviosa (diciembre a marzo) se caracteriza por una temperatura ambiental media de 10 °C, con moderada precipitación pluvial (15,7 milímetros al año) y humedad relativa de 82%. (10)

Capítulo II. Marco Teórico

4.1 Antecedentes

En la investigación realizada por Escalante (2017), cuyo trabajo de investigación fue “Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) menores de dos meses”. Teniendo como objetivo determinar los valores hematológicos, bioquímicos y urinarios en crías alpacas aparentemente sanas. Se tomaron muestras de sangre, plasma y orina en 30 crías menores a 2 meses, provenientes del CIP “La Raya” UNA - Puno. El promedio para la concentración de glucosa en suero sanguíneo fue $103.06 \text{ mg/dL} \pm 3.96$, con valores extremos de 70 a 149.73 mg/dL (11).

Por otro lado Jiménez (2014), publica unos resultados de un estudio en el que el objetivo fue evaluar la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina en crías de llama del Centro de Investigación y Desarrollo (Lachocc), localizado en la región de Huancavelica. Se utilizaron 12 crías de llama menores de 1 año en ayuno durante 12 horas. Se determinó una concentración de glucosa e insulina basal de $112.5 \pm 10.8 \text{ mg/dl}$ y $1.9 \pm 1.5 \text{ } \mu\text{IU/L}$ respectivamente. Las muestras fueron extraídas de la vena yugular antes (línea base, 0 minutos) y a los 5, 10, 15 y 20 minutos después de la administración de los tratamientos. La concentración máxima promedio de glucosa e insulina fue de $192.8 \pm 26.6 \text{ mg/dl}$ y $5.2 \pm 2.3 \text{ } \mu\text{IU/L}$ respectivamente (12).

Siguas *et al.*, (2007), presentan un estudio en el cual determinaron “Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica: aportes al perfil metabólico de la especie” y dentro de esta investigación determinaron las concentraciones plasmáticas de glucosa, en alpacas Huacaya adultas, para ello se utilizaron 43 alpacas (38 machos y 5 hembras) a quienes se les extrajo muestras de sangre en los meses más representativos de cada estación (marzo y agosto) mediante punción en la vena yugular utilizando tubos al vacío. El análisis de las muestras se realizó a través de espectrofotometría visible. Los datos fueron analizados a través de un ANOVA de una sola vía. Los resultados obtenidos para glucosa, para la estación de seca y húmeda fueron: $136,3 \pm 64,0 \text{ mg/dL}$ y $183,2 \pm 10,3 \text{ mg/dL}$; respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en los niveles de glucosa ($p < 0,01$) entre estaciones del año; de otro lado. Estas diferencias obedecerían a cambios en el flujo de nutrientes

influenciados directamente por la disponibilidad de materia seca desde la pradera en cada estación evaluada (7).

Asimismo, Rodríguez *et al.* (2016), publican unos resultados de un estudio en el que el objetivo fue relacionar los valores bioquímicos séricos fetales y maternos durante los tres tercios de gestación de la alpaca (*Vicugna pacos*), en los cuales se utilizaron 24 alpacas gestantes y sus respectivos fetos para determinar los niveles de glucosa (G). El número de animales para el primer, segundo y tercer tercio de la gestación fue de 6, 7 y 11, respectivamente. Los niveles séricos de glucosa fetal fueron 234.3 ± 11.4 mg/dL y maternal fue de 138.7 ± 8 mg/dL. Las correlaciones materno-fetales fueron de G: 0.81. Los valores bioquímicos séricos siempre fueron significativamente diferentes (a partir de $p < 0.05$) en el último tercio de gestación, tanto en fetos como en madres. Concluyeron que los parámetros bioquímicos se incrementaron hacia el término de la gestación y la mayor parte de los perfiles séricos guardan una relación positiva entre las madres y sus fetos (3).

En otro estudio, planteado por Huaynates *et al.*, (2016), relacionaron la glucemia materno gestacional con la glucemia fetal y el desarrollo del páncreas endocrino fetal, para ello se utilizaron 18 alpacas gestantes y sus respectivos fetos. Los animales y los fetos se distribuyeron en los tres tercios del periodo de gestación ($n = 3, 4$ y 11 para el primer, segundo y tercer tercio, respectivamente). La relación entre los niveles de glucosa materno y los niveles de glucosa fetal, número de islotes de Langerhans (IL) por área (N° IL/mm² fetal y diámetro de los IL fetal fue de $r: 0.98, 0.99, 0.93$, respectivamente. Los niveles de glucosa sanguínea (mg/dL) en los fetos y las madres fue de 208 ± 3.5 y 126.5 ± 2.2 en el primer tercio de la gestación, respectivamente; de 229 ± 14.6 y 126.5 ± 9.5 en el segundo tercio; y de 266 ± 16.2 y 163.2 ± 12.3 en el tercer tercio, respectivamente ($p < 0.001$; Figura 2). Las correlaciones entre los niveles de glucosa de las madres con los niveles de glucosa fetal, el N° IL/mm² fetal y el diámetro de los IL fetales fueron de $0.98, 0.99, 0.93$, respectivamente, lo que indicaría una marcada influencia de la glucosa materno en el desarrollo del páncreas endocrino fetal (2).

Sanchez (2009), estudió la influencia del sexo sobre algunos parámetros bioquímicos en alpacas a condiciones de Huancavelica, se determinaron concentraciones plasmáticas de glucosa en alpacas Huacaya adultas de ambos sexos. Se utilizaron 380 alpacas (190 machos y 190 hembras) a quienes se les extrajo muestras de sangre mediante punción en la vena yugular utilizando tubos al vacío. El análisis de las muestras se realizó a través de

espectrofotometría visible. Los datos fueron analizados a través de un Anova de una sola vía. Los resultados obtenidos para machos respecto a glucosa fueron en un rango de 44.55 a 261.56 mg/dL y un promedio de $108,50 \pm 36,07$ mg/dL y los valores que se obtuvieron para hembras se encontró en un rango de 43.19 a 268.36 mg/dL y una media de $107,82 \pm 40,33$ mg/dL respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p > 0,05$) entre los valores bioquímicos estudiados. Esto obedecería al flujo de nutrientes influenciados directamente por la disponibilidad de materia seca desde la pradera en la estación evaluada (13).

Otras especies de camélidos como la vicuña, también fueron estudiadas y en ellos se determinaron el “Perfil sanguíneo de vicuñas del CIDCS Lachocc Huancavelica” y pudo observarse en el plasma sanguíneo a la glucosa (mg/dL) en un rango de 113,94 a 346,25 y con un promedio de $211,43 \pm 90,23$ en vicuñas machos; mientras que en hembras estos valores tuvieron un rango de 33,67 a 304,08 con una media de $166,24 \pm 77,44$ (14).

También se analizaron componentes bioquímicos del plasma seminal de llama (*Lama glama*) en tres edades y a partir de los análisis realizados se tuvo los siguientes resultados: Las concentraciones de glucosa en el plasma seminal alcanzaron los 6.246 ± 0.716 mg/dL (15).

Arenas (2014), En el presente estudio cuyo título es “Comparación de los valores de glucemia en sangre completa, suero y plasma de una población de caninos clínicamente sanos en Bogotá”, realizó la medición de glucosa, por medio de un glucómetro portátil marca ACCU-CHECK performan nano® de Laboratorios Roche. Se incluyeron 40 perros clínicamente sanos con ayuno de 12 horas, a cada ejemplar se le realizó la toma de una muestra de sangre de la vena cefálica y se procedió a valorar la glucosa con el uso del glucómetro portátil. La media de glicemia (mg/dl) en la sangre entera 84.250 mg/dl, en el plasma 105.15 mg/dl, en el suero 110.38 mg/dl. Con respecto a las muestras procesadas en laboratorio tuvo una variación entre 84 y 110 mg/dl (16).

