UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(CREADA POR LEY N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

"ESTATUS MINERAL DE Ca Y P EN ALPACAS (*vicugna pacos*) HEMBRAS DURANTE LA ESTACIÓN DE VERANO"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

NUTRICIÓN ANIMAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

Bach. QUISPE CÉPIDA, Cristian Rokney

ASESORA:

Ing. YOLA RAMOS ESPINOZA

CO-ASESOR:

M. Sc. OMAR DANIEL SIGUAS ROBLES

HUANCAVELICA - PERÚ

2016

A mis padres, por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron en cada momento en mi formación personal y desarrollo profesional, brindándome su apoyo incondicional en todo momento.

Agradecer a mis asesores Ing. Yola Victoria Ramos Espinoza, M. Sc. Omar Daniel Siguas Robles, al director de la E. P Zootecnia en el 2014 M. Sc. Rufino Paucar Chanca que siempre me orientaron y apoyaron incondicionalmente en momentos difíciles y decisivos del desarrollo del trabajo.

Finalmente agradecer al grupo de trabajo del Laboratorio de Nutrición Animal y Laboratorio de Fauna Silvestre, Jolwin Cóndor Quinte, Flor María Huamani Mitma, Yovana Aroní Quintanilla, Carolina Dextre Cieza, y a todos los practicantes de ese momento de ambos laboratorios, ya que fueron fundamentales para el desarrollo de las actividades del proyecto.

Cristian

INDICE

Resumen 8
Introducción 9

CAPITULO I

Problema

1.1. Planteamiento de problema 10
1.2. Formulación de problema 10
1.3. Objetivos 11
1.3.1. General 11
1.3.2. Específicos 11
1.4. Justificación 11

CAPITULO II

Marco teórico

2.1. Antecedentes 13
2.2. Bases teóricas 14
2.2.1. Alimentación y Nutrición de la Alpaca 14
2.2.2. Los Minerales en la nutrición de la Alpaca 15
a. Calcio 16
b. Fósforo 18
2.3. Hipótesis 21
2.4. Variables de estudio 21

CAPÍTULO III

Metodología de la investigación

3.1. Ámbito de estudio 23
3.2. Tipo de investigación 23
3.3. Nivel de investigación 23
3.4. Método de investigación 23
3.5. Diseño de investigación 24
3.6. Población, muestra, muestreo 24
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 24
3.7.1. Técnicas 24

3.7.2. Instrumentos 25
3.8. Procedimiento de recolección de datos 25
3.8.1. Obtención de muestras 25
3.8.2. Procesamiento de Muestras 26
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 26

CAPÍTULO IV

Resultados

4.1. Presentación de resultados 28
4.2. Discusión 30
Conclusiones 34
Recomendaciones 34
Referencias bibliográficas 35
Anexos 38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables 22

Tabla 2. Análisis de varianza con medidas repetidas para los datos de concentración de calcio sérico. 28

Tabla 3. Análisis de varianza con medidas repetidas para los datos de concentración de fósforo sérico. 28

Tabla 4. Promedio y D.E. los niveles de Ca y P sanguíneo en alpacas por semanas 29

Tabla 5. Análisis de varianza mediante el diseño completamente al azar para los datos de concentración de calcio en forrajes. 30

Tabla 6. Análisis varianza mediante el diseño completamente al azar para los datos de concentración de fósforo en forrajes. 30

Tabla 7. Promedio y D.E de los niveles de Ca y P en los forrajes por semanas 30

Tabla 8. Resultados de análisis de laboratorio para calcio y fósforo mediante espectrofotometría de absorción atómica de las muestras de forraje. 40

Tabla 9. Resultados de análisis de laboratorio para calcio y fósforo mediante espectrofotometría UV de las muestras de sanguíneas. 40

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Huancavelica, El objetivo fue determinar niveles de calcio y fósforo en suero sanguíneo de alpacas hembra de edad adulta y en muestras de forrajes provenientes de la pradera. El estudio fue realizado durante siete semanas desde enero a marzo del 2014 y coincidió con el verano y el inicio del otoño. Las muestras de forraje fueron analizadas a través de espectrofotometría de absorción de atómica, en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina y, las muestras sanguíneas fueron analizadas mediante espectrofotometría UV en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Huancavelica. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) para analizar la variación en los niveles de Ca y P en forrajes, dando como resultado que no existe diferencias significativas entre las semanas estudiadas ($p<0.05$). Los niveles séricos de Ca y P fueron estudiados mediante una ANOVA de medidas repetidas, obteniendo diferencias significativas entre semanas estudiadas ($p<0.05$). Los resultados obtenidos muestran un promedio de 8.52 ±1.14mg/dL para el calcio sérico y 8.51±1.66 mg/dL para el fósforo sérico. En los forrajes se obtuvo un promedio de 4.86±0.92g/kg MS para fósforo y de 7.26±2.07g/kgMS para calcio. Se observa que un descenso de calcio y fósforo sérico con el transcurso de las semanas de estudio y próxima a la finalización de la época de lluvias. Sin embargo, en cuanto a la concentración de calcio y fósforo en el forraje existe variabilidad en relación al tiempo, pero sin alguna tendencia de disminución o incremento de estos minerales. Se debe realizar un estudio con mayor precisión e incluyendo factores como el individuo, edad del individuo, etc. afectan la concentración de estos minerales. En el futuro será necesario implementar estrategias para la suplementación de calcio y fósforo de manera rutinaria y en condiciones de ganadería extensiva.

Palabra clave: nutrición mineral, alpaca, forrajes altoandinos, suplementación mineral.

INTRODUCCIÓN

Los Camélidos Sudamericanos son animales resistentes a climas muy adversos como es el altiplano andino, lugares donde no es posible la crianza de otras especies de animales domésticos, siendo estos el principal medio de subsistencia de las comunidades campesinas que habitan en esas zonas (Jiménez et al., 2010).

Los problemas derivados del déficit de minerales son importantes para el desarrollo productivo de las especies domésticas o sometidas a crianzas: La disponibilidad de los minerales como calcio y fósforo son fundamentales principalmente en la etapa de gestación de las alpacas hembras y sobre todo en el último tercio de gestación, varios factores se han relacionado para justificar la baja productividad de los camélidos domésticos como el clima, efectos nutricionales, fisiológicos y de manejo.

Sin embargo, este trabajo aborda exclusivamente la nutrición mineral en camélidos, para lo cual realizamos un estudio del estatus del calcio y fósforo sérico y en los forrajes consumidos por alpacas, teniendo como idea que existe variación de la disponibilidad de minerales y esto podría influir sobre la tasa de morbilidad, mortalidad de los animales. Se intenta conocer si las variaciones en el contenido mineral de los forrajes están asociadas con las variaciones en el contenido sérico de los mismos. No se conoce exactamente los efectos que puedan tener la variación de estos minerales en la productividad de los camélidos sudamericanos domésticos. Esperando aportar en el conocimiento de la dinámica del estatus mineral de Ca y P. De modo que puedan realizarse ajustes en el manejo y se mejore el desarrollo productivo de estos animales.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.5. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Los Camélidos Sudamericanos están adaptados a usar forrajes fibrosos y de bajo contenido nutricional, sin embargo, probablemente no llegan a cubrir sus requerimientos nutricionales (Fowler., 2010). Dentro de estos nutrientes, los minerales juegan un rol importante en el crecimiento, la reproducción, la salud y el mantenimiento del homeostasis (Church *et al.*, 2009). Los requerimientos minerales han sido poco estudiados en la nutrición de los camélidos, sin embargo, se conocen algunos síntomas y manifestaciones de la deficiencia de calcio, fósforo, zinc, cobre, en camélidos. La mejor comprensión de como circulan los nutrientes entre el continuo suelo-planta-animal ayudará a comprender la geoquímica de minerales como calcio y fósforo. En el ámbito de nuestro país, un proyecto desarrollado en el sur del Perú, ha elaborado listados de componentes nutricionales de forrajes destinados a la alimentación de vacas (Torres *et al.*, 2010), sin embargo, no existen valores para las Alpacas (*Vicugna pacos*).

Las bajas concentraciones de fósforo están relacionados con síndrome de cojera, deformidades de extremidades en alpacas y llamas (Judson y Feakes., 1999), ya que la producción de pastos andinos varía respecto a la época del año (Arana, 2013), es probable que el aporte de minerales también varíe y si se descuida el balance entre el aporte desde el ecosistema hacia el animal, no será posible obtener resultados productivos favorables.

1.6. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿Cuál es la variación de la concentración del calcio y el fósforo sérico en alpacas hembras preñadas y la variación de estos minerales en el forraje que consume en la estación de verano?

1.7. OBJETIVOS

1.3.1. General:

- Conocer la variación de la concentración del calcio y el fósforo sérico en alpacas hembras preñadas y la variación de estos minerales en el forraje que consume en la estación de verano.

1.3.2. Específicos:

- Determinar los valores de calcio y fósforo en muestras sanguíneas en alpacas hembras preñadas durante 7 semanas del verano.
- Determina los valores de calcio y fósforo en muestras de pastos naturales durante 7 semanas del verano.

