Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina Veterinaria
Unidad de Posgrado

Efecto del nivel de proteína cruda de la dieta sobre el nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencia Animal con mención en Producción y Reproducción Animal

AUTOR

Mariela Sandra HUAMÁN TORRES

ASESOR

Juan Pavel OLAZABAL LOAIZA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huamán M. Efecto del nivel de proteína cruda de la dieta sobre el nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Unidad de Posgrado; 2019.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	MARIELA SANDRA HUAMAN TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70436780
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9684-8695
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JUAN PAVEL OLAZABAL LOAIZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	20050845
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2389-3967
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	FELIPE ANTONIO SAN MARTÍN HOWARD
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09300356
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FERNANDO DEMETRIO CARCELEN CACERES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07933087
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JAVIER ARTURO ÑAUPARI VÁSQUEZ

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09456518
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.4.2.4 BIOQUIMICA, NUTRICION Y ALIMENTACION ANIMAL
Grupo de investigación	GRUPO DE INVESTIGACION ENGANADERIA ALTOANDINA SUSTENTABLE
Agencia de financiamiento	Perú. Vicerrectorado de investigación yposgrado (VRIP). Código: A20080731 Resolución: 01686-R-20
Ubicación geográfica de lainvestigación	Edificio: Laboratorio De Zootecnia Y Producción Agropecuaria De La Facultad De Medicina Veterinaria De La Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Borja Dirección: Av. Circunvalación 2800 Latitud: -12.08348 Longitud: -76.984573
Año o rango de años en que serealizó la investigación	MAYO – JULIO 2017
URL de disciplinas OCDE	Ciencia veterinaria: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.03.01

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIA ANIMAL CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN ANIMAL

En el Auditorio de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siendo las 08:30 horas del día lunes 09 de diciembre del 2019, el Jurado Examinador de Tesis de Grado de Magíster, presidido por el Dr. Felipe Antonio San Martín Howard y conformado por los siguientes miembros: Mg. Juan Pavel Olazabal Loaiza (Asesor), Mg. Fernando Demetrio Carcelén Cáceres y Dr. Javier Arturo Ñaupari Vásquez, se dio inicio a la sustentación oral y pública de la Tesis intitulada:

"Efecto del nivel de proteína cruda de la dieta sobre el nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino", presentado por la Bachiller:

MARIELA SANDRA HUAMÁN TORRES

Quien sustentó la Tesis para obtener el Grado Académico de Magíster en Ciencia Animal con mención en Producción y Reproducción Animal y absolvió satisfactoriamente las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado y practicada la votación obtuvo la calificación de: **BUENO, (16) DIECISÉIS** _____

A continuación, el Jurado por intermedio de su Presidente recomendó a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria, proponga el otorgamiento del Grado Académico de Magíster en Ciencia Animal con mención en Producción y Reproducción Animal, a la Bachiller Mariela Sandra Huamán Torres.

Siendo las 10:00 horas del día lunes 09 de diciembre de 2019, se dio por concluido el acto académico, suscribiéndose la presente Acta.

.....
Dr. Felipe Antonio San Martín Howard (P.P. D.E.)
Presidente

.....
Mg. Juan Pavel Olazabal Loaiza (P. Asoc. T.C)
Miembro (Asesor)

.....
Mg. Fernando Carcelén Cáceres (P.P.D.E)
Miembro

.....
Dr. Javier Arturo Ñaupari Vásquez
Miembro Externo

.....
Dr. César Miguel Gavidia Chucán (P.P.D.E.)
Director de la Unidad de Posgrado UNMSM

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA - UNIDAD DE POST-GRADO - DIRECCION - U.N.M.S.M.