4.2 Marco referencial

4.2.1 Glucosa

Es un monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de

la molécula (es un grupo aldehído). Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. Su rendimiento energético es de 3,75 kilocalorías por cada gramo en condiciones estándar. Es un isómero de la fructosa, con diferente posición relativa de los grupos - OH y = O. El término «glucosa» procede del idioma griego γλεῦκος (gleûkos; "mosto", "vino dulce"), y el sufijo «-osa» indica que se trata de un azúcar. La palabra fue acuñada en francés como "glucose" (con anomalía fonética) por Dumas en 1838; debería ser fonéticamente "gleucosa" (o "glicosa" si partimos de glykos, otro lexema de la misma raíz). La glucosa, libre o combinada, es el compuesto orgánico más abundante de la naturaleza. Es la fuente primaria de síntesis de energía de las células, mediante su oxidación catabólica, y es el componente principal de polímeros de importancia estructural como la celulosa y de polímeros de almacenamiento energético como el almidón y el glucógeno. A partir de su estructura lineal, la D-glucosa sufre una ciclación hacia su forma hemiacetalica para dar sus formas furano y pirano (D-glucofuranosa y F-glucopiranosas) que a su vez presentan anómeros alfa y beta. Estos anómeros no presentan diferencias de composición estructural, pero sí diferentes características físicas y químicas. La glucosa es uno de los tres monosacáridos dietéticos, junto con fructosa y galactosa, que se absorben directamente al torrente sanguíneo durante la digestión. Las células lo utilizan como fuente primaria de energía y es un intermediario metabólico. La glucosa es uno de los principales productos de la fotosíntesis y combustible para la respiración celular. Todas las frutas naturales tienen cierta cantidad de glucosa (a menudo con fructosa), que puede extraerse y concentrarse para preparar un azúcar alternativo. Sin embargo, a escala industrial tanto el jarabe de glucosa (disolución de glucosa) como la dextrosa (glucosa en polvo) se obtienen a partir de la hidrólisis enzimática de almidón de cereales (generalmente trigo o maíz). (17) (18) (19) (20).

2.2.2 Examen de glucemia

Es un examen que mide la cantidad de un azúcar llamado glucosa en una muestra de sangre. La glucosa es una fuente importante de energía para la mayoría de las células del cuerpo, incluyendo a las del cerebro. Los carbohidratos se encuentran en los frutos, los cereales y producto de la lactación. Se absorben rápidamente en glucosa en el cuerpo. Esto eleva su nivel de glucosa en la sangre. Las hormonas producidas en el cuerpo ayudan a controlar el nivel de glucosa en la sangre (21).

2.2.3 Alpaca

Las alpacas, cuyo nombre científico es *Vicugna pacos*, son las más numerosas de los cuatro camélidos sudamericanos. Con una población de aproximadamente 3,5 millones de animales en el Perú, que representan el 75% de la población mundial, es el principal medio de subsistencia de miles de familias alto andinas. Pueden medir entre 1,20 a 1,50 m y llegar a pesar entre 45 a 79 kg. Tiene una silueta más pequeña y curva que la llama y en la frente presenta un clásico mechón de fibra. Allí, a más de 4000 msnm en una geografía impresionante, donde la diferencia de temperaturas entre el día y la noche alcanza a 30°C, miles de familias campesinas crían rebaños de alpacas, como lo han hecho por miles de años, esquilando y vendiendo anualmente la fibra de estos animales, convirtiéndose así en su principal fuente de ingresos anuales (22) (23).

Existen dos variedades de alpaca: Huacaya y Suri. La alpaca Huacaya es la más numerosa en el Perú (93% de la población), tiene una fibra corta, rizada, densa y esponjosa que cubre casi todo su cuerpo dejando solo su cara y patas cubiertas con pelo corto. La alpaca Suri tiene una fibra lacia, sedosa, larga y de excepcional brillo. La alpaca es trasquilada con cuchillos o tijeras por lo general una vez al año durante la época de esquila: Noviembre a Abril. La producción por animal es muy variable, pudiéndose obtener generalmente un promedio de 5 libras por animal, aunque hay ejemplares que pueden rendir hasta 15 libras por vellón. El color de la fibra es variado (hasta 22 colores), pero es más uniforme que el de la llama, y va del blanco al negro, presentando tonalidades de marrón, gris y colores naturales. Esta es una característica que no es posible encontrar en otras fibras naturales, de las llamadas 'nobles', utilizadas para la fabricación de textiles. Las fibras son clasificadas manualmente de acuerdo a su finura en calidades como Royal Alpaca (menos de 19 micrones), Baby Alpaca (22,5 micrones), Super Fine Alpaca (25,5 micrones), Huarizo (29 micrones), Gruesa (32 micrones) y Mixed Pieces (fibras cortas por lo general sobre los 32 micrones). Los nombres de estas calidades no reflejan necesariamente edades en los animales u otras características fenotípicas. La calidad Baby, por ejemplo, se refiere a productos (tops, hilados, telas, etc.) que tienen en promedio 22,5 micras. Sin embargo la fibra utilizada para lograr esta calidad no necesariamente proviene de animales bebés. Puede fácilmente provenir de un animal adulto pero extremadamente fino. Cada calidad se emplea para crear diferentes productos tales como telas, chalinas, chompas, frazadas, alfombras, etc. mezclándose también con otras fibras generalmente natural (23).

2.2.4 Clasificación taxonómica de la alpaca

- Reino : Animalia
- Filo : Chordata
- Clase : Mammalia
- Orden : Artiodactyla
 - Sub-orden : Ruminantia
 - Infra-orden : Tylópoda
- Familia : Camelidae
- Género : Vicugna
- Especie : *V. pacos*

(5) (22) .

2.2.5 Crías de alpacas

La noción de cría se emplea para nombrar al acto y el resultado de criar un ser vivo. El término también puede utilizarse con referencia a la persona o el animal que se encuentra en etapa de crianza y al conjunto de los descendientes que se tienen en un alumbramiento. Alpacas y llamas adultas son capaces de digerir alimentos con un alto contenido de fibra. Sin embargo, en el momento del nacimiento, la cría todavía no está capacitada para ello, y en sus primeras etapas de vida es totalmente dependiente de la leche materna como alimento. Aunque ya en la primera semana de vida se observa que la cría come algo de pasto o algún otro alimento sólido que este a su alcance, solamente a los dos meses de edad los sólidos constituyen un componente importante de su dieta. Por ello es esencial de contar con buena producción de leche materna para que las crías crezcan a buen ritmo. En las primeras etapas de su vida la cría depende casi totalmente del cuidado y del amamantamiento dado por su madre. Las medidas de manejo que preparen adecuadamente a la hembra para el parto y la lactación resultarán en un aumento de la probabilidad de conseguir crías sanas y vigorosas, que crezcan a buen ritmo. Para hacer un buen manejo del rebaño es imperioso practicar el destete. A los seis meses de edad las crías deberían estar prontas para ser destetadas, dejando así un amplio margen de tiempo para que sus madres se recuperen antes de la siguiente parición. El sistema de destete dirigido sólo a interrumpir la lactancia puede mejorar el estado de la hembra, pero no ayuda a la cría. El destete trae aparejados mayores beneficios cuando las madres y sus crías se separan de forma permanente y sus necesidades específicas son

atendidas de forma adecuada. Esto requiere tener un plan de alimentación no solo para el rebaño de hembras, sino también para las crías (24).