1.8. JUSTIFICACIÓN

Los Camélidos Sudamericanos en su hábitat natural, se alimentan de los pastos naturales que crecen a esa altitud sobre los 4000 m.s.n.m, cuya disponibilidad está sometida a los cambios estacionales. (Fowler., 1998), estos ambientes incluyen mesetas (altiplano) y laderas cordilleranas con alta incidencia de heladas y precaria disponibilidad de agua (Lupton et al., 2006). La cantidad de forraje disponible varía de la época húmeda (diciembre a marzo) a la época seca (mayo a octubre) pero los animales se adaptan a estos cambios estacionales depositando capas de grasa subcutánea, muscular y retroperitoneal durante la época húmeda, que movilizan en las épocas de escasez (Fowler., 1998). Aunque los camélidos están adaptados a usar forrajes fibrosos y de bajo contenido nutricional, probablemente no llegan a cubrir sus requerimientos nutricionales (Fowler., 2010). Los minerales juegan un rol importante en el crecimiento, la reproducción, la salud y el mantenimiento del homeostasis (Church et al., 2009). Los niveles séricos de Ca y P estudiados hasta el momento son muy variables, aunque los camélidos no presentan síndromes de deficiencia de estos minerales, sin embargo, hipofosfatemia en bastante común en esta especie (Fowler., 2010), el aporte de estos nutrientes proviene desde los forrajes y el agua que consumen los camélidos. Los nutrientes como los minerales suelen variar su aporte y esto a su vez se traduce en efectos observables como el crecimiento, la ganancia de peso, capacidad reproductiva, etc. El estudio más completo de la nutrición mineral involucra el análisis de los forrajes, del agua, del suelo, atmósfera y el estudio de

los niveles sanguíneos en el individuo (Underwood y Suttle., 2004). Los meses de verano donde se propone realizar el estudio corresponden a la época de mayor precipitación pluvial, mayor radiación y mayor productividad de la pradera. Coincidentemente, durante ésta época coincide con el último tercio de gestación y de mayores demandas de nutrientes entre ellos Ca y P. La detección oportuna de los niveles séricos de minerales es una buena herramienta para tomar decisiones e implementar medidas correctivas de la nutrición del rebaño (Van Saun, 2006), como prevenir hipofosfatemia y raquitismo con el diagnostico indirecto de la relación Ca: P (Smith *et al.*, 2001)

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

En los forrajes altoandinos se estudiaron la composición de minerales entre ellos Ca y P, se sabe que durante gran parte del año cubrirían los requerimientos de los camélidos (Fowler, 2010). Los niveles séricos de Ca y P estudiados hasta el momento son muy variables, aunque los camélidos no presentan síndromes de deficiencia de estos minerales, la hipofosfatemia y raquitismo es bastante común en esta especie (Fowler, 2010). Se tienen estimaciones de los requerimientos de calcio y fósforo a partir del ajuste a los requerimientos hechos para ovejas (Calcio= 0,20-0,75 % MS y Fósforo= 0,17-0,38 % MS).

Los niveles de Ca y P en alpacas y llamas varían de acuerdo a muchos factores como: las temporadas (meses) del año con una tendencia en aumento del mes de mayo a setiembre (Parker *et al*, 2002), diferencias en valores de estos minerales de acuerdo a la edad del animal (Smith *et al.*, 2001).

En otras especies como vacunos se encontró variación de concentración de calcio y fósforo en relación al estado de gestación del animal (Ceballos *et al.*, 2004)

2.2. BASES TEORICAS

2.2.3. Alimentación y Nutrición de la Alpaca

Las alpacas son clasificados como rumiantes primitivos, debido a una diferencia anatómica y fisiológica en los tractos digestivos al compararlos con otros rumiantes (Van Saun, 2006). Tienen la habilidad de mantener una mayor concentración de amoniaco y de retener por mayor tiempo el alimento en el tracto digestivo, a diferencia de otros rumiantes, lo que los provee de mayor nitrógeno disponible para la síntesis microbiana, mejorando la digestibilidad y la eficiencia de conversión, especialmente de forrajes de baja y mediana calidad (San Martín, 1989). Poseen características especiales en cuanto a su anatomía y fisiología, que les permite una adaptación inigualable a condiciones de altura y de nutrición escasa, basada en carbohidratos estructurales de difícil digestión. Por esta razón, estas especies son las más apropiadas para utilizar en lugares con vegetación escasa y fibrosa como son los ecosistemas áridos (San Martín, 1988).

El consumo promedio de materia seca en alpacas bajo condición estabulada, están en valores entre 1,08% y 2,38%, con un promedio de 1,8% del peso vivo (López y Raggi, 1992). Estudios en pastoreo son escasos, pero se sabe que en el altiplano el consumo es mayor en la estación seca que en la lluviosa, lo que explicaría el incremento de la capacidad gástrica durante la estación seca en respuesta al consumo de forraje de baja calidad lo cual se da en épocas secas donde la disponibilidad de forraje es mínima, mientras que la disponibilidad de forraje en épocas húmedas proporciona mayor forraje disponible (Jiménez, 2010).

Otro factor que podría explicar estas respuestas estacionales de consumo sería el alto contenido de agua de los vegetales durante la estación de lluvia, las praderas andinas están compuestas por pastos del genero *Stipas, Festucas y Calamagrostis* son las más dominantes (San Martin, 1989)

Los requerimientos de proteína son menores al compararlo con otros rumiantes, debido en parte a su mayor eficiencia en el reciclaje y utilización de la urea corporal para la síntesis proteica ruminal, con forrajes de baja calidad (López y Raggi, 1992), mientras que la disponibilidad de contenido mineral del forraje variara según el tipo de forraje y región geográfica (Van Saun, 2013)

2.2.4. Los Minerales en la nutrición de la Alpaca

Los minerales son elementos inorgánicos (Van Saun, 2006) que cumplen un rol fundamental en la conservación del homeostasis. El desbalance de estos en el organismo, produce pérdidas importantes en los diferentes sistemas productivos, ya que los camélidos son susceptibles a toda enfermedad por deficiencia de algún mineral (Van Saun, 2006).

Estos minerales son clasificados en dos grupos por su necesidad para el organismo, Macrominerales (Ca, P, Mg) medidos en gramos/día y microminerales (Zn, I, Cu) expresados en miligramos/día (Van Saun, 2006). De los minerales que participan en el funcionamiento orgánico, cabe destacar el calcio y el fósforo, cuyos excesos o deficiencias dan origen a diversas patologías, tales como: raquitismo, osteomalacia, hipocalcemia postparto, trastornos en la fertilidad (Contreras *et al.*, 1990), si bien las patologías indicadas precedentemente centran la atención por la signología que las acompaña, las bajas concentraciones plasmáticas de estos elementos también son capaces de limitar la productividad en forma inaparente y constante (Kronfeld, 1980). Sin embargo, esta deficiencia se puede suplir mediante la suplementación de estos minerales de distinta manera (Miranda *et al.*, 2006)

Las publicaciones relacionadas con deficiencia de minerales en camélidos son escasas, pero basándose en experiencias clínicas, se asume que el proceso patológico en alpacas es similar a otras especies de rumiantes (Van Saun, 2006), sobre estas necesidades de minerales aún no están definidas siendo generados a partir de la extrapolación de las necesidades de minerales de ganado vacuno, ovino y caprino (Folkesson, 2007),

a. Calcio

Es un electrolito que participa en diversos eventos como la osificación de huesos y dientes, coagulación sanguínea, regulación de la excitabilidad neuromuscular (Ganong, 2010), regulación de la permeabilidad de las membranas, regulación del metabolismo acuoso, del equilibrio ácido-básico, además posee el carácter de esencial en múltiples funciones celulares. Sin embargo, sus dos funciones principales corresponden a: mantener la integridad estructural de huesos y dientes, actuar como ion regulador o mensajero que activa procesos intracelulares (Travis y Goff, 1987)

La mayoría del calcio del cuerpo (99%), se encuentra en la matriz inorgánica de los huesos como hidroxiapatita. El 0,9% se encuentra en la membrana plasmática y retículo endoplasmástico de las células y el restante 0,1% en el líquido extracelular. Aproximadamente el 50% del calcio extracelular se encuentra en su forma ionizada (Ca++), que corresponde a la forma biológicamente activa. La concentración sérica del calcio ionizado, es regulada principalmente por 3 hormonas (Rosol y Capen, 1997).

La paratohormona (PTH), que se secreta normalmente bajo condiciones de hipocalcemia (Ganong, 2010), mejora la entrada de calcio al líquido extracelular, disminuye la pérdida de calcio por la orina, estimula la absorción de calcio desde los huesos y estimula la producción renal de una segunda hormona, la 1,25 dihidroxivitamina D3 (1,25-(0H)2D3), la forma biológicamente activa de la vitamina D, que incrementa la absorción intestinal de calcio, y bajo la presencia de PTH, mejora la movilización de calcio desde los huesos; otra hormona reguladora es la calcitonina que incrementa las pérdidas de calcio en la orina e inhibe la reabsorción osteoclástica desde los huesos (Travis y Goff, 1987). Del 50% restante, el 5% se encuentra como complejos de calcio (citrato, bicarbonato, fosfato o lactato) y el 45% unido a proteínas principalmente albúmina. El calcio ionizado y los complejos de calcio, representan la fracción que participa en la filtración glomerular (Rosol y Capen, 1997).

El calcio es uno de los constituyentes séricos mejor regulados (Rudolph, 1985), el organismo lo absorbe desde el alimento en el tracto gastrointestinal, y es proporcional a la ingesta en la dieta y su nivel depende del balance que existe, entre la absorción a nivel intestinal y su excreción urinaria y fecal (Rosol y Capen, 1997).