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. FACULTAD: **Medicina Veterinaria**
2. UNIDAD DE POSGRADO: **Medicina Veterinaria**
3. AUTORIDAD ACADÉMICA QUE EMITE EL INFORME DE ORIGINALIDAD: **Director UPG-FMV-UNMSM**
4. APELLIDOS Y NOMBRES DE LA AUTORIDAD ACADÉMICA: **Gavidia Chucán, César Miguel**
5. OPERADOR: **César Miguel Gavidia Chucán**
6. DOCUMENTO EVALUADO: **Efecto del nivel de proteína cruda de la dieta sobre el nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino.**
   a. Proyecto de Tesis de Maestría [ ]
   b. Proyecto de Tesis de Doctorado [ ]
   c. Tesis de Doctorado [ ]
   d. Tesis de Maestría [x]
   e. Trabajo de Segunda Especialidad [ ]
   f. Otros [ ]
7. AUTOR DEL DOCUMENTO: **Mariela Sandra Huamán Torres**
8. FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO: **10 de febrero de 2019**
9. FECHA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES: **11 de febrero de 2019**
10. PROGRAMA UTILIZADO
    a. Turnitin [x]
    b. Ithenticate [ ]
    c. Otro (especificar) [ ]

11. CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES

a. Excluye textos entrecomillados [x]

b. Excluye bibliografía [x]

c. Excluye cadenas menores a 40 palabras [x]

d. Otro criterio (especificar) [ ]

12. PORCENTAJE DE SIMILITUDES SEGÚN PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUES

10%

13. FUENTES ORIGINALES DE LAS SIMILITUDES ENCONTRADAS:
se adjunta reporte del programa

14. OBSERVACIONES:
Ninguna

15. CALIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

a. Documento cumple criterio de originalidad, sin observaciones [x]

b. Documento cumple criterio de originalidad, con observaciones [ ]

c. Documento no cumple con criterio de originalidad. [ ]

16. FECHA DEL INFORME
11 de febrero de 2019

FACULTAD DE MEDICINA UNIDAD DE POST-GRADO DIRECCION U.N.M.S.M.

Dr. César Gavidia Chucán
Director de la UPG

Tesis_maestria_Mariela_Sandra_Huaman_Torres.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	10%	7%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	www.readperiodicals.com Fuente de Internet	1%
3	mazinger.sisib.uchile.cl Fuente de Internet	1%
4	www.nal.usda.gov Fuente de Internet	1%
5	Steigerung der Objektivität Interner Revisoren, 2016. Publicación	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.wiener-lab.com.ar Fuente de Internet	<1%
8	bibliotecadigital.umsa.bo:8080 Fuente de Internet	<1%

Esta tesis va dedicada a mis padres Alfredo Huamán y Mariela Torres, a mis hermanos Jose Luis y Fernando, por su apoyo incondicional, enseñanzas y soporte brindado. Me enseñaron la perseverancia para poder conseguir mis metas,le doy gracias a Dios por brindarme unos padres comprensivos, maravillosos y sabios.

Agradezco a Dios por darme la valentia de realizar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis padres Alfredo y Mariela, por ser mis guias, por todo su amor y apoyo incondicional que me ayuda a superarme cada dia y ser perserverante para lograr mis metas.

A mis hermanos José Luis y Fernando, por ser mis ejemplos de vida y siempre bridarme consejos para superar todos los obstáculos que se me presente y así lograr todos mis objetivos.

A mi asesor Juan Olazabal Loaiza por su consideración, su guia, su dedicación en la realización del trabajo y brindarme su apoyo durante la ejecución del proyecto.

A Rosina Camargo y Madeline García por su apoyo durante este tiempo.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN vi
SUMMARY vii
LISTA DE CUADROS viii
LISTA DE FIGURAS ix
LISTA DE ANEXOS x

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 METABOLISMO DEL NITRÓGENO EN RUMIANTES 3

2.1.1 Digestión de nitrógeno 3
2.1.2 Reciclaje de nitrógeno 4
2.1.3 Factores que alteran la eficiencia del nitrógeno en el rumen 4

2.2 NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO EN RUMIANTES 5

2.2.1 Síntesis de urea 5
2.2.2 Microorganismos ruminales 6
2.2.3 Degradación de Carbohidratos 6
2.2.4 Producción de proteína microbiana 6
2.2.5 Influencia sobre nitrógeno ureico sanguíneo de la proteína del alimento 7
2.2.6 Agentes que influyen en los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo 7
2.2.7 Relación entre proteína y energía 7

2.3 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS/FISIOLÓGICAS DIGESTIVAS DE LA ALPACA 8

2.3.1 Descripción anatómica/ fisiológica digestiva de alpaca 8
2.3.2 Tiempo de retención del alimento 10
2.3.3 Eficiencia en uso de alimento 10
2.3.4 Nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas 11