2.2.6 Plasma sanguíneo

El plasma es la fracción líquida y acelular de la sangre. Se obtiene al dejar a la sangre desprovista de células como los glóbulos rojos y los glóbulos blancos. Está compuesto por un 90% de agua, un 7% de proteínas, y el 3% restante por grasa, glucosa, vitaminas, hormonas, oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno, además de productos de desecho del metabolismo como el ácido úrico. A estos se les pueden añadir otros compuestos como las sales y la urea. Es el componente mayoritario de la sangre, representando aproximadamente el 55% del volumen sanguíneo total, mientras que el 45% restante corresponde a los elementos formes (tal magnitud está relacionada con el hematocrito (25) (26) (27).

El suero es el remanente del plasma sanguíneo una vez consumidos los factores hemostáticos por la coagulación de la sangre. El plasma es salado, arenoso y de color amarillento translúcido. Además de transportar los elementos formes, mantiene diferentes sustancias en solución, la mayoría de las cuales son productos del metabolismo celular. La viscosidad del plasma sanguíneo es 1,5 veces la del agua. El plasma es una de las reservas líquidas corporales. El total del líquido corporal (60% del peso corporal; 42 L para un adulto de 70 kg) está distribuido en tres reservas principales: el líquido intracelular (21-25 L), el líquido intersticial (10-13 L) y el plasma (3-4 L). El plasma y el líquido intersticial en conjunto hacen al volumen del líquido extracelular (14-17 L) (25) (26).

2.2.7 Fisiología y Bioquímica de la glucosa

2.2.7.1 Digestión de carbohidratos del almidón

La mayoría de los carbohidratos en los mamíferos se obtienen de la dieta, entre estos se encuentran polisacáridos como el almidón, la celulosa y dextrinas (productos de la hidrólisis incompleta del almidón que con yodo se tiñen rojo, el almidón por el contrario, azul) y disacáridos como la sacarosa (fructofuranósido de glucopiranosido o simplemente azúcar de mesa) que está formada por una molécula de glucosa (una piranosa) y otra de fructosa (una furanosa). La función más importante de la saliva es humedecer y lubricar el bolo alimenticio, desde el punto de vista digestivo es importante por contener a la

amilasa salival o ptilina, enzima que hidroliza diversos tipos de polisacáridos. El pH de la saliva es cercano a la neutralidad, por lo que en el estómago esta enzima se inactiva totalmente, de tal suerte que los carbohidratos no sufren modificaciones de importancia en este órgano. Es hasta el intestino donde los disacáridos y los polisacáridos deben ser hidrolizados en sus unidades monoméricas para poder atravesar la pared intestinal y tomar así el torrente sanguíneo para llegar a las células e ingresar al interior para ser utilizados en cualquiera de las funciones en que participan (energética, de reconocimiento, estructural o como precursor de otras moléculas). En el duodeno se vierte el jugo pancreático que contiene entre otros muchos elementos, amilasa pancreática (Su pH óptimo es de 7.1 y rompe al azar los enlaces alfa, 1-4 del almidón), diastasa o amilopsina, esta última muy parecida a la enzima salival. En la digestión de los carbohidratos intervienen diferentes enzimas que desempeñan cada una funciones diferentes y que por tanto, tienen especificidades diferentes. Para romper las ramificaciones se necesita a la amilo-1-6-glucosidasa. La reacción de hidrólisis, consiste en el rompimiento de uniones covalentes por medio de una molécula de agua. La hidrólisis de un enlace glucosídico se lleva a cabo mediante la disociación de una molécula de agua. El hidrógeno del agua se une al oxígeno del extremo de una de las moléculas de azúcar; el OH se une al carbono libre del otro residuo de azúcar. El resultado de esta reacción, es la liberación de un monosacárido, dos si la molécula hidrolizada fue un disacárido o bien el polisacárido-1, dependiendo de la molécula original (28).

2.2.7.2 Absorción de glucosa

La glucosa, es transportada al interior celular por medio de proteínas específicas que facilitan el transporte localizadas en la membrana celular. Estas proteínas, reconocen a la glucosa y a otras aldohexosas, e incrementan la velocidad del paso de glucosa hacia adentro o afuera de la célula, según sean las necesidades energéticas del organismo. Cuando el organismo se encuentra en reposo, los carbohidratos no utilizados inmediatamente, son introducidos al interior celular para almacenarse en forma de glucógeno en los animales o almidón en los vegetales. En condiciones de alta demanda energética -ejercicio- primeramente se utilizan las reservas internas de las células y posteriormente, en el caso de los animales, el hígado que es el órgano de almacenamiento de carbohidratos, secreta glucosa al

torrente sanguíneo para mantener la glicemia en niveles normales. Una vez producida la digestión de los polisacáridos, los oligosacáridos resultantes son desdoblados en sus componentes por las enzimas localizadas en las microvellosidades de los enterocitos en el duodeno y yeyuno: la lactasa separa la sacarosa en glucosa y galactosa; la sacarasa, descompone la sacarosa en glucosa y fructosa; la α -dextrinasa (o isomaltasa) rompe las dextrinas de límite produciendo moléculas de glucosa y la glucoamilasa convierte los maltooligosacáridos en unidades de glucosa. Todas estas enzimas son muy activas en el yeyuno proximal y van disminuyendo paulatinamente en el resto del intestino delgado. La glucosa junto a la galactosa y la fructosa salen de la célula atravesando la membrana basolateral para pasar a la circulación sanguínea mediante una proteína de transporte facilitado el GLUT2. (29)

2.2.7.2 Insulina y glucosa

Se define como resistencia a la insulina (RI) a la disminución de la acción biológica de esta hormona en el organismo. Este defecto produce alteraciones en sus acciones metabólicas (homeostasis de la glucosa, metabolismo lipídico y proteico) y no metabólicas (exacerbación de efectos mitogénicos). En la ausencia de una falla de la célula beta, el páncreas compensa esta situación aumentando la secreción de insulina generando un estado de hiperinsulinemia. La evaluación de la RI es actualmente una preocupación y necesidad de investigadores, epidemiólogos y clínicos dada su asociación con entidades clínicas tales como diabetes mellitus tipo 2 (DM 2), hipertensión arterial, dislipidemia, hiperuricemia, esteatosis hepática, síndrome de ovario poliquístico y síndrome metabólico^{1,2}. Entre los métodos disponibles, para evaluar la RI, el clamp euglicémico-hiperinsulinémico es método gold standard³. Sin embargo, dadas las dificultades técnicas de este método, ha sido reservado para fines de investigación. En este contexto existen otros métodos de mayor aplicabilidad clínica destacando entre ellos la prueba de tolerancia oral a la glucosa con insulinemias (PTGO). Este test consiste en la medición de insulinemias y glicemias en ayuno y a los 30, 60, 90 y 120 min posterior a la ingesta de una carga oral de 75 g de glucosa. Originalmente fue diseñado para clasificar a los individuos según su grado de tolerancia oral a la glucosa⁴, sin embargo, los resultados de las insulinemias son utilizados para estimar la RI de los individuos. (30)

2.2.7.3 Glucolisis

La glucólisis o glicólisis (del griego glycos, azúcar y lysis, ruptura), es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo. Durante la glucólisis se obtiene un rendimiento neto de dos moléculas de ATP ; el ATP puede ser usado como fuente de energía para realizar trabajo metabólico, mientras que el NADH puede tener diferentes destinos. Puede usarse como fuente de poder reductor en reacciones anabólicas; si hay oxígeno, puede oxidarse en la cadena respiratoria, obteniéndose 5 ATP (2.5 por cada NADH); si no hay dióxígeno, se usa para reducir el piruvato a lactato (fermentación láctica), o a CO₂ y etanol (fermentación alcohólica), sin obtención adicional de energía. La glucólisis es la forma más rápida de conseguir energía para una célula y, en el metabolismo de carbohidratos, generalmente es la primera vía a la cual se recurre. Se encuentra estructurada en 10 reacciones enzimáticas que permiten la transformación de una molécula de glucosa a dos moléculas de piruvato mediante un proceso catabólico. (31)