Bajos niveles de calcio en la sangre se observan en patologías generales en rumiantes como fiebre de leche, pancreatitis aguda, hipotiroidismo, raquitismo, osteomalacia o en animales deficiente en vitamina D (Rudolph, 1985), sin embargo la hipocalcemia clínica es rara poco probable que se desarrolle espontáneamente, incluso en el periodo de lactancia y alpacas gestantes a menos que tengan un proceso de enfermedad especifica que inhibe el consumo de alimento(Tornquist, 2014), en cuanto a hipercalcemia aproximadamente un 2% de las alpacas sufre de esta enfermedad, sin embargo viene a ser leve, los principales factores vienen a ser la administración exógena de calcio(Tornquist, 2014), la alpaca (*Vicugna pacos*) posee menor concentración de calcio a diferencia de otras especies como el vacuno, ovino y caprino (Simons *et al*, 1993)

La concentración de Ca en las alpacas varía de acuerdo a la edad del animal, recién nacido = 10.0 mg/dl, juveniles (Tuis) = 9.5 3mg/dl, adulto, 8.8 mg/dl, siendo los animales más jóvenes los que posean mayor concentración de este mineral, descendiendo en función a la edad del animal (Smith *et al*, 2001). Estos valores serán modificados por factores externos como las estaciones del año en cuanto a la disponibilidad de radiación solar, ya que es necesario de la vitamina D para la disponibilidad de calcio en el organismo del animal (Parker *et al*, 2002), sabiendo que la radiación solar es necesario para la disponibilidad de vitamina D en el organismo, y que hay meses de mayor radiación solar como julio y agosto y los de menor radiación noviembre y diciembre (Smith *et al*, 2001).

Existe una correlación entre la vitamina D y el calcio, correlación positiva de acuerdo a la edad de los animales adultos r= 0.41, juveniles (tuis) r= 0.51 y en los recién nacidos r= 0.27, siendo necesario la disponibilidad de vitamina D positiva para mayor disponibilidad de calcio en el organismo para su digestión. (Smith *et al.*, 2001)

Además, existen otros factores de variación en la concentración de calcio como el estado del animal, las condiciones geográficas, climáticas, calidad de los alimentos(pastos) (Toral, 2011). En un experimento con vacunos se estudió la variación de concentración de calcio en relación al pre y post parto, donde hubo variación sobre 4 semanas antes del parto y durante los próximos 6 meses después del parto (Ceballos et al., 2004).

- **Hipercalcemia e hipocalcemia**

La hipercalcemia es una enfermedad que afecta a todos los animales, resultado por el desbalance del calcio liberado por los hüesos, excreción de calcio por el riñón y absorción por el tracto digestivo (Rosol y capen, 1997). Los cuales se producen por 5 mecanismos: (1) secreción excesiva de la hormona paratoroidea(PTH), (2) la absorción excesiva de calcio de los intestinos debido al aumento de la vitamina D o de sus metabolitos, (3) la reabsorción ósea excesiva debido a lesiones óseas locales o estimulación anormal de la reabsorción ósea osteoclástica, (4) reducción de la excreción renal de calcio, (5) el aumento de calcio sérico total debido al aumento en proteínas con destino, aumentando los niveles normales de calcio ionizado(Rosol y capen, 1997). Esta enfermedad inducirá signos clínicos relacionados con el tracto gastrointestinal, neuromuscular, cardiovascular y sistema renal (Rosol y capen, 1997)., los animales presentan cambios de comportamiento, depresión, coma, convulsiones, espasmos musculares, dolor en las extremidades. (Rosol y capen, 1997). Y la hipocalcemia viene a ser un trastorno metabólico caracterizado principalmente desarrollado cerca al parto, con la mayor demanda de calcio, probablemente viene a ser un reflejo de un fallo temporal de los mecanismos homeostáticos de calcio (Rosol y capen, 1997).

b. Fósforo

El fosfato se encuentra en un 90% en la matriz de los huesos como hidroxiapatita. El 10% restante se encuentra intracelularmente en tejidos blandos. El fosfato es el mayor anión intracelular existente tanto en su forma orgánica (fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, moléculas transportadoras de energía como el ATP) o en su forma inorgánica (Ganong., 2010). Tiene un rol integral en muchos procesos metabólicos como: metabolismo energético, integridad del sistema esquelético, entrega de O2 a los tejidos y contracción muscular. La concentración de éste mineral en el suero, depende de la absorción intestinal, su excreción urinaria, niveles de paratohormona, calcitonina y movilización de fósforo hacia los huesos (Rudolph, 1985).

La movilización de fósforo en los huesos se evidencia de mayor forma en individuos jóvenes, donde las hormonas del crecimiento incrementan la reabsorción de fósforo a nivel renal, además de conocerse que en las alpacas (*Vicugna pacos*) la concentración de fósforo tiene variabilidad en relación a la edad del animal decreciendo en los animales según la edad (Smith *et al.*, 2001), donde los recién nacidos poseen mayor concentración de P con una media de 8.1 mg/dl, los animales jóvenes (Tuis) concentración de P con una media de 6.5 mg/dl y en los adultos poseen los valores de 5.3 mg/dl. (Smith *et al.*, 2001) En cuanto a diferencias entre especies la Llama adulta posee mayor concentración de P a diferencia de una Alpaca adulta (7.81 mg/dl vs 8.74 mg/dl) respectivamente. (Smith *et al.*, 2001)

En cuanto a la variación en concentraciones de fósforo en alpacas también tiene como factor a las estaciones del año, ya que la disponibilidad de vitamina D, es necesario para la disponibilidad de P para el aprovechamiento de este mineral en el organismo del animal. (Smith *et al.*, 2001), la deficiencia de vitamina D se reflejará en la disminución de absorción de fósforo en el organismo del animal (Parker *et al.*, 2002).

Como se sabe la vitamina D es dependiente de la radiación solar, la cual es variable en relación a los meses más calurosos que vienen a ser julio y agosto y los de menor radiación en los meses de noviembre y diciembre, por lo tanto, hay variación de concentraciones de P en los animales en cuanto a la estación del año (Smith *et al.*, 2001).

Complementándose con las correlaciones positivas de vitamina D en relación con la edad de los animales (recién nacido, r = 0,28; un año, r = 0,39; adulto, r = 0,31). (Smith *et al.*, 2001) por lo tanto el factor de la estación del año tendría efectos sobre la disponibilidad de fósforo para el animal.

- **La hiperfosfatemia e hipofosfatemia**

  La hiperfosfatemia se produce por una falla renal (Rudolph, 1985), como también puede ser por una dosis reciente y posiblemente por excesiva de vitamina D y otros trastornos renales (Tornquist, 2014), en cambio, una hipofosfatemia es frecuente en dietas pobres en fósforo, hiperparatiroidismo, fiebre de leche y tetania hipomagnesémica (Rudolph, 1985).

  Una hipofosfatemia puede dañar la función de las células de la línea roja y blanca que lleva a una debilidad muscular, anorexia o vómitos.

Las causas de la hipofosfatemia incluyen alcalosis respiratoria, acidosis metabólica, liberación de catecolaminas, o tratamientos con insulina en animales con diabetes mellitus.

También se produce por una reducida reabsorción renal en animales con hiperparatiroidismo primario o defectos de los túbulos renales, reducida absorción intestinal durante una deficiencia de vitamina D, o una osteomalacia oncogénica. Dietas relacionadas con gran ingesta de carbohidratos o glucosa, pueden disminuir el fósforo sérico, ya que el fosfato intracelular cambia en respuesta a un aumento del glicólisis (Rosol y Capen, 1997). Según (Judson y Feakes, 1999), un crecimiento deficiente, síndrome de laminitis y deformidades de los miembros (raquitismo) en alpacas, estaría asociada a la concentración baja de fósforo en la sangre. Este sería causa de la deficiencia de Vitamina D, y un porcentaje por ingesta inadecuada de alimento (Tornquist, 2014).

El raquitismo que afecta a animales jóvenes, se relaciona con una deficiencia de vitamina D, la cual juega un importante rol en controlar la utilización de calcio y fósforo en el cuerpo.

Para el diagnostico de evaluación indirecta de raquitismo hipofosfatémico se hace uso de la relación Ca: P (Smith *et al.*, 2001) ya que se debe cumplir con los requisitos de relación Ca: P en una relación de 1:1 a 2:1, estos son los rangos más tolerados por animales más viejos, pero no por animales jóvenes, en cuanto al exceso consumo de P, en relación al calcio Ca: P los animales están predispuestos a la formación de cálculos urinarios.

La ingesta inadecuada de calcio, fósforo o ambas independientemente de su relación conduce a la desmineralización de los huesos lo que resulta en raquitismo en animales mayores y la osteomalacia en animales menores, para determinar los valores de requerimientos de calcio y fósforo en mantenimiento, crecimiento, lactancia y gestación ha sido determinado por valores basados en otras especies como el vacuno y ovejas (Van Saun, 2013).

2.3. HIPOTESIS

Ho: No hay diferencias en la concentración de calcio y fósforo durante el transcurso de las semanas en el perfil sanguíneo y su dieta en alpacas (*Vicugna pacos*) preñadas.

Ha: Existe diferencias en la concentración de calcio y fósforo durante el transcurso de las semanas en el perfil sanguíneo y su dieta en Alpacas (*Vicugna pacos*) preñadas.