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y tiempo 12

3.2 Sujetos de estudio 12

3.3 Diseño experimental 12

3.4 Variables evaluadas 13

3.5 Toma de muestra 13

3.6 Análisis de laboratorio 14

3.7 Cálculos de las variables 14

3.8 Análisis estadístico 16

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 17

V. CONCLUSIONES 26

VI. RECOMENDACIONES 27

VII. LITERATURA CITADA 28

VIII. ANEXOS 35

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar de forma comparativa la relación de la proteína cruda (PC) del alimento sobre el nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) entre ovinos y alpacas. El estudio se realizó en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se utilizó cuatro alpacas machos con peso vivo promedio de 53 kg y cuatro ovinos con peso vivo promedio de 24 kg. El diseño experimental utilizado fue de sobrecambio en un arreglo de cuadrado latino 4x4 (cada animales, periodos y tratamientos tuvieron cuatro unidades), se utilizó dietas de 7, 10, 13 y 16% PC (formuladas con harina de alfalfa y pajilla de avena). La cantidad de alimento ofrecido fue de 1.8 y 2.5% de MS del peso vivo para alpacas y ovinos, respectivamente. Cada periodo tuvo dos etapas, una de acostumbramiento (10 d) y otra de evaluación (4 d), los animales estuvieron en jaulas metabólicas para realizar la toma de muestras (sangre y heces). Los análisis estadísticos fueron realizados con ayuda del paquete estadístico SAS/STAT® 9.2. En todas las pruebas estadísticas se usó un nivel de significación de 0,05. Los resultados indicaron existe una respuesta al incremento del nivel de proteína cruda del alimento, aumenta ($p<0.05$) NUS en ambas especies. En alpacas, con niveles bajos de proteína cruda del alimento presentaron altos ($p<0.05$) niveles de NUS en comparación de los ovinos. Sin embargo, en ovinos se obtuvo mayor ($p<0.05$) incremento de NUS por unidad de PC del alimento. Concluyendo, que existe una efecto directo entre NUS y la proteína cruda del alimento en ambas especies.

Palabras clave: NUS, PC, alpaca, ovino

SUMMARY

The objective of this study was to comparatively analyze the effect of crude protein (CP) of the feed on blood urea nitrogen (BUN) between sheep and alpacas. The study was carried out in the Laboratory of Biochemistry, Nutrition and Animal Feeding of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University of San Marcos. Four male alpacas with an average live weight of 53 kg and four sheep with an average live weight of 24 kg were used. The experimental design was used an arrangement of Latin square 4x4 (each animal, period and treatment had four units), diets of 7, 10, 13 and 16% CP (formulated with alfalfa flour and oat straw) were used. The amount of food offered was 1.8 and 2.5% DM of live weight for alpacas and sheep, respectively. Each period had two stages, one of adaptation (10 d) and another of evaluation (4 d), the animals were in metabolic cages to perform the sampling (blood and feces). The statistical analyzes were done with the help of the statistical package SAS / STAT® 9.2. In all statistical tests was used significance level of 0.05. The results indicated that as the level of CP in the diet increases ($p < 0.05$) BUN in both species. In alpacas, low levels of CP in the diet had higher ($p < 0.05$) levels of BUN unlike than sheep. However, in sheep, a greater ($p < 0.05$) increase in BUN was obtained per unit of CP dietary. Concluding, that there is a direct relationship between BUN and crude protein of the food in both species.

Key words: BUN, CP, alpaca, sheep

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales 13

Cuadro2. Técnica para determinar nitrógeno ureico sanguíneo 14

Cuadro 3. Composición nutricional (% base materia seca) 17

Cuadro 4. Digestibilidad de materia seca y digestibilidad de materia orgánica de los tratamientos en alpaca y ovino 18

Cuadro 5. Digestibilidad de materia seca y digestibilidad de materia orgánica en alpaca y ovino 19

Cuadro 6. Intercepto y pendiente de la recta de digestibilidad de la materia seca en alpaca y ovino 20

Cuadro 7. Intercepto y pendiente de la recta de digestibilidad de la materia orgánica en alpaca y ovino 22