2.2.7.4 Ciclo de Krebs

El ciclo de Krebs (de los ácidos tricarbóxicos o del ácido cítrico) es una vía metabólica presente en todas las células aerobias, es decir, las que utilizan oxígeno como aceptor final de electrones en la respiración celular. En los organismos aerobios las rutas metabólicas responsables de la degradación de los glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos convergen en el ciclo de Krebs, que a su vez aporta poder reductor a la cadena respiratoria y libera CO₂. El catabolismo oxidativo de glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos puede dividirse en tres etapas, de las cuales el ciclo de Krebs es la segunda. En la primera etapa, que incluye a las vías catabólicas de ácidos grasos y a la glucólisis se genera acetil-CoA (2C). Los aminoácidos pueden dar indirectamente acetil CoA, o directamente intermediarios del ciclo de Krebs. En la tercera etapa el poder reductor aportado por el ciclo de Krebs es drenado hasta el oxígeno a través de los transportadores de cadena respiratoria (NADH.H, FADH₂, CoQ y citocromos) y parte de la energía liberada se emplea en la síntesis de ATP por fosforilación oxidativa. (32)

2.2.7.5 Fosforilación oxidativa

Es la transferencia de electrones en la cadena de transporte de electrones es energéticamente favorable porque el NADH es un poderoso donador de electrones y el Oxígeno molecular es un potente aceptor de electrones. De hecho el flujo neto de electrones desde el NADH hasta el Oxígeno resulta en la síntesis de ATP. La fosforilación oxidativa es una serie de eventos químicos que llevan a la síntesis de ATP: Es un proceso bioquímico que ocurre en las células. Es el proceso metabólico final (catabolismo) de la respiración celular, tras la glucólisis y el ciclo del ácido cítrico. De una molécula de glucosa se obtienen 38 moléculas de ATP mediante la fosforilación oxidativa. Dentro de las células, la fosforilación oxidativa se produce en las membranas biológicas. En procariotas es la membrana plasmática y en eucariotas es la membrana interna de las dos de que consta la mitocondrial. El NADH y FADH₂, moléculas donadores de electrones que "fueron cargadas" durante el ciclo del ácido cítrico, se utilizan en un mecanismo intrincado (que implica a numerosas enzimas como la NADH-Q reductasa, la citocromo c oxidasa y la citocromo reductasa), gracias a la bomba H⁺ que moviliza los protones contra un gradiente de membrana. (33)

2.2.8 Glucómetro

2.2.8.1 Definición

Es un dispositivo portátil que permite la determinación analítica de niveles de glucemia mediante el análisis rápido de una gota de sangre, obtenida preferentemente por punción cutánea, colocada sobre una tira específica. (34)

2.2.8.2 Descripción del equipo

El medidor de glucemia Accu-Chek® Performa facilita y agiliza los controles de glucemia. Está listo para usar al sacarlo de la caja, sin tener que configurarlo. Cada medidor usa tiras reactivas Accu-Chek® Performa y un dispositivo de punción Accu-Chek®. Viene con alertas útiles que le recuerdan medirse antes y después de las comidas y brinda información valiosa que apoya las decisiones que tome en el tratamiento para una vida saludable y activa (35).

Además de esto en el presente estudio se utilizó el glucómetro ACCU CHECK Perfonan Nano® de laboratorios Roche se clasifica como un biosensor enzimático, o sensor biológico (biosensor), este dispositivo se basa en el reconocimiento de un analito en particular, mediante la utilización de un compuesto biológicamente activo también llamado bioreceptor (enzima, tejido, célula o ácido nucleico), el cual se inmoviliza sobre la superficie de un dispositivo denominado transductor que permite medir la alteración producida por el bioreceptor y convertirla en una señal eléctrica. Se realizaron diferentes investigaciones en los cuales los resultados indican que diferentes medidores comerciales comparados entre si y las tiras reactivas ensayadas son muy precisos en la determinación de las concentraciones de glucosa en sangre en el perro, sin embargo, al ser comparado Accu Check con otros equipos, dio los más altos coeficientes en términos de precisión, reproducibilidad de los resultados y de correlación como tal, lo que nos indica que es de gran valor clínico, el uso de este dispositivos para el diagnóstico veterinario (36).

2.2.8.3 Exactitud

Se define como exactitud la concordancia entre las mediciones del sistema de ensayo (glucómetro, en este caso) y las del valor de la glucemia del laboratorio (Gold standard). Los criterios de exactitud se determinan por:

- La Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Es la entidad responsable de marcar la normativa de los glucómetros, entre otros sistemas. La Norma ISO 15197, que se aplica a fabricantes y a otras organizaciones que tienen responsabilidad para evaluar el comportamiento de los glucómetros, marca que el grado mínimo de exactitud aceptable supone que el 95% de los resultados deben estar dentro de ± 15 mg/dL en valores 75 mg/dL.
- El gráfico de regresión original *error grid analysis*. Cuantifica el grado de exactitud de la medición del glucómetro y valora si las desviaciones observadas en los resultados de medición de la glucosa podrían repercutir en la toma de decisiones clínicas erróneas (37).

2.2.8.4 Precisión

Se define como precisión de un glucómetro la reproducibilidad de las mediciones. Se valora teniendo en cuenta el coeficiente de variación (CV) y la desviación estándar (DE) de las mediciones del glucómetro. Un glucómetro puede ser exacto

pero poco preciso, o viceversa. A título de ejemplo: si se utilizara el glucómetro cuatro veces con una misma muestra de sangre y se obtuviera un resultado de 130 mg/dL cada vez, y el valor obtenido en el laboratorio fuera de 100 mg/dL, se diría que el glucómetro es muy preciso pero poco exacto; al contrario, si los resultados obtenidos fueran 94, 89, 105 y 103 mg/dL, referenciados a una cifra de 100 mg/dL del laboratorio, se diría que el glucómetro es exacto pero poco preciso (37).

2.3 Definición de términos

Hipoglucemia: Clásicamente, se considera que la confirmación de hipoglucemia viene dada por la tríada de Whipple, definida como sintomatología compatible, concentración baja de glucosa y desaparición de los síntomas tras el aumento de la glucemia.

Hiperoglucemia: La Hiperoglucemia es el término médico para el alto azúcar de sangre, que se presenta debido a la incapacidad del cuerpo para quitar la glucosa de la sangre de modo que las células puedan utilizarla para la energía.

Ayuna: Abstenerse total o parcialmente de comer o beber.

Hato: Sitio que, fuera de las poblaciones, eligen los pastores para comer y dormir durante su permanencia allí con el ganado. Hacienda de campo destinada a la cría de toda clase de ganado y principalmente del mayor. Porción de ganado mayor o menor.

Glucemia: La glucemia hace referencia a la presencia de glucosa en la sangre. El término proviene del francés *glycémie* (propuesto por el fisiólogo galo Claude Bernard), por lo que, en ocasiones, aparece traducido como glicemia. La glucemia es un valor científico por el cual se puede medir o calcular la presencia de azúcar en la sangre de una persona o animal.

Cría: Alimentación y cuidado que recibe un bebé o un animal recién nacido hasta que puede valerse por sí mismo. Criar implica alimentar, cuidar y educar al nuevo individuo o ejemplar. Una cría requiere del apoyo material y afectivo de adultos para subsistir y desarrollar todo su potencial.