2.4. VARIABLES DE ESTUDIO

2.4.1. Variable dependiente: Niveles de Calcio (Ca) y Fósforo (P) mg/dL en los animales y g/kgMS en el forraje.

2.4.2. Variable independiente: Tiempo de muestreo (semana de trabajo).

2.4.3. Definición operativa de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable		Definición	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Independientes					
Tiempo de muestreo		Semana de trabajo	1, 2...,6,7	Calendario	semanas
Dependientes					
Animal	Calcio	Calcio sérico	Concentración calcio sérico	Espectrofotometría UV	mg/dL
	Fósforo	fósforo sérico	Concentración fósforo sérico	Espectrofotometría UV	mg/dL
Dieta	Calcio	Calcio en forraje	Concentración calcio en forraje	Espectrofotometría de absorción atómica	g/Kg
	Fósforo	Fósforo en forraje	Concentración fósforo en forraje	Espectrofotometría de absorción atómica	g/Kg

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica ubicado a una altitud comprendida entre 4100 y 4750 msnm, con una precipitación pluvial de 774,4 mm, donde las lluvias ocurren entre los meses de noviembre y marzo generalmente. El análisis de las muestras de sangre se analizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado en la Ciudad Universitaria de Paturpampa en la ciudad de Huancavelica. El análisis de las muestras de forraje se analizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Agraria La Molina, ubicado en la Ciudad de Lima.

3.2. TIPO DE INVESTIGACION

Según la finalidad, es una investigación básica porque busca ampliar los conocimientos científicos y no tiene un propósito práctico inmediato (Hernández, 2014).

3.3. NIVEL DE INVESTIGACION

Descriptivo, Su finalidad es describir y/o estimar parámetros (Hernández, 2014).

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se usó el método inductivo – deductivo, porque nuestros resultados se generalizaron a la población de estudio por medio de la inducción, a partir de una muestra particular; y por medio de la deducción obtuvimos una muestra representativa de la población general (Hernández, 2014).

3.7.2. Instrumentos

- Ficha de muestreo y/o registro.
- Balanzas portátiles.
- Balanza analítica.
- Capuchas.
- Sogas para la sujeción.
- Caja de refrigeración.
- Cuadrante $1m^2$.
- Tijera podadora.
- Flexómetro.
- Bolsas manilas.
- Instrumentos de laboratorio.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1. Obtención de muestras

Obtención de muestras sanguíneas

La toma de muestra sanguínea en las alpacas hembras se colectará con la sujeción del animal y luego mediante punción en la vena yugular, con agujas y depositar en tubos vacutainer con retractor de coagulo. Lo cual se trasladará al laboratorio donde se centrifugará mediante la macrocentrifuga para separar el plasma sanguíneo, estas serán mantenidas en una refrigeradora congeladas a -20° C para su próxima determinación de los valores de Ca y P mediante espectrofotometría UV.

Obtención de muestras de forraje

Las muestras de pastos se recolectarán de los módulos de pastoreo diario de los animales en estudio durante todo el tiempo de trabajo, en la cancha de pastoreo Ranramocco – CIDCS Lachocc, dichas muestras se recolectarán una vez por una semana. Para tomar las muestras se utilizará un cuadrante 0.5 x 0.5 m para realizar el corte y esta será tomada al azar y almacenada en sobres manila; una vez en el laboratorio se le dejará orear, para próximamente determinará la

materia seca mediante la estufa a 65° C por 24 horas y luego a 105° C por 3 horas para tener una materia seca óptima. Para luego ser molida y almacenada para que finalmente determinar la concentración de Ca y P mediante la espectrofotometría de absorción atómica (FAO, 2011).

3.8.2. Procesamiento de Muestras

Procesamiento de las muestras sanguíneas

Para realizar el procesamiento de las muestras sanguíneas, se utilizó el procedimiento de acuerdo al Quality Assurance For Animal Feed Analysis Laboratories – (FAO, 2011).

Procesamiento de las muestras de forraje

Para realizar el procesamiento de las muestras sanguíneas, se utilizó el procedimiento de acuerdo al Quality Assurance For Animal Feed Analysis Laboratories – (FAO, 2011) y para las muestras de forraje se utilizó de acuerdo manual del laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima "Determinación de macro elementos (Protocolo ME-LF-007, MEF-LF-10, ver Anexo 4).

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis estadístico de las muestras de forraje utulizó un diseño completamente al azar.

$$Y = u + t_i + e_{ik}$$

Dónde:

Y = Variable dependiente (Contenido de Ca ó P en el forraje mg/Kg de MS)

u = Efecto de la media general.

tj = Es el efecto del i - esimo tratamiento (semana de estudio de 1-7).

eijk = Es el error experimental.

Los datos de calcio y fósforo sérico fueron procesados mediante un ANOVA de medidas repetidas.

$$Y = u + t_i + a_j + e_{ijk}$$

Dónde:

Y = Variable dependiente (Contenido de Ca ó P en sangre mg/dL)

u = Efecto de la media general.

t_i= Es el efecto del i - esimo tratamiento (semana de estudio).

a_j = Es el efecto del i – esimo animal (efecto de carácter de repetición)

e_{ijk} = Es el error experimental.

Los análisis de los datos del perfil sanguíneo fueron procesados usando el paquete estadístico SAS® System Software (SAS 9.1, SAS Instituto Inc., Cary, Norte de California), con licencias proporcionado por la Universidad Politécnica de Valencia – España.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados de concentración Ca y P en el perfil sanguíneo

Tabla 2. Análisis de varianza para medidas repetidas para los datos de concentración del calcio sérico.

Fuente	DF	SC	CM	F- valor	P – valor
Modelo	7	94.617	13.517	11.211	.000
Error	203	244.754	1.206		
Total, corregido	300	339.37			

Tabla 3. Análisis de varianza con para medidas repetidas para los datos de concentración del fósforo sérico.

Fuente	DF	SC	CM	F- valor	P – valor
Modelo	7	205.610	29.373	16.016	.000
Error	203	372.289	1.834		
Total, corregido	300				

Tabla 4. Medias (±DS) de los niveles de Ca y P séricos en alpacas durante las siete semanas de estudio (30 datos por semana).

semana	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)
1	7.51±1.48[a]	8.56±1.14[a]
2	8.86±1.45[b]	9.77±1.71[b]
3	9.59±1.17[c]	8.44±1.45[c]
4	8.66±0.57[d]	9.27±1.16[d]
5	8.20±0.69[e]	9.07±1.58[e]
6	8.71±0.64[f]	7.67±1.26[f]
7	8.17±0.59[g]	8.01±1.37[g]
8	8.14±1.66[h]	6.81±1.66[h]
Promedio	8.50±1.14	8.521.66±

**Medias que no comparten superíndice en la misma fila son diferentes a nivel P<0.05.

Realizando el análisis estadístico, existen diferencias significativas ($p<0.05$) según el tiempo de muestreo(semanas) (ver Tabla 2), por lo tanto, hay diferencias de concentración de calcio según las semanas. La tabla 4 nos muestra que la primera semana fue donde fue menor el promedio de concentración de Ca, y mayor en la tercera semana, sin embargo, las demás semanas se mantuvieron en un equilibrio de un aproximado de 8mg/dL, pero con variaciones permanentes y con un notable descenso de la concentración de calcio a partir de la 3era semana (ver tabla 4)

En cuanto al fósforo, estadísticamente existe diferencias significativas ($p<0.05$) de acuerdo al tiempo de muestreo (semanas) (Tabla 3). La semana de menor concentración promedio fue la 7ma semana y la de mayor la 4ta semana, pero con una variabilidad entre las distintas semanas con un descenso notable en relación al transcurso del tiempo de estudio(semanas) (ver tabla 4).

4.1.1. Resultados de concentración de Ca y P en muestras de forraje.

Tabla 5. Análisis de varianza en un diseño completamente al azar para los datos de concentración de calcio en el forraje.

Fuente	DF	SC	CM	F- valor	P – valor
Modelo	6	128.54	21.43	2.06	0.0909
Error	28	291.62	10.42		
Total, corregido	34	420.21			

Tabla 6. Análisis de varianza en un diseño completamente al azar para los datos de concentración de fósforo en el forraje.

Fuente	DF	SC	CM	F- valor	P – valor
Modelo	6	25.40	4.23	1.10	0.387
Error	28	107.82	3.85		
Total, corregido	34	133.21			

Tabla 7. Medias (±DS) de los niveles de Ca y P en el forraje(pasto) durante las siete semanas de estudio (5 datos por semana).

Semana	Fósforo % MS	Fósforo g/kg MS	Calcio % MS	Calcio g/kg MS
1	0.20	5.41±2.16[a]	0.43	10.14±2.36[a]
2	0.28	5.98±1.96[a]	0.38	7.22±0.98[a]
3	0.20	5.12±2.40[a]	0.38	8.04±1.27[a]
4	0.26	4.94±2.71[a]	0.39	6.78±2.55[a]
5	0.26	3.60±1.06[a]	0.48	6.56±2.65[a]
6	0.30	3.60±1.32[a]	0.29	3.47±1.04[a]
7	0.27	5.36±1.56[a]	0.41	8.58±7.08[a]
Media	0.25	4.86±0.92	0.39	7.26±2.07

**Medias que no comparten superíndice en la misma fila son diferentes a nivel P<0.05.

Realizando el análisis estadístico, no existe diferencias significativas (p<0.05) en la concentración de fósforo de acuerdo al tiempo de muestreo (semanas) (ver tabla 6). Según la tabla 7, las semanas 5 y 6 fue donde fue menor el promedio de concentración de fósforo, y mayor concentración en la 2 semana.