Cuadro 8. Nitrógeno ureico sanguíneo de los tratamientos en alpaca y ovino (Promedio (desviación estándar)) 23

Cuadro 9. Intercepto y pendiente de la recta de nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas y ovino 25

Cuadro 10. Coeficiente de correlación entre la proteína cruda de la dieta y la digestibilidad de materia seca, digestibilidad de materia orgánica y nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino 25

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ecuación de la recta de digestibilidad de materia seca en alpaca y ovino 20

Figura 2. Ecuación de la recta de digestibilidad de materia orgánica en alpaca y ovino 21

Figura 3. Ecuación de la recta de nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino 24

LISTA DE ANEXOS

Cuadro A1. Peso de los animales 35

Cuadro A2. Porcentaje de digestibilidad de materia seca en alpaca 35

Cuadro A3. Porcentaje de digestibilidad de materia seca en ovino 36

Cuadro A4. Porcentaje de digestibilidad de materia orgánica en alpaca 36

Cuadro A5. Porcentaje de digestibilidad de materia orgánica en ovino 37

Cuadro A6. Nivel de nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) en alpaca 37

Cuadro A7. Nivel de nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) en ovino 38

Cuadro A8. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de digestibilidad de materia seca 38

Cuadro A9. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de digestibilidad de materia orgánica 38

Cuadro A10. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de nitrógeno ureico sanguíneo 39

Cuadro A11. ANVA de digestibilidad de materia seca en alpaca y ovino 39

Cuadro A12. ANVA de digestibilidad de materia seca en alpaca 39

Cuadro A13. ANVA de digestibilidad de materia seca en ovino 39

Cuadro A14. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en alpaca y ovino 40

Cuadro A15. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en alpaca 40

Cuadro A16. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en ovino 40

Cuadro A17. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino 40

Cuadro A18. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca 41

Cuadro A19. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en ovino 41

Cuadro A20. Prueba de t. student del T7 entre alpaca y ovino 41

Cuadro A21. Prueba de t. student del T10 entre alpaca y ovino 42

Cuadro A22. Prueba de t. student del T13 entre alpaca y ovino 42

Cuadro A23. Prueba de t. student del T16 entre alpaca y ovino 43

Cuadro A24. ANVA de energía digestible en alpaca y ovino 43

Cuadro A25. ANVA de energía digestible en alpaca 43

Cuadro A26. ANVA de energía digestible en ovino 44

Cuadro A27. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en alpaca y ovino 44

Cuadro A28. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en alpaca 44

Cuadro A29. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en ovino 44

I. INTRODUCCIÓN

Las caracteristicas climáticas de la Cordillera de los Andes son adversas porque presenta bajo nivel de oxígeno, alta radiación ultravioleta, mayor altitud y variación de la temperatura diurna que oscila de -20 a 14 °C, estos factores influyen sobre la calidad y cantidad de las pasturas naturales (San Martin y Van Saun, 2014a). Estas pasturas son el recurso básico de alimnentación en la crianza de las alpacas (*Vicugna pacos*) y el ganado ovino.

La urea es el producto final del metabolismo del nitrógeno (N) en muchos mamíferos, incluidos los camelidos sudamericanos (CSA) y rumintes (Wu, 2018). El exceso de amoniaco (NH_3) en el rumen es absorbido y llevado al hígado para ser sintetizado en urea. La urea está circulando como nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) por el torrente sanguíneo. Una parte de la urea producida es transportada al rumen para su reutilización (reciclaje de N) y otra parte es excretada por los riñones mediante la orina (Bach *et al*., 2005).

El NUS tiene relación directa con la cantidad de proteína cruda (PC) del alimento (Tshuma *et al*., 2019). Esta relación es ampliamente estudiada en rumiante y es utilizada como predictor del consumo (Roseler *et al*., 2010), de la utilización y excreción del N en animales domesticos (Bach *et al*., 2005).