Capítulo III. Diseño metodológico

3.1 Definición de variables

Variable 1:

Glucemia en crías de alpaca

3.2 Operacionalización de las variables

Variable 1	Dimensión	Indicadores
Glucemia en crías de alpaca	Nivel	glucosa mg/dL
	Sexo	Macho Hembra

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

El nivel de glucemia en crías de alpacas Huacaya alcanza valores altos

3.3.2 Hipótesis específicas

- El nivel de glucemia en crías de alpacas Huacaya machos alcanza valores altos
- El nivel de glucemia en crías de alpacas Huacaya hembras alcanza valores altos

3.4 Tipo y diseño de la investigación

3.4.1 Tipo

El presente estudio es de tipo descriptivo, transversal y prospectivo.

3.4.2 Diseño

No experimental.

3.5 Población y muestra

Por conveniencia se tomó un total de 100 animales (50 machos y 50 hembras) y de cada uno se tomó un total de 01 muestra de sangre, haciendo un total de 100 muestras evaluadas.

Las muestras correspondieron a animales crías machos y hembras de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*).

3.6 Procedimiento de la investigación

3.6.1 Metodología de la extracción de sangre:

- El paciente fue colocado en una posición adecuada (parado), realizando la sujeción y mostrando la parte latero ventral caudal del cuello.
 - Se ubicó la vena (yugular externa) en el surco yugular, luego se desinfecto la parte latero ventral caudal del cuello con una torunda de algodón estéril embebido en alcohol yodado al 10%.
 - Se aplicó la hemostasia, sobre la zona de punción, ajustando con un medio nudo.
 - Se realizó la veno punción utilizando una aguja hipodérmica descartable estéril de longitud mediana (1.5”) de bisel corto, de calibre 25 G, cumpliendo las reglas de asepsia, para luego colocar una gota de sangre (0,6 μ L) en las Tiras Accu-Chek® Performa.
 - Una vez obtenida una gota de sangre (0,6 μ L) en las Tiras Accu-Chek® Performa, introducimos la tira reactiva en el glucómetro (Accu-Chek® Performa Nano) el cual nos dio resultado en aproximadamente 5 segundos.
- **Total de determinaciones:**
 - Se determinó 1 muestra sanguínea por animal.
 - Por sexo 50 determinaciones (50 machos y 50 hembras),
 - El número total de determinaciones fue de 100.
 - **Variable respuesta:**

Los niveles séricos sanguíneos de la glucosa se expresan en miligramos por decilitro de sangre (mg/dL).
 - **De la obtención de datos de nivel de glucosa sanguíneo**

Los niveles séricos de Glucosa fueron determinados a través de un medidor de glucemia Accu-Chek® Performa Nano que facilita y agiliza los controles de glucemia.

3.6.2 Procesamiento y análisis de datos

Obtenidos los datos se procedió a determinar los Promedios y Desviación Estándar. Para luego analizar las diferentes estadísticas entre los sexos, se realizó el diseño

completamente al azar, con 2 sexos: (machos y hembras), y con 01 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

i = sexo: hembra (1), macho (2).

j = repeticiones por sexo [50].

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta u observación.

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto del sexo: hembra (1), macho (2).

β_j = Repeticiones [100].

E_{ij} = Error experimental.

El modelo de ANOVA mostrado se utilizó para cada concentración de los niveles de glucosa en crías de alpacas Huacaya.

3.7 Material de investigación

3.7.1 Instrumentos de investigación

Ficha de datos (resultados). Los datos obtenidos del análisis de las muestras (niveles de glucosa sanguínea) se obtuvieron del equipo Accu-Chek® Performa Nano y se migro a una ficha de datos en Excel.

3.7.2 Diseño de materiales

3.7.2.1 Materiales de campo

- Guantes
- Alcohol yodado al 10%
- Algodón estéril
- Torundas
- Plumón indeleble
- Marcador
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo

- Soguilla

3.7.2.2 Equipos

- Glucómetro (Accu-Chek® Performa Nano)
- Tiras reactivas Accu-Chek® Performa

3.7.2.3 Indumentaria

- Botas
- Mameluco

Capítulo IV. Resultados

4.1 Descripción de los resultados

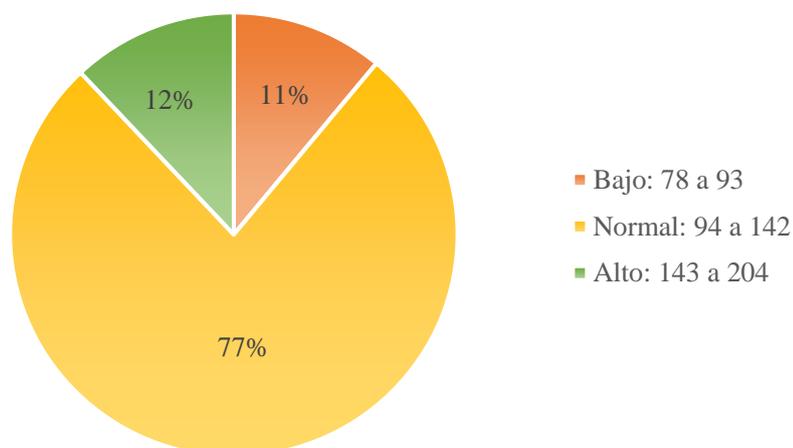
4.1.1 De la glucemia en crías de alpaca Huacaya

Tabla 1. Frecuencias estadísticas de glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

Nivel de glucemia	Frecuencia	Porcentaje
Bajo : 78 a 93	11	11%
Normal: 94 a 142	77	77%
Alto : 143 a 204	12	12%
Total	100	100%

Las frecuencias estadísticas respecto a la glucemia en crías de alpaca Huacaya se muestra en la Tabla 1. Se estableció tres niveles de frecuencia (bajo, normal y alto) considerando como valor normal el promedio general obtenido (118.45 ± 23.99 mg/dL) en la Tabla 3. Existe suficiente evidencia para afirmar que la mayoría de muestras de sangre analizadas se encuentran dentro de un rango normal (77%), superior a los resultados de muestras de sangre con baja glucemia (11%). Además se encontró un nivel alto en un (12%). Considerando nivel bajo a los valores que se encuentran por debajo del promedio general obtenido (78 mg/dL a 93 mg/dL), y considerando alto a los valores que se encuentran por encima del promedio obtenido (143 mg/dL a 204 mg/dL).

Figura 1. Frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.



Las frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca se muestra en la figura 1. La mayoría de muestras de sangre analizadas se encuentran dentro de un rango normal (77%), superior a los resultados de muestras de sangre con baja glucemia (11%), y nivel alto en un (12%).

Tabla 2. Análisis de varianza para la glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) según sexo en Macusani – Puno, 2018.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F calc.	Pr (>F)
Sexo	1	1624	1624.1	2.876	0.0931
Error	98	55341	564.7		
Total	99				

De acuerdo al análisis de varianza al que fueron sometidos nuestros resultados pudimos observar que la glucemia entre sexos en crías de alpacas Huacaya no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$) (Tabla 2) (Figura 2).

Figura 2. Promedio de la glucemia de crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) según sexo en Macusani – Puno, 2018.