En cuanto al calcio, realizando el análisis estadístico, de igual manera no existe diferencias significativas(p<0.05) en la concentración de calcio de acuerdo al tiempo de muestreo (semanas) (ver tabla 5)., según la tabla la menor concentración de fósforo fue la 6ta semana y la de mayor promedio de concentración de calcio fue la 1ra semana (ver tabla 7).

4.2. DISCUSIÓN

Calcio y fósforo sanguíneo

Los resultados dan como media durante todo el trabajo de calcio y fósforo 8.51 mg/dl, 8.52 mg/dl respectivamente, obteniendo resultados con diferencias significativas (P <0.05) en relación al transcurso del tiempo, valores diferentes encontrados por (Simons, 1993) que obtuvo 9.62mg/dl y 5.27mg/dl de calcio y fósforo como promedio de un fundo de alpacas hembras. Sin embargo en el trabajo citado, el promedio de los valores en alpacas gestantes de calcio incremento a 10.2mg/dl, manteniéndose en la media de los valores de fósforo, ocurriendo lo contrario con la media de alpacas no gestantes donde los valores de calcio se mantienen y los de fósforo incrementan a 6.19mg/dl, la variación

que encontramos puede a ser a múltiples factores como las condiciones geográficas ya que el trabajo citado se realizó en Australia, donde los animales son tratados en mejores condiciones en cuanto a su alimentación y manejo, diferente a las condiciones de precariedad que se encuentran las alpacas en los andes de Huancavelica. Otro factor muy importante también viene a ser la cantidad de animales (352 alpacas) tomados por dicho trabajo, lo cual facilita mejor la predicción de los valores a diferencia del presente trabajo, ya que no se dispuso de recursos necesarios, además que el centro experimental tiene la disposición de facilitar una limitada cantidad de animales.

(Parker, 2002) obtuvo valores de calcio similares con una media de 8.6mg/dl, pero con un valor superior en 0.09mg/dl en relación al presente trabajo, sin embargo, en valores de fósforo con una media de 5.84mg/dl, valor inferior en 2.68mg/dl en respecto al presente trabajo. La diferencia entre resultados de algunos valores puede al efecto sexo, ya que en el trabajo citado utilizaron alpacas machos castrados, en este caso, el sexo vendría a ser un factor de variabilidad, ya que en el presente trabajo se utilizó alpacas hembras. Sin embargo, después del trabajo realizado, no encuentran diferencias significativas en relación al tiempo.

La concentración de estos minerales va a tener variabilidad en relación a la edad del animal (Smith, 2001) realizó un trabajo donde encontró variabilidad en la concentración de calcio y fósforo según la edad del animal, la concentración de calcio en los recién nacidos = 10.0 mg/dl, juveniles (Tuis) = 9.5 3mg/dl, adulto, 8.8 mg/dl, siendo los animales más jóvenes los que posean mayor concentración de este mineral, descendiendo en función a la edad del animal, valores similares en relación al presente trabajo ya que el presente trabajo se realizó con alpacas adultas. De igual manera (Smith, 2001) obtuvo valores de fósforo donde los recién nacidos poseen mayor concentración de P con una media de 8.1 mg/dl, los animales jóvenes (Tuis) concentración de P con una media de 6.5 mg/dl y en los adultos poseen los valores de 5.3 mg/dl, resultados que difieren en cuanto a los valores con animales adultos, ya que en el presente trabajo se encontró mayor concentración de P por decilitros.

En un estudio con llamas machos (Copas *et al.*, 2015) obtuvo resultados de calcio y fósforo 9.30mg/dl, 9.09mg/dl, valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo, diferencia que puede ser según la especie, sin embargo, estos

animales fueron alimentados con pastos de las praderas naturales del altiplano boliviano.

Calcio y fósforo dietario

No existe estudios en relación a la composición mineral de las especies vegetales que conforman las praderas naturales de los andes, ya que estos lugares están llenos de especies que están en estudios de identificación. A la vez de ser muy dificil de estimar la cantidad de mineral que consume una alpaca, ya que existe una gran diversidad de pastos en las praderas naturales.

En el presente trabajo se obtuvo como media de calcio y fósforo 0.39% y 0.25% respectivamente valores en base a materia seca ($p<0,05$) resultando no significativo estadísticamente ($p< 0.05$), resultados que se originaron a partir de una mezcla que se realizó de todas las especies tomadas como muestras, donde se tenía como predominantes especies la *Festuca, Calamagrostis, Stipa.*

En lo reportado por (Van Saun, 2014), la *Festuca dolichophylla* tiene una concentración de calcio 0.09% en etapa de floración y de 0.2 – 0.5% en estado maduro, en cuanto a fósforo la concentración en estado maduro es 0.04 – 0.06%; los datos que se obtuvo en el presente trabajo fueron similares a los resultados en etapa de maduro, podría ser que en la mayoría de las muestras obtenidas hubiera cantidad de *Festuca* en estado maduro, sin embargo la época no favorece la existencia de pastos maduros, por lo tanto el aporte mayoritario se debería de parte de otras especies, de igual manera el aporte en fósforo no sería de parte de esta especie ya que la muestra poseía mayor cantidad de fósforo. De igual manera (Van Saun, 2014), reportó que el *Calamagrostis sp.* en estado de crecimiento posee un 0.38% de calcio, en estado maduro 0.64% de calcio y en concentración de fósforo 0.11% en crecimiento y 0.07% maduro; en relación a esta especie los valores son similares a los obtenidos por el presente trabajo, por lo tanto, se puede atribuir que esta especie proporcionó la mayor cantidad de calcio en la muestra que se tomó, en cuanto al fósforo los valores reportados por (Van Saun, 2014) son menores lo cual se debería al aporte de otras especies o la suma de aportes de todas las especies que conformaron la muestra. En los valores reportados por (Van Saun, 2014) la especies que conformaron la muestras no coinciden en valores, pero debieron aportar para encontrar esos

CONCLUSIONES

- Existe variación de concentración de Ca, y P sérico, de acuerdo al transcurso de las semanas en alpacas hembras.
- No existe diferencias estadísticas significativas en la concentración de estos minerales en los forrajes (pastos).
- Al existir variación en la concentración de calcio y fósforo en los animales mas no en la dieta, la variación de estos minerales puede atribuirse al efecto de otros factores, como la cantidad de Ca y P en el agua, suelo y el fotoperiodo.
- Los niveles detectados de Ca y P son únicamente indicativos de la disponibilidad de estos nutrientes desde la pradera y no reflejan las variaciones que se dan como producto de la selección de dieta de los camélidos.

RECOMENDACIONES

- Como mencionamos en la introducción del trabajo, para entender el estatus de estos minerales es necesario hacer un trabajo donde se pueda incluir otros factores que puedan explicar mejor el estatus, tales como factores climáticos, radiación solar, contenido mineral en el agua, control o delimitación de dieta.
- Como los niveles de Ca y P séricos en el animal resultaron ser significativos, se debe realizar un estudio minucioso para poder implementar la suplementación de estos minerales al final de la temporada de otoño, próxima al invierno, donde la la disponibilidad de biomasa y de nutrientes disminuye. La suplementación debería ser rutinaria y asociada al calendario de manejo de alpacas y durante las etapas críticas de la especie.
- Ajustar las actuales estimaciones de los requerimientos de estos minerales a las condiciones ambiental altoandinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana W, Siguas O, Espinoza M, Contreras J, Quispe E, Cassinello J, Serrano E, Bartolomé Filella J., 2013. Composición de la dieta de las principales especies ganaderas en pastoreo monoespecífico en pajonales altoandinos.
- Ceballos Alejandro, Villa Néstor A, Betancourth Tania E, Roncancio Diana V., 2004 Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. 125Rev Col Cienc Pec Vol. 17:2.
- Church DC, Pond WG y KR Pond., 2009. Fundamentos de nutrición y alimentación de animals. 2da ed. Edit. Limusa Wiley. México. 617 p.
- Contreras, P., M. Phil., F. Wittwer y H. Böhmwald. 1990. Concentraciones de Calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo de bovinos de leche de 40 predios lecheros de la X región. Chile. Arch. Med. Vet. 12(2): 185-189.
- Copa S., Condori R. y Ochoa R., 2015 Parámetros bioquímicos sanguíneos en llamas (*Lama glama*) alimentadas en praderas nativas "tolar" pajonal en Choquecota Oruro, Bolivia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia.
- Folkesson, 2007. Alpacka – en utfodringsstudie i fält A field study on feeding of Alpacas in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Nutrition and Management. Disponible en: https://www.studentapan.se/product/detail/42271/essay/ , accesido el 15 abril 2016.
- Fowler M, Bravo W., 1998. Reproduction. En Medicine and surgery of South American Camelids. Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco. Ames, Iowa State University Press. Iowa. Pág. 381-429.
- Fowler ME., 2010. Feeding and nutrition. medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuna, guanaco. 3rd edition. Willey-Blackwell, Ames, Iowa State University Press; 645 p.
- Ganong, W. 2010. Control hormonal del metabolismo del calcio y la fisiología del hueso. pp. 423-438. En: J. Cedillo (Ed.) Fisiología Médica. (23. ed.). El Manual Moderno. México, D.F., México.
- Jiménez Pinto, Evelyn Chris; Espada Martín, Carmen y Cid Vázquez María Dolores., 2010. South American Camelids: Classification, Origen And

Characteristics. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 2010 4(1):23-36. ISSN: 1988-2688.