Las alpacas en comparación a los rumiantes presentan mayor eficiencia en la digestión de alimentos con bajo contenido de N. Este factor podría indicar que tienen menor capacidad de filtración glomerular y un mayor reciclaje de N (Rúa *et al*., 2017), donde la urea producida es llevada por las paredes del compartimiento 1 (C1) o la saliva (Lemosquet *et al*., 1996). Por tanto, la urea es hidrolizada y los microorganismo realizarian más síntesis proteica (San Martín y Van Saun, 2014b). Se ha reportado en la literatura que la producción de NUS en el reciclaje de urea podría llegar hasta 90% en rumiantes (Patra *et al*., 2018). Por el contrario, en alpacas se tiene poco conocimiento. Los CSA son reconocidos por su eficiencia en la

digestión de alimentos con niveles bajos de PC (San Martín y Van Saun, 2014b) y también por su mecanismos que hace un mejor uso del N si se compara con los rumiantes (Kiani *et al.*, 2015). Por todo lo descrito anteriormente, el presente estudio tuvo como objetivo "evaluar de forma comparativa el efecto de cuatro diferentes niveles de proteína cruda en el alimento sobre el NUS en alpacas y ovinos''.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 METABOLISMO DEL NITRÓGENO EN RUMIANTES

El primer paso de la cascada proteolítica es la degradación de proteína en oligopéptidos, utilizando una población muy variable de microorganismos proteolíticos (Bach *et al.*, 2005). Estos microorganismos (bacterias, hongos y protozoarios) proporcionan enzimas que hidrolizan los enlaces peptídicos para formar péptidos (Huntington y Archibeque, 2000). Estos péptidos son desaminados dentro de las células en ácidos grasos volátiles (AGV), amoníaco (NH_3) y dióxido de carbono (CO_2) (Tamminga, 1979, Varga y Kolver, 1997).

2.1.1 Digestión de nitrógeno

Los rumiantes tienen la capacidad de utilizar diferentes fuentes de nitrógeno (N) para sintetizar aminoácidos y formar proteína microbiana, esto es posible por los microorganismos presente en el rumen. Estos microorganismos tienen la capacidad de metabolizar el NH_3 y, en adecuadas cantidades de energía pueden sintetizar aminoácidos necesarios para cubrir sus requerimientos nutricionales (Giraldo *et al.,* 2005).

EL N en rumiantes se puede obtener por la dieta (ácidos nucleicos, aminoácido, proteínas, péptidos, aminas, nitritos, nitratos, urea y NH_3) o por fuentes endógenas (descamación de las células y urea reciclada a través de la saliva o del epitelio ruminal). El NH_3 es el mayor componente del metabolismo de N, reflejando la solubilidad y fermentabilidad de la fuente de N (Estrada, 2009). Existe dos procesos que la proteína puede enfrentar en el rumen puede: ser degradada en el rumen por los microorganismos (dependiendo de la solubilidad, la susceptibilidad a las proteasas microbianas y el tiempo de residencia en el rumen) (Taminga, 1979) o resistir el ataque de los microorganismos y pasar intacta al intestino delgado para su degradación (Relling y Mattioli; 2003).

En el rumen una fracción de proteína es degradada y transportada hacia la cascada proteolítica, iniciando con la degradación de proteína a oligopéptidos. En esta degradación

participan bacterias (Lesk y Blackburn, 1971), hongos (Orpin, 1984) y protozoarios (Hungate, 1966). En caso de los rumiantes, tienen dependencia de estos microorganismos (Huntington y Archibeque, 2000) para realizar la actividad enzimática que intervienen en la degradación de la proteína. Los microorganismos principales en la degradación de proteína son: a) *Ruminobacter amylophilus,* ésta fue una de las primeras bacterias ruminales en la que se aisló serina proteinasa (Lesk y Blackburn, 1971; Blackburn y Hullah, 1974), esta enzima posee alta actividad proteolítica; b) *Prevotella spp.,* que produce la dipeptidil peptidasa intracelular cuya actividad es dividir un dipéptido en aminoácidos (AAs) (Wallace y McKain, 1991), influyendo en la tasa de descomposición de la proteína soluble (Hristov y Pfeffer, 2005); c) protozoarios, en comparacion de las bacterias y hongos, que poseen mayor capacidad proteolítica. Pero solo tienen una actividad proteolitica del 10 al 20 %, debido a que se encuentran en menor cantidad (Hungate, 1966; Relling y Mattioli; 2003); d) hongos anaerobios, son un componente importante de la microflora ruminal porque descomponen el material fibroso de las plantas (Langer *et al*., 1968).