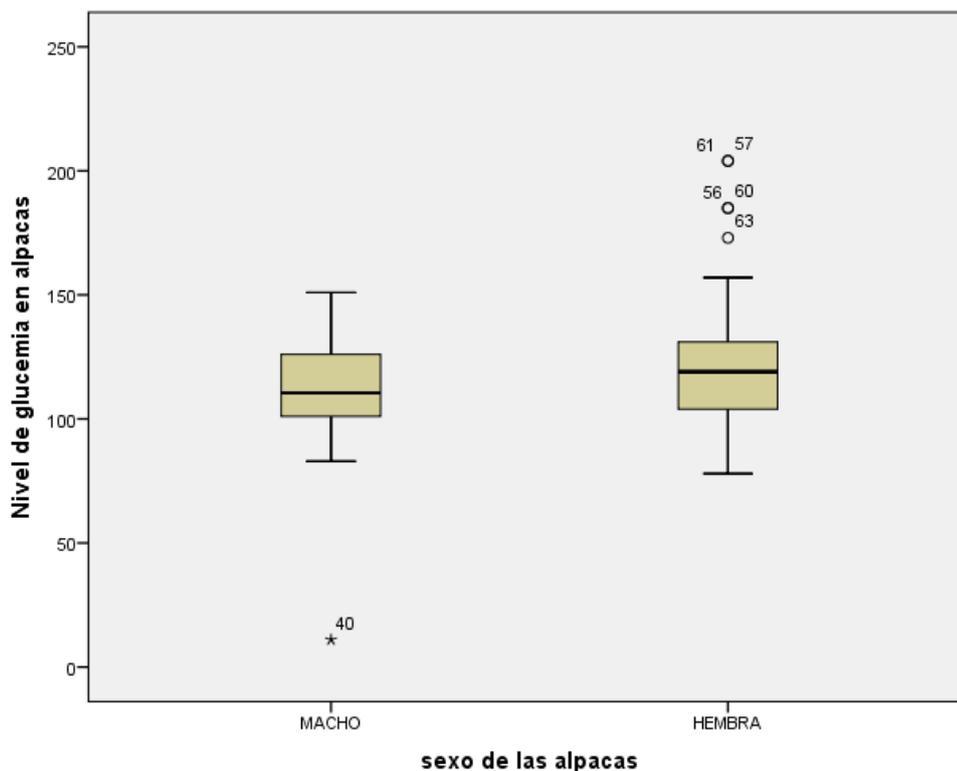


Tabla 3. Estadísticos descriptivos de glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

	Crías de alpaca Huacaya						
	n	X ± D.E	E.E	Varianza	Curtosis	Mínimo	Máximo
Glucemia	100	118.45 ± 23.99	2.4	575.4	2.37	78	204

El estudio mostró que la media para el nivel de glucosa sanguínea en crías de alpacas Huacaya es de 118.45 mg/dL ± 23.99, encontrándose además un valor mínimo de 78 mg/dL y un valor máximo de 204 mg/dL de sangre (Tabla 3).

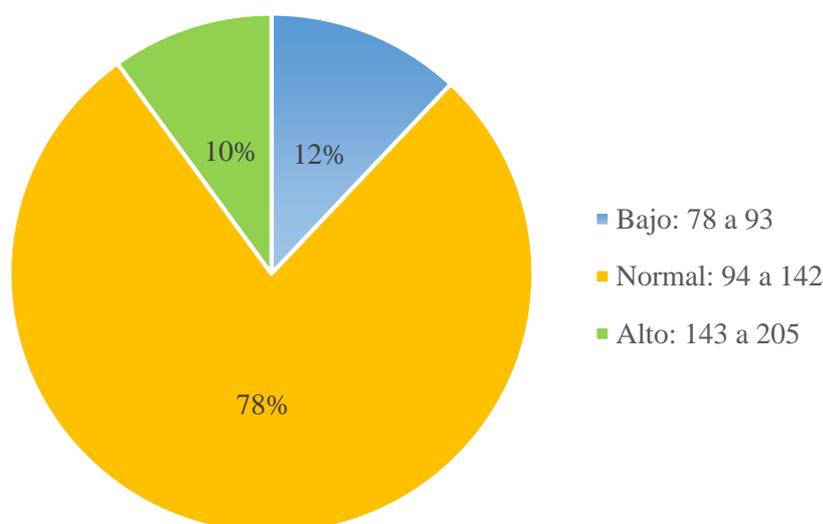
4.1.1.1 De la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya

Tabla 4. Frecuencias estadísticas de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

Nivel de glucemia (mg/dL)	Macho	
	Frecuencia	%
Bajo : 78 a 93	6	12
Normal: 94 a 142	39	78
Alto : 143 a 204	5	10
Total	50	100

Las frecuencias estadísticas respecto a la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya se muestra en la Tabla 4. Se estableció tres niveles de frecuencia (bajo, normal y alto) considerando como valor normal el promedio general obtenido (118.45 ± 23.99 mg/dL) en la Tabla 3. Existe suficiente evidencia para afirmar que la mayoría de muestras de sangre analizadas se encuentran dentro de un rango normal (78%), superior a los resultados de muestras de sangre con baja glucemia (12%). Además se encontró un nivel alto en un (10%). Considerando nivel bajo a los valores que se encuentran por debajo del promedio general obtenido (78 mg/dL a 93 mg/dL), y considerando alto a los valores que se encuentran por encima del promedio obtenido (143 mg/dL a 204 mg/dL).

Figura 3. Frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.



Las frecuencias de la glucemia en crías machos de alpaca se muestra en la figura 3. La mayoría de muestras de sangre analizadas se encuentran dentro de un rango normal (78%), superior a los resultados de muestras de sangre con baja glucemia (12%), y nivel alto en un (10%).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

Glucemia	Macho						
	n	X ± D.E	E.E	Varianza	Curtosis	Mínimo	Máximo
	50	114.42±17.78	2.52	316.21	-0.75	83	151

El estudio mostró que la media para el nivel de glucosa sanguínea en crías macho de alpaca Huacaya es de 114.42 ± 17.78 mg/dL, encontrándose además un valor mínimo de 83 mg/dL y un máximo de 151 mg/dL de sangre. Así también, se evidencia una varianza de 316.21 indicando una dispersión mayor respecto a la media, y un valor negativo de curtosis de -0.75 (Tabla 5).

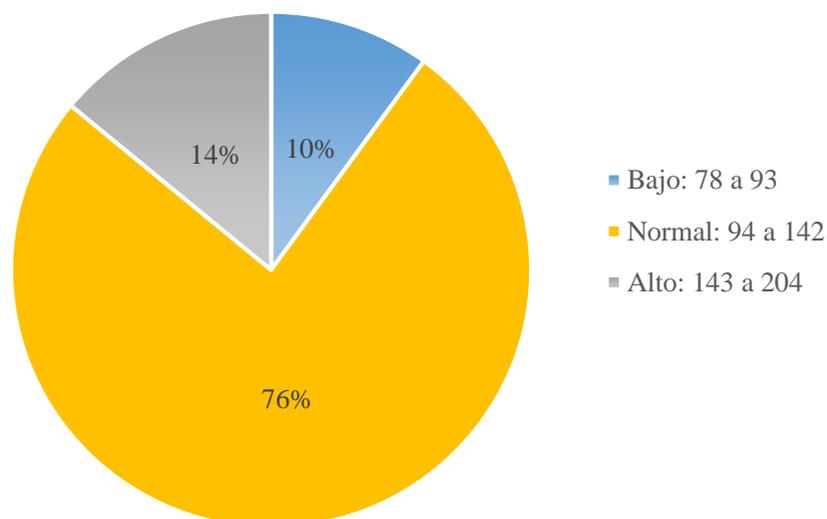
4.1.1.2 De la glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya

Tabla 6. Frecuencias estadísticas de la glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

Nivel de glucemia (mg/dL)	Hembra	
	Frecuencia	%
Bajo : 78 a 93	5	10
Normal: 94 a 142	38	76
Alto : 143 a 204	7	14
Total	50	100

Las frecuencias estadísticas respecto a la glucemia en crías machos de alpaca Huacaya se muestra en la Tabla 6. Se estableció tres niveles de frecuencia (bajo, normal y alto) considerando como valor normal el promedio general obtenido (118.45 ± 23.99 mg/dL) en la Tabla 1. Existe suficiente evidencia para afirmar que la mayoría de muestras de sangre analizadas se encuentran dentro de un rango normal (76%), superior a los resultados de muestras de sangre con baja glucemia (10%). Además se encontró un nivel alto en un (14%). Considerando nivel bajo a los valores que se encuentran por debajo del promedio general obtenido (78 mg/dL a 93 mg/dL), y considerando alto a los valores que se encuentran por encima del promedio obtenido (143 mg/dL a 204 mg/dL).