- Judson GJ, Feakes, A. Vitamin D doses for alpacas (*Lama pacos*). Aust Vet J. 1999 77:310–315.
- Kronfeld DS., 1980. Metablic disorderes. In: Bovine Medicine and Surgery. Ed. Amstutz H.e., 2da ed, American Veterinary Publications, USA.
- Lopez A, Raggi S., 1992. Requerimientos nutritivos de camelidos sudamericanos: llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Lama pacos*). Arch. Med. Vet. XXIV, Nº 2.
- Lupton, C.J., A. McColl & R.H. Stobart. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Ruminant Research 64: 211–224.
- MCDonald, E. Greenhalgh, M, Nutricion mineral, pag 69. 5ta edición,1999, Acribia editorial.
- Miranda López S, González D, Rojas N, Villalobos G., 2006. Blood levels of calcium, phosphorus, and magnesium in crossbred heifers (*Taurus-indicus*) strategically fed during peripuberty period. 2006. 16. 3. 264-272.
- Parker Jill E, Timm Karen I, Smith Bradford B, Van Saun Robert J, Winters Kerri M, Sukon Peerapol, Snow Christine M., 2002. Seasonal interaction of serum vitamin D concentration and bone density in alpacas. AJVR, Vol 63, No. 7, July 2002
- Raggi j, Crossley., 1990. Características del proceso digestivo en camélidos sudamericanos. Monografías de Medicina Veterinaria, 12(1): 11 - 18.
- Raggi, L.A., Ferrando, G., 1998. Avances en fisiología y adaptación de camélidos sudamericanos. Avances en Ciencias Veterinarias 13, 3–15.
- Rosol, T., C. Capen. 1997. Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. pp. 619-687. In: J. Kaneko (Ed.) Clinical Biochemistry of Domestic Animals. (4th. ed). Academic Press. San Diego, U.S.A.
- Rudolph, W. 1985. Perfiles bioquímicos en los animales domésticos. Monografías Med. Vet. 7(2): 5-16.
- Hernández S R. Metodología de la investigación, Mc Graw Hill education, 6ta edición, 2014.

- San Martin FA, Bryant FC., 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. Sm Rum Res; 2:191–216.
- San Martin, F. 1991. Cap VII Alimentación y Nutrición. In: Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Fernandez-Baca, S. (Ed) FAO.
- Simons J A, Waldron D L, Hennessy D P., 1993. Clinical biochemical reference ranges for female alpacas (lama pacos). Comp. Biochem. PhysioL Vol. 105B, Nos 3/4, pp. 603-4508, 1993.
- Smith Bradford B., Robert J. Van Saun., 2001. Seasonal changes in serum calcium, phosphorus, and vitamin D concentrations in llamas and alpacas. AJVR, Vol 62, No. 8, August 2001.
- Toral M. C. J., 2011. Tesis: Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas, en la comunidad de Guangaje, Cantón Pujilí. Especialidad: Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Universidad Técnica De Cotopaxi- Ecuador.
- Tornquist S. J, Cebra C, 2014. Llama and Alpaca Care Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health: First Edition. 180-91. Elsevier Inc.
- Torres J., Jacinto, Zegarra J., Vélez V., 2010. Tablas de composición química nutricional de alimentos y forrajes, Subproyecto PIEA-UCSM-INCAGRO Ganadería Bovina, Arequipa. Gloria S.A.
- Travis Littledike E. y Golf Jesse., 1987. Interactions of calcium, phosphorus, magnesium and vitamin d that influence their status in domestic meat animals. J. Anim. Sci. 65(6): 1727-1743
- Underwood EJ y Suttle NF. 2004. Los minerales en la nutrición del ganado. 3ra ed. Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España. 637 p.
- Van Saun Robert., 2006. Nutritional diseases of South American camelids. Small Ruminant Research 61(2006) 153-164.
- Van Saun, Robert J. 2014. Feeds for camelids, in Llama and Alpaca Care: Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health: Cap. 10 First Edition. 1 80-91. Elsevier Inc.

ANEXOS

ANEXO 1: Gráficos de tendencias de los minerales durante las semanas de estudios

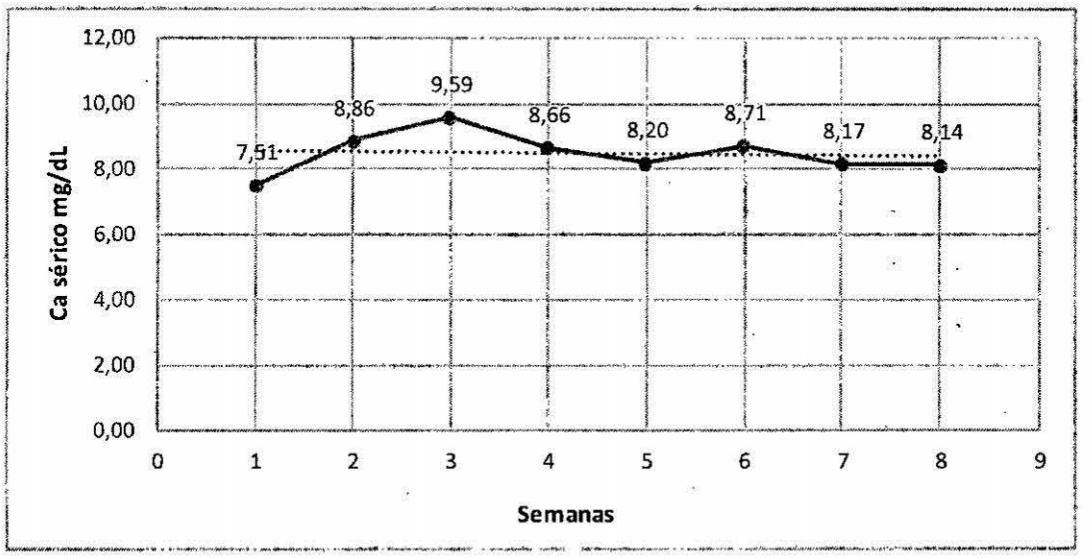


Grafico 1. Relación de Calcio sanguíneo con las semanas de estudio y la línea de tendencia de comportamiento de la concentración del calcio en relación al tiempo de estudio(semanas).

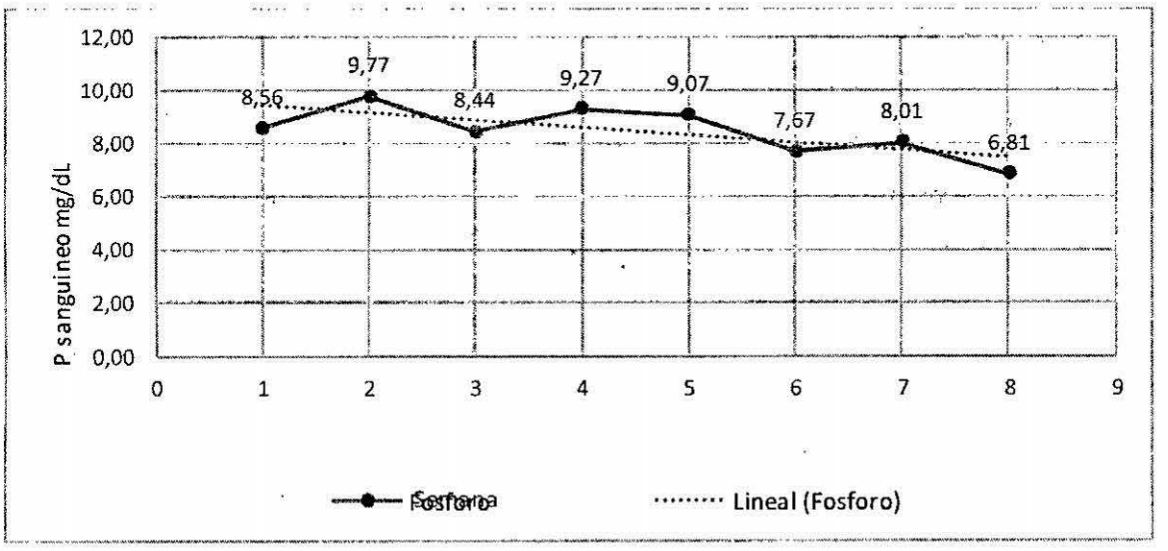


Grafico 2. Relación de Fósforo sanguíneo con las semanas de estudio y la línea de tendencia de comportamiento de la concentración del fósforo en relación al tiempo de estudio(semanas).