En rumiantes, su alimentación incluye compuestos nitrogenados no proteicos. En este proceso, los microorganismos ruminales incorporan el N a la célula microbial mediante la entrada de NH_3 a las células; siento captado en forma de aminas como glutamina y/o asparagina. Luego los grupos aminos son transferidos a otros esqueletos carbonados para la formación de proteína y ácidos nucleicos (Giraldo *et al.*, 2005).

2.1.2 Reciclaje de nitrógeno

En la degradación de proteína se obtine NH_3. Esto ocurre por la interacción de: energía fermentable, proteína cruda de la dieta y la tasa de degradación. El NH_3 concentrado en el rumen usualmente sobrepasa el requerimiento práctico para el crecimiento microbiano. El NH_3 es tóxico para el organismo, se ioniza y es transportado al hígado por vía sanguínea como amonio (NH_4). Una vez en la célula hepática, específicamente en la mitocondria, se une al bicarbonato (HCO_3-) para formar carbamoil fosfato e iniciar el ciclo de la urea (Van Saun, 2006; Esper *et al.*, 2008) y pueda ser eliminada o reciclada (Katz, 1992; Annison y Bryden, 1999).

En el caso de rumiantes, la urea puede ser reciclada como nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) o pasar directamente por la pared ruminal (Kennedy y Milligan, 1980, Abdoum *et al.*, 2006); este retorno de la urea al rumen se define como reciclaje de nitrógeno (Van Saun, 2006).

2.1.3 Factores que alteran la eficiencia del nitrógeno en el rumen

Existen factores que afectan la producción, absorción y transferencia de N en el rumen que pueden ser agrupados en: a) el estado productivo del animal, la calidad y composición de la dieta ofrecida que pueden tener un efecto significativo sobre la eficiencia del N, la tasa de degradación

proteíca y la utilización de nutrientes en el rumen afectando la población microbiana (Lapierre y Lobley, 2001); b) la frecuencia de alimentación, puede conducir a un aumento en la proteólisis; el flujo total de proteína soluble, NH_3 y péptidos está relacionado directamente al número de veces que se alimenta un animal (Chen *et al.,* 1987); c) el calor, puede afectar la estructura terciaria y la solubilidad de la proteína (Kaufmann y Lüpping, 1982); d) los ionóforos, sensibilizan a los protozoos ciliados y bacterias (Nagaraja, 1995), disminuye la población de protozoos; sin embargo, muchos logran desarrollar un mecanismo de protección contra los efectos tóxicos de los ionóforos (Dennis *et al*., 1986). Las bacterias Gram positivas, son más sensibiles a los ionóforos que las bacterias Gram negativas; esto ocurre por la permeabilidad relativa de la envoltura de las células bacterianas (las bacterias Gram negativas tienen una membrana externa y una membrana citoplásmica) (Wallace y Brammall, 1985) y e) los productos químicos, que influyen en la fermentación ruminal y en el metabolismo de las proteínas (Nagaraja *et al*., 1995).

2.2 NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO EN RUMIANTES

El NUS es la cantidad de N en forma de urea presente en la sangre. A menudo, se utiliza como medida clínica de la función renal. Asi mismo, en rumiantes es utilizado para evaluar la proteina presente en el alimento (Van Saun, 2006).

2.2.1 **Síntesis de urea**

Las moléculas que conforman la urea son C, H, O y N; La síntesis de urea ocurre para poder convertir y excretar el NH_3 del organismo, por lo general en el rumen usualmente los niveles de NH_3 sobrepasa los requerimientos prácticos para el crecimiento microbiano (Verbic, 2002). El NH_3 es tóxico para el organismo, por ello es ionizado y es transportado por vía sanguínea al hígado como NH_4, una vez en el hígado, en la mitocondria, se une al bicarbonato (HCO_3-) para formar carbamoil fosfato e iniciar el ciclo de la urea (Van Saun, 2006; Esper *et al.*, 2008), luego la urea puede pasar al torrente sanguíneo para ser reciclada o por leche u orina ser eliminada (Van Saun, 2006).

El NH_3 es inhibidor de las enzimas ureasas, cuando hay niveles bajos de NH_3 aumenta el reciclaje de urea porque aumenta la degradación metabólica de los AAs, aumenta los niveles de glutamato y se estimula la síntesis de N-acetilglutamato (Nava y Díaz, 2001).