Figura 4. Frecuencias de la glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.



Frecuencias de la glucemia en crías hembras de alpaca se muestra en la figura 4. Un rango normal (76%), sin embargo se encuentra que un 10% de las muestras analizadas presentan un nivel bajo. De la misma manera se encontró un 14% de niveles altos.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en Macusani – Puno, 2018.

Glucemia	Hembra						
	n	X ± D.E	E.E	Varianza	Curtosis	Mínimo	Máximo
	50	122.48±28.52	4.03	813.19	1.71	78	204

El estudio mostró que la media para el nivel de glucosa sanguínea en crías hembra de alpaca Huacaya es de 122.48 ± 28.52 mg/dL, encontrándose además un valor mínimo de 78 mg/dL y un máximo de 204 mg/dL de sangre. Así también, se evidencia una varianza de 813.19 indicando una dispersión mayor respecto a la media, y un valor negativo de curtosis 1.71 (Tabla 7).

4.2 Discusión de los resultados

Nuestros resultados de la Tabla 3 que contienen Estadísticos descriptivos de glucemia en crías de alpaca Huacaya, son diferentes a los resultados obtenidos por Siguas *et al.*, (2007) Que trabajo con animales adultos, 5 machos y 38 hembras, para determinar los niveles de glucosa sanguínea a través de espectrofotometría de UV obteniendo un promedio de 183.2 ± 10.0 mg/dL en estación húmeda (marzo), las diferencias podrían ser debido a la edad de los animales muestreados y al procesamiento de la muestra.

Por otro lado Escalante (2017) en su trabajo de investigación obtuvo resultados diferente al nuestro (tabla 3), con promedio para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de 103.06 ± 3.96 mg/dL, con valores extremos de 70 a 149.73 mg/dL similares a nuestros rangos. Esto debido a que trabajo con Análisis Bioquímico Sanguíneo que es distinta a la nuestra.

De la misma manera, Rodríguez *et al.*, (2016) obtuvo resultados diferentes a los nuestros (266 ± 16.2 mg/dL) debido a la etapa en que determinó los niveles de glucosa sanguínea ya que trabajo con muestras de sangre de fetos en el último tercio de gestación. De igual forma, Huaynates *et al.*, (2016) tuvieron resultados diferentes a los nuestros (266 ± 16.2 mg/dL), esto debido a la metodología que utilizó para determinar la glucemia (Análisis Bioquímico Sanguíneo) de fetos en el tercer tercio de gestación.

Nuestros resultados de la Tabla 5 y Tabla 7 que contienen Estadísticos descriptivos de glucemia tanto en crías machos y hembras de alpaca Huacaya, son diferentes a los resultados obtenidos por Sánchez *et al.*, (2009), sin embargo cercanos a los promedios obtenidos por dicho autor (macho = $108,50 \pm 36,07$ mg/dL) (hembras = $107,82 \pm 40,33$ mg/dL) esto puede ser debido a que trabajo con alpacas adultas en el tiempo de agosto a marzo, como también puede ser porque determino sus niveles de glucemia a través de espectrofotometría de UV.

Así también Jiménez (2014), consiguió resultados en crías de llamas menores a 1 año en el que se determinó una concentración de glucosa de 112.5 ± 10.8 mg/dL, diferentes al promedio obtenidos en este trabajo de investigación (118.45 mg/dL) esta diferencia de glucemia podría ser debido a la especie con el que se trabajó.

Siguas *et al.*, (2008) determinaron el “Perfil sanguíneo de vicuñas del CIDCS Lachoc Huancavelica” con unos resultados diferentes y por encima a los nuestros en un rango de 113,94 mg/dL a 346,25 mg/dL y con un promedio de $211,43 \pm 90,23$ mg/dL en vicuñas machos; mientras que en hembras estos valores tuvieron un rango de 33,67 mg/dL a 304,08 mg/dL con una media de $166,24 \pm 77,44$ mg/dL.

Arenas (2014), realizó la medición de glucosa, por medio de un glucómetro portátil marca ACCU-CHECK performan nano® en 40 perros clínicamente sanos, los resultados de la media de glicemia (mg/dl) en la sangre entera es de 84.250 mg/dl. sin embargo nosotros encontramos un promedio más alto, esto debido a que el mecanismo de regulación de glucosa en ambos animales es diferente.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Los niveles de glucemia en crías de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018, se encuentran en un nivel normal, con un valor promedio de $X = 118.45 \pm 23.99$ mg/dL, al realizar el Análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa entre sexo.
- Los niveles de glucemia en crías machos de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018, se encuentran en un nivel normal, con un valor promedio de $X = 114.42 \pm 17.78$ mg/dL, encontrándose además un valor mínimo de 83 mg/dL y un máximo de 151 mg/dL de sangre.
- Los niveles de glucemia en crías hembras de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), en Macusani – Puno 2018, se encuentran en un nivel normal, con un valor promedio de $X = 122.48 \pm 28.52$ mg/dL, obteniendo un valor mínimo de 78 mg/dL y un máximo de 204 mg/dL de sangre.

5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios similares, a fin de profundizar el conocimiento, para así establecer valores ya definitivos para esta edad y especie en estudio. Por ello considero que los valores resultantes del presente estudio deben ser tomados como datos referenciales para fines de trabajos de investigación.
- Esta investigación recomienda realizar estudios comparando los valores de glucemia valorados por un glucómetro portátil versus un equipo de espectrofotometría de UV y el Analizador Bioquímico, y de esta manera se puede dar mayor exactitud y precisión de la variabilidad de los valores de glucemia en las diferentes muestras de camélidos sudamericanos.
- Recomendamos considerar como hipoglucemia a todas aquellas crías de alpaca Huacaya que tengan valores inferiores a 94.46 mg/dL y con hiperglucemia aquellas que superen los 142.44 mg/dL.

Bibliografía

1. FAO. Situación Actual de los Camelidos Sudamericanos en el Perú. Proyecto de Cooperación Técnica; 2005.
2. Huaynates O , Espinoza B , López-Torres , Rodríguez G , Caro M C, Rodríguez G. Relación entre la Glucemia Maternal y Fetal y el Páncreas Endocrino Fetal en Alpacas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVET). 2015 Septiembre; 27(1 (17-23)).
3. Rodríguez G. , Barrios-Arpi M, Lopez-Torres , Rodríguez G. , Revuelta Rueda L. Relación entre los Valores Bioquímicos Séricos Fetal y Maternal en Alpacas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVET). 2016 Abril; 27((3): 467-474).
4. Van Saun R. Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. Small Ruminant Research. 2005 Agosto ; 61(169).
5. Kadwell M, Fernandez M, Stanley HF, Baldi R, Wheeler C, Rosadio R, et al. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. The Royal Society B: Biological Sciences. 2001 Junio; 268(1774).
6. Barrios-Arpi M, Rodríguez J, Lucas L JR, Morales CS, Vásquez CM, Lira MB, et al. Estudio hematológico y bioquímico sanguíneo en crías de alpaca con diarrea. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. 2016 Enero; 10(2: 41-48).
7. Sigvas O, Paucar R, Olazabal J, San Martín F, Vélez V. valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de huancavelica: aportes al perfil metabólico de la especie. Sitio Argentino de Producción Animal. 2007 Enero; 147(1).
8. Gallegos Acero RF. Índices productivos de alpacas del centro de investigación y producción “La Raya”. Revista Investigaciones Altoandinas -Journal of High Andean Research- de la Universidad Nacional del Altiplano. 2013 Julio - Diciembre; 15(2:255-262).
9. Torres Zúñiga. Sitio Argentino de Producción Animal. [Online].; 2016 [cited 2016 Julio 22]. Available from: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_camelidos/51-mortalidad_crias.pdf.