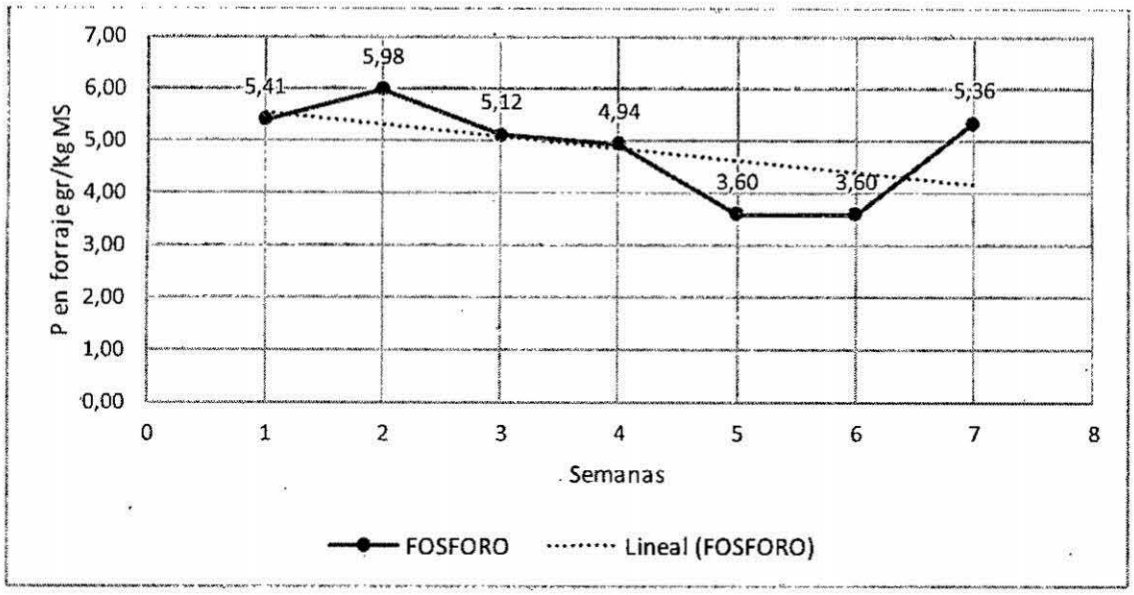


Grafico 3. Relación de fósforo contenido en el forraje a través de las semanas de estudio y la línea de tendencia de comportamiento de la concentración del fósforo en relación al tiempo de estudio(semanas).

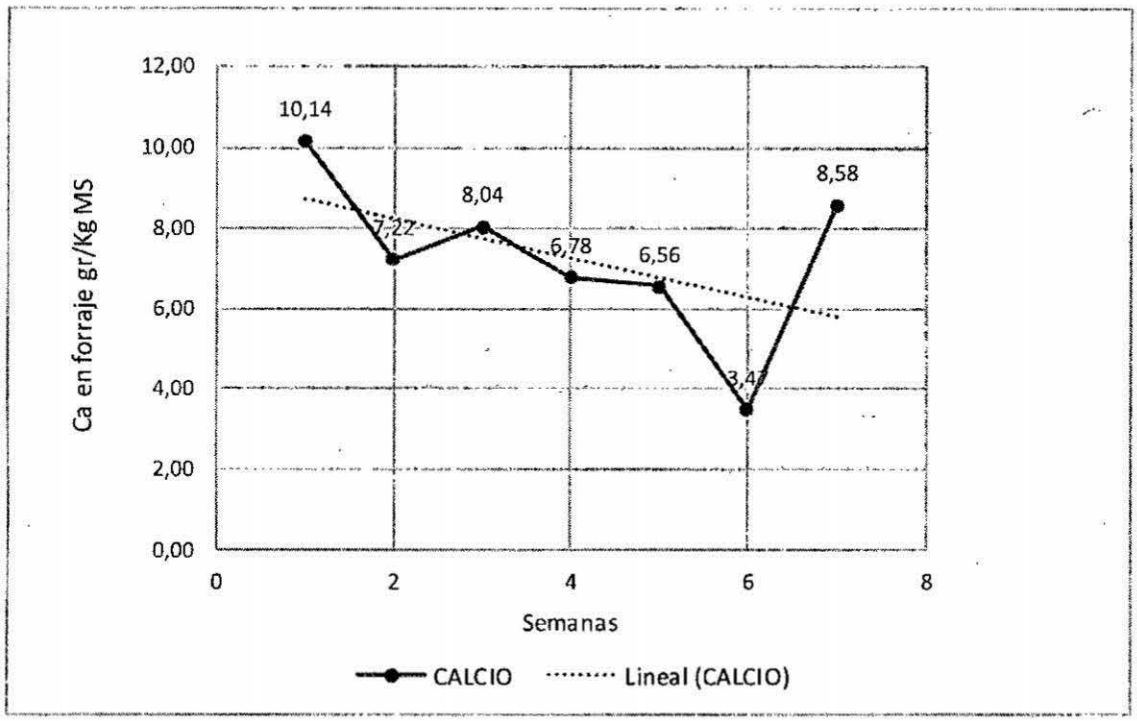


Grafico 4. Relación de Calcio dietario con las semanas de estudio y la línea de tendencia de comportamiento de la concentración del calcio en relación al tiempo de estudio(semanas).

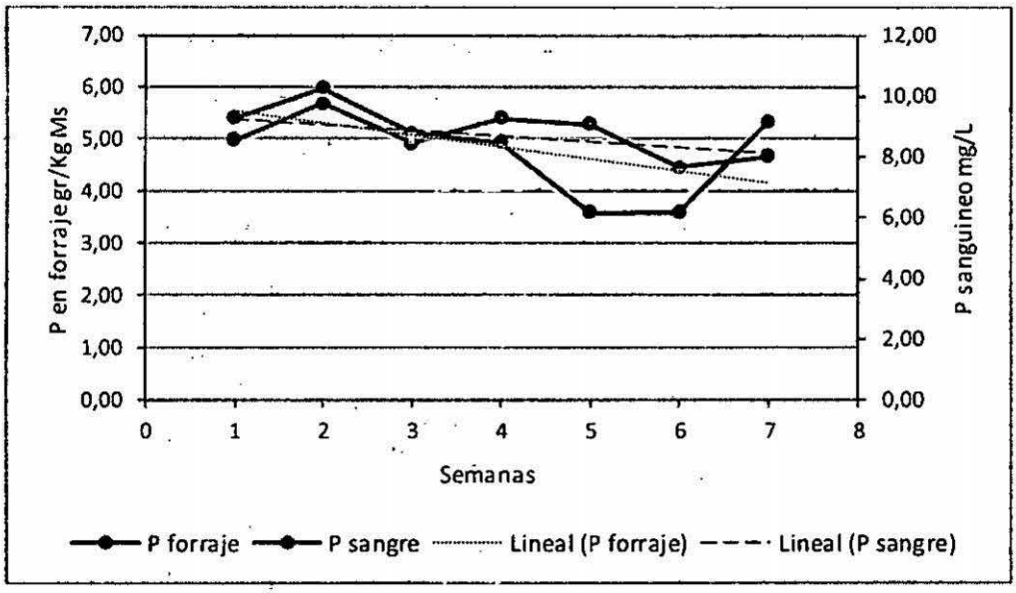


Grafico 5. Relación Fósforo Sanguíneo - dieta según Semanas de estudio y respectiva línea de tendencia de comportamiento de la concentración del fósforo en relación al tiempo de estudio en el forraje y en la sangre(semanas).

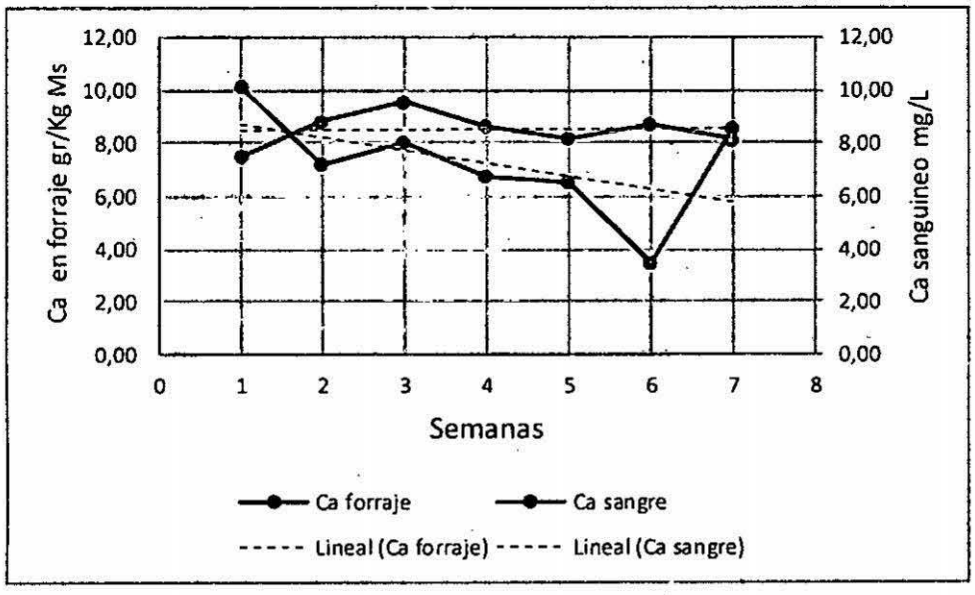


Grafico 6. Relación Calcio Sanguíneo - dieta según Semanas de estudio y respectiva línea de tendencia de comportamiento de la concentración del fósforo en relación al tiempo de estudio en el forraje y en la sangre(semanas).

Tabla 9. Resultados de análisis en laboratorio de calcio y fósforo mediante espectrofotometría UV de las muestras de sanguíneas.

SEMANA	ANIMAL	FÓSFORO	CALCIO
1	1	7,60	9,36
2	1	9,43	8,26
3	1	7,80	10,42
4	1	10,41	8,46
5	1	10,97	9,28
6	1	8,19	8,16
7	1	7,99	7,51
8	1	7,63	8,24
1	2	7,76	8,24
2	2	9,38	8,26
3	2	5,69	6,98
4	2	7,42	8,38
5	2	9,76	8,06
6	2	7,83	9,18
7	2	7,06	8,18
8	2	4,40	6,36
1	3	6,52	6,32
2	3	8,24	12,77
3	3	6,75	7,68
4	3	7,32	8,44
5	3	7,17	8,72
6	3	7,83	8,18
7	3	8,49	8,38
8	3	5,84	8,14
1	4	12,10	6,01
2	4	13,79	8,87
3	4	7,05	10,95
4	4	9,80	8,71
5	4	9,58	8,20
6	4	6,98	9,43
7	4	7,82	8,98
8	4	7,18	7,98
1	5	5,07	8,59
2	5	9,71	9,49
3	5	7,77	8,57
4	5	8,97	9,07
5	5	6,98	9,70
6	5	7,76	8,06
7	5	7,57	8,90
8	5	5,90	8,73

1	6	8,42	5,39
2	6	9,12	7,51
3	6	8,39	8,51
4	6	6,21	7,51
5	6	8,20	8,79
6	6	7,92	8,15
7	6	8,93	8,04
8	6	7,38	8,44
1	7	8,39	9,35
2	7	9,36	9,22
3	7	8,57	10,76
4	7	10,80	8,99
5	7	11,68	9,52
6	7	8,72	8,15
7	7	9,52	6,97
8	7	7,77	8,44
1	8	8,75	7,67
2	8	6,82	6,94
3	8	10,78	12,24
4	8	9,34	8,17
5	8	8,83	8,42
6	8	8,46	7,89
7	8	9,74	7,93
8	8	6,18	6,93
1	9	8,17	8,46
2	9	9,72	10,79
3	9	6,77	10,35
4	9	9,52	8,02
5	9	9,88	7,95
6	9	9,70	7,74
7	9	7,44	9,28
8	9	8,05	9,03
1	10	10,45	6,97
2	10	10,12	6,84
3	10	8,43	9,45
4	10	8,59	8,47
5	10	9,59	7,35
6	10	7,84	7,76
7	10	8,68	7,72
8	10	8,64	8,27
1	11	8,04	4,88
2	11	6,37	9,82
3	11	8,38	9,05
4	11	8,65	8,18
5	11	8,93	8,04

6	11	8,22	8,04
7	11	6,85	8,03
8	11	6,17	7,02
1	12	11,56	8,18
2	12	9,22	7,62
3	12	8,64	10,59
4	12	9,09	8,66
5	12	9,97	8,21
6	12	9,88	9,01
7	12	6,29	8,21
8	12	7,70	8,26
1	13	9,90	7,01
2	13	9,14	6,48
3	13	9,68	10,02
4	13	8,54	7,81
5	13	8,59	8,50
6	13	7,37	8,17
7	13	8,35	8,03
8	13	5,36	9,06
1	14	10,93	5,75
2	14	10,51	9,47
3	14	7,85	10,34
4	14	10,11	8,79
5	14	11,71	8,32
6	14	7,79	8,81
7	14	4,53	8,05
8	14	6,99	7,23
1	15	6,53	6,35
2	15	10,02	7,77
3	15	9,22	10,21
4	15	9,36	9,77
5	15	9,74	8,62
6	15	7,02	8,14
7	15	6,78	8,18
8	15	5,09	7,59
1	16	8,33	6,24
2	16	8,74	8,92
3	16	7,63	8,40
4	16	7,51	9,03
5	16	8,30	8,80
6	16	6,03	9,46
7	16	8,51	8,38
8	16	6,49	8,58
1	17	9,29	5,98
2	17	9,54	8,09

3	17	9,87	8,31
4	17	9,63	8,59
5	17	9,24	8,36
6	17	9,00	8,90
7	17	6,54	8,39
8	17	7,81	9,14
1	18	7,97	9,01
2	18	11,36	11,52
3	18	8,97	8,91
4	18	8,78	8,34
5	18	7,84	8,86
6	18	8,08	8,99
7	18	8,40	7,73
8	18	7,18	7,22
1	19	8,86	6,66
2	19	11,46	7,72
3	19	9,99	11,02
4	19	10,50	9,95
5	19	8,82	7,76
6	19	11,33	9,82
7	19	8,77	9,03
8	19	5,95	8,41
1	20	5,45	5,80
2	20	7,92	10,67
3	20	9,79	8,59
4	20	10,49	8,60
5	20	11,32	7,99
6	20	6,86	8,41
7	20	8,55	9,70
8	20	6,52	7,89
1	21	10,15	6,56
2	21	10,23	9,59
3	21	6,30	9,13
4	21	9,98	9,94
5	21	4,09	7,56
6	21	5,80	9,04
7	21	4,88	7,44
1	22	9,54	7,11
2	22	8,69	8,78
3	22	7,28	9,12
4	22	9,18	8,59
5	22	8,89	7,60
6	22	7,17	9,39
7	22	7,44	8,10
8	22	6,56	7,74

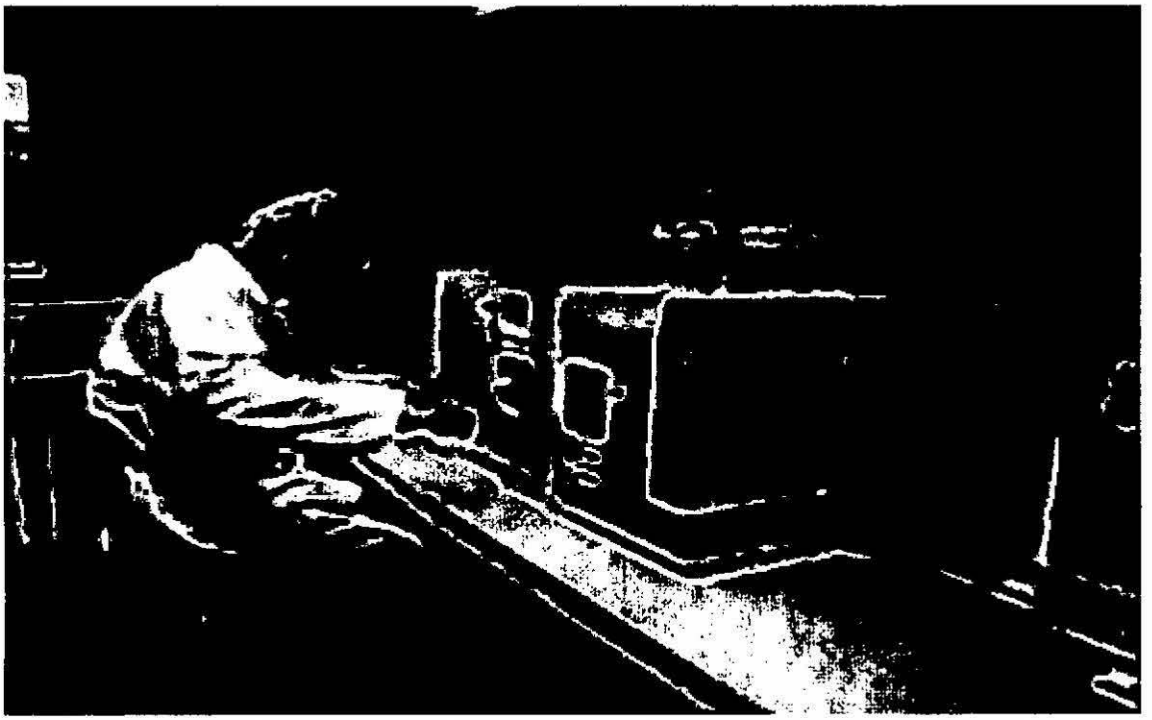
1	23	11,04	6,55
2	23	9,87	8,36
3	23	12,11	7,69
4	23	8,60	9,12
5	23	7,10	8,27
6	23	6,19	8,47
7	23	8,37	7,56
8	23	7,06	7,84
1	24	9,17	9,56
2	24	7,16	11,04
3	24	7,20	9,89
4	24	9,83	8,12
5	24	8,72	8,00
6	24	7,88	8,46
7	24	8,02	7,66
8	24	5,85	7,99
1	25	10,81	7,44
2	25	11,24	9,01
3	25	8,20	10,06
4	25	9,69	8,84
5	25	11,45	8,18
6	25	8,17	8,80
7	25	10,13	7,21
8	25	7,96	7,77
1	26	8,90	8,95
2	26	11,46	9,07
3	26	8,59	10,28
4	26	9,64	8,47
5	26	9,50	7,62
6	26	7,74	9,33
7	26	9,21	8,46
8	26	9,17	8,48
1	27	9,93	9,55
2	27	9,92	9,49
3	27	9,34	9,56
4	27	11,79	8,54
5	27	8,78	7,28
6	27	7,44	8,88
7	27	8,58	8,32
8	27	7,06	9,75
1	28	7,29	8,68
2	28	9,80	9,09
3	28	7,93	10,02
4	28	8,37	8,28
5	28	8,43	6,31

ANEXO 3: Galería de fotos

Foto 1. Contención física de las alpacas. del espécimen

Foto 2. Sujeción del animal a extraer muestras sanguíneas

Extracción de muestras sanguíneas mediante la punción en la vena yugular



Análisis de muestras en laboratorio, mediante espectrofotómetro de absorción atómica.