La alteración de la síntesis de urea se puede poducir por: catabolismo, disfunción renal, el volumen del plasma (que en un determinado período es depurado al pasar de un órgano o tejido) (Moya *et al.,* 2015), tasa de reciclaje urea (por los túbulos renales) o tasa de filtración glomerular (Rodrigo, 2015).

En rumiantes, con niveles altos de NUS presentan problemas como producción reducida, primer estro retrasado, tasas de preñez reducidas y en algunos casos pueden llegar a producir la

muerte (Arias y Nesti, 1999).

2.2.2 Microorganismo ruminal

El desarrollo de la colonización de microorganismos requiere algunas condiciones en el rumen como: ph entre 5 a 7, ambiente anaerobico, suministro de substrato constante, continuos movimientos del reticulo-rumen, humedad alta y temperatura de 39ºC (Wu, 2018).

Las bacterias, hongos y protozoarios son los microorganismos con mayor presencia, la biomasa de bacterias y protozoarios son semejantes (Rotger, 2005). Las bacterias pueden estar adheridas en la pared ruminal, unidad en el alimento o estar libre en el líquido ruminal (Van Lier y Regueiro, 2008).Los hongos tienen función al digerir las paredes celulares de los forrajes (Rotger, 2005) La tasa de replicación de los protozoarios no es elevada, por esta razón requiere colocarse en partículas alimentaria de gran tamaño y así poder llegar al tracto gastrointestinal (Caisaguano, 2010).

2.2.3 Degradación de Carbohidratos

La fibra son la fuente principal de energía de la biomasa ruminal, permitiendo una tiempo de retención de los alimentos mayor y una fermentación de la celulosa y hemicelulosa (Van Lier y Regueiro, 2008).

Se puede clasificar como fibrosos o no fibrosos y por biosíntesis son clasificados como estructurales y no estructurales (Correa, 2012). Los no estructurales tiene la función de estimular la producción de ácido acético, los no fibrosos tiene la función de realizar la fermentación rápidamente para brindar energía necesaria y los fibrosos son resistente a la degradación por lo que estimula la rimia y la producción de saliva (Wu, 2018).

2.2.4 Producción de proteína microbiana

Los microorganismos degrada el NH_3 y los esqueletos de carbono simples obtenidos en la degradación de los alimentos a AAs escenciales, para realizar este proceso los niveles de NH_3 debe oscilar entre 5.6 y 10 mg de NH_3/100ml de fluido ruminal y debe haber energía disponible (Torres, 2012).

La fuente proteica más significativa en rumiantes es la proteína microbiana que es sintetizada por los microorganismos ruminales utilizando energia fermentable y AAs o nitrógeno no proteico del alimento (Correa y Cuéllar, 2003).

Los AAs que se utilizan para generar proteína microbiana o como fuente de energía para los microorganismos dividen su grupo amino que va al ambiente ruminal como desecho y la cadena carbonado como energía. El grupo amino se une a un átomo de hidrógeno para convertirser en NH_3 (Díaz, 2016)

2.2.5 Influencia sobre nitrógeno ureico sanguíneo de la proteína del alimento

El valor de la PC de un alimento no es simplemente una característica del alimento, sino también, depende de la naturaleza ruminal que interviene en el proceso de fermentación de la proteína (Kennedy y Milligan, 1980). Por ejemplo, si la alimentación se complementa con una fuente de energía rápidamente fermentable, se aumenta el flujo diario de urea a través de la pared del rumen (Reynolds *et al.*, 1988).

En un estudio realizado en cerdos bebes se observó que la calidad de PC otorgada en la dieta influye directamente en los niveles de NUS (Puchal *et al.*, 1962). Esta influencia de la proteína no sólo ocurre en monogástrico, como se menciona anteriormente si no también, en rumiantes. En esta especie se toma como referencia los niveles de NUS como indicadores de la metabolización proteica del animal y también se evalúa la proteína del alimento (Lewis, 1957; Torell *et al.*, 1974; Leng, 1990), esta información sugiere que la concentración de NUS es un predictor realista del uso de la proteína y la ingesta de proteína (Nolan *et al.*, 1970).

2.2.6 Agentes que influyen en los niveles de NUS

Los agentes que alteran la producción de NUS pueden ser: a) calidad de la proteína de la dieta, b) desequilibrio entre energía y proteína, c) condiciones de producción, en condiciones de producción intensiva donde la proteína dietética es abundante y se observa una retención ineficaz de N y una producción excesiva de NH_3 (Leng y Nolan, 1984); d) alteraciones fisiológicas como traumas, hemorragias, deshidratación, problemas cardiacos e infecciones y reducción en la eliminación renal dado por trastornos renales (Van Saun, 2006); c) aumento del catabolismo de proteínas (Van Saun, 2006) o d) la estación del año, influye en la cantidad y calidad del alimento (Siguas *et al.*, 2007).

Son escasos los casos de concentraciones bajas de NUS, sin embargo, podría ocurrir en los siguientes casos: enfermedades hepáticas, malnutrición, aumento de la ingesta de agua o de energía (Van Saun, 2006).

2.2.7 Relación entre proteína y energía

El desequilibrio entre energía y proteína rápidamente degradable aumenta la concentración de NH_3 ruminal, excediendo la capacidad microbiana ruminal y alcalinizado el pH (Carmalt,

2000; Bach *et al.*, 2005). La alimentación de dietas energética basadas en forrajes frescos ha dado como resultado el incremento del flujo de N en el intestino, una reducción de la concentración de NH_3 a nivel ruminal y un mejoramiento en el desempeño del animal (Bach *et al.*, 1999).

La frecuencia de alimentación junto a la suplementación energética ayuda a la sincronia de liberación de proteína degradable en el rumen, permitiendo incrementar la eficiencia del uso del N por parte del rumiante y una disminución en su excreción, por ello, otorgar raciones continuas tiene beneficio en la digestión ruminal y el metabolismo tisular. Además, otorgar constantemente forraje, asociada a carbohidratos solubles, facilitaría la actividad microbiana. Esta actividad está involucrada en la degradación de la fibra y reduciría las fluctuaciones de metabolitos, lo que resultará en cantidades más consistente de AGV y AAs al flujo sanguíneo y tambien a la glándula mamaria (Giraldo *et al.*, 2005).

2.3 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS/FISIOLÓGICAS DIGESTIVAS DE ALPACA

Las alpacas presentan particulares características digestivas como: a) con alimentos de baja calidad, tienen alta eficiencia digestiva (San Martín *et al.,* 1985); b) el tracto digestivo mantiene el alimento por un mayor tiempo (San Martín y Bryan, 1989); c) reciclaje de urea (Van Saun, 2006), esto ocurre mediante las paredes del estómago o los túbulos colectores por medio de reabsorción pasiva de la saliva y el reingreso al sistema fermentativo, lo cual el N necesario es otorgado a la población microbiana (Cabezas *et al.,* 2007); d) hidrolizan por unidad de tiempo (mmol/h/kg) alta cantidad de urea en el C1 en compracion al rumen de bovinos u ovinos, obteniendo más disponibilidad de N para ser utilizado por los micoorganismos en la síntesis proteica; e) en comparación con las ovejas, tienen una ingesta de alimento considerablemente menor (Liu *et al.*, 2009). Sin embargo, la digestión gástrica es similiar de los rumiantes pero no es análoga (Fowler, 1998); f) tener, en comparación a los rumiantes, más eficiencia con la extracción energética y proteíca de forrajes con PC bajos (San Martín y Bryant, 1989).

2.3.1 Descripción anatómica/ fisiológica digestiva de alpaca

Los labios esta conformado por labio superior que es labio leporino (separado por un surco medio) y el labio inferior, ambos son de paredes delgada, ambos son móviles con movimientos independientes. Esta característica bajo condiciones de pastoreo, le permite que tengan una gran capacidad para seleccionar pastos (San Martín *et al.*, 1985).

En la boca se encuentra glándulas serosas, mucosas y mixtas, que se encargan de la producción de la saliva. Las funciones de estás glándulas son: agregar $NaHCO_3$ y PO_4^{3-} (disminuyendo durante la fermentación, los efectos de los ácidos), lubricar el alimento seco y

reciclar nutrientes como el fósforo