- 10 Morales ALC. Macusani Paraiso Escondido. [Online].; 2012 [cited 2018 Julio 9].
 . Available from: <http://recorriendopuno.blogspot.com/>.
- 11 Escalante L. Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de
 . alpacas Huacaya (Vicugna pacos) menores de dos meses. Repositorio institucional item.
 2017 enero; 111 (1).
- 12 Jimenez M. Evaluación de la tolerancia a la glucosa y a la sensibilidad de la insulina en
 . crías de “llama” lama glama en el centro de investigación y desarrollo de camélidos
 sudamericanos – lachocc, Perú. SAGASTEGUIANA. 2014 Enero-junio; 30(1(2)).
- 13 Sánchez AV. Influencia del sexo sobre algunos parámetros bioquímicos en alpacas a
 . condiciones de Huancavelica. Tesis Grado Maestría. Huancavelica - Perú: Universidad
 Nacional de Huancavelica, Maestría en Producción Animal. EPG ; 2009.
- 14 Sigvas O, Olazábal J. Perfil sanguíneo de vicuñas del CIDCS Lachocc Huancavelica.
 . Archivos de Zootecnia. 2008 Enero; 57(1:90).
- 15 Delgado Callisaya PA. Componentes bioquímicos del plasma seminal de llama (Lama
 . glama) en tres edades. Tesis de Título. La Paz Bolivia: Universidad Católica Boliviana
 "San Pablo", Unidad Académica Campesina Tiahuanaco "Carrera Ingeniería Zootécnica";
 2002.
- 16 Arenas M. Comparación de los valores de glucemia en sangre completa, suero y plasma
 . de una población de caninos clínicamente sanos en Bogotá. Universidad de la Salle.
 2014; 35(7).
- 17 Fundación Wikimedia, Inc. Wikipedia. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio 15. Available
 . from: <https://es.wikipedia.org/wiki/Glucosa>.
- 18 Nelson DL, Cox MM. Lehninger "Principios de Bioquímica". Quinta ed. Barcelona
 . España: Ediciones Omega, 2009.; 2009.
- 19 Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Bioquímica. Sexta ed. M. MJ, editor. Barcelona
 . España: Reverte; 2008.

- 20 Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil A. Harper. Bioquímica . ilustrada, 30e. Treinta ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V.; 2016.
- 21 Wisse. MedlinePlus. [Online].; 2016 [cited 2017 Julio 14. Available from: . <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003482.htm>.
- 22 Buztinza Choque AV. La alpaca. Primera ed. Puno - Perú: Publicaciones UNA- Puno.; . 2001.
- 23 Fundo Pacamarca. Pacamarca. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio 12. Available from: . <http://www.pacomarca.com/informacion-basica-de-la-alpaca.html>.
- 24 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual de . prácticas de manejo de alpacas y llamas. Primera ed. Roma - Italia: Viale delle Terme di Caracalla; 1996.
- 25 Breves G, Engelhardt WV. Fisiología Veterinaria. Primera ed. Zaragoza - España: . Acribia, S.A.; 2004.
- 26 Cunningham JG, Klein G. Fisiología Veterinaria. Quinta ed. Barcelona - España: . Elsevier; 2013.
- 27 Hall JE. Tratado de la Fisiología Médica. Decimotercera ed. Buenos Aires - Argentina: . Elsevier; 2016.
- 28 Facultad de Medicina, UNAM. Bioquímica y Biología molecular en Línea. [Online].; . 2003 [cited 2018 enero 14. Available from: <http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/digestion%20de%20carbohidratos.html>.
- 29 Francisco J, Cudeiro M. Universidade da Coruña. [Online].; 2005 [cited 2018 enero 14. . Available from: <http://ruc.udc.es/dspace/discover>.
- 30 CA, Galgani J, Valderas JP, Morales M, Santos JL, Pollak F. Evaluación de la . insulinemia post carga oral de glucosa como método diagnóstico de resistencia a la insulina. SciELO. 2014 septiembre; 142(9).
- 31 Fundación Wikimedia, Inc. Wikipedia. [Online].; 2017 [cited 2018 enero 14. Available . from: <https://es.wikipedia.org/wiki/Gluc%C3%B3lisis>.

- 32 Doldán S, Monza J, Signorelli S. CICLO DE KREBS. [Online].; 1999 [cited 2018 enero 14. Available from:
. 14. Available from:
<http://cleuadistancia.cleu.edu.mx/cleu/flash/PAG/lecturas/estudios/CICLO%20DE%20KREBS.pdf>.
- 33 Facultad de Medicina, UNAM. UNAM. [Online].; 2003 [cited 2018 enero 14. Available from: <http://bq.unam.mx/~evazquez>.
- 34 Empresa Publica de Emergencias Sanitarias. manejo glucometro. [Online]. [cited 2018 julio 8. Available from: <http://www.epes.es/wp-content/uploads/Glucometro.pdf>.
- 35 Roche Diagnostics. Accu - chek. [Online]. [cited 2018 julio 7. Available from: <https://www.accu-chek.com.pe/medidores-de-glucosa/performa-nano>.
- 36 Garrido A. Comparación de los valores de glucemia en sangre completa, suero y plasma de una. repositorio la salle. 2014; 35(28).
- 37 Vidal M, Jansa M. Monitorización glucémica y educación terapéutica en la diabetes. Diabetología. 2010; 14(4).

Anexos



Figura 5. Toma de muestras sangre mediante venopunción en la vena yugular



Figura 6. Introducción de la tira reactiva con una gota de sangre en el glucómetro



Figura 7. Lectura de resultados de la glucemia en el glucómetro

Tabla 7. Resultados de los niveles de glucosa en sangre determinados en el glucómetro Accu-Chek® Performa Nano.

ID animal	Glucemia (mg/dL)	
	Machos	Hembras
1	89	116
2	151	157
3	144	112
4	137	129
5	94	132
6	88	185
7	121	204
8	147	129
9	120	132
10	111	185
11	115	204
12	116	129
13	93	173
14	146	133
15	126	154
16	125	104
17	110	96
18	126	107
19	131	118
20	83	94
21	132	127
22	99	122
23	102	88
24	98	114
25	142	104

Tabla 8. Resultados de los niveles de glucosa en sangre determinados en el glucómetro Accu-Chek® Performa Nano (continuación).

ID animal	Glucemia (mg/dL)	
	Machos	Hembras
26	102	135
27	114	120
28	116	120
29	110	108
30	106	144
31	119	108
32	91	92
33	101	131
34	105	107
35	107	92
36	110	112
37	109	107
38	145	124
39	106	127
40	111	83
41	97	123
42	88	126
43	103	104
44	97	98
45	134	106
46	122	104
47	131	94
48	103	109
49	111	124
50	137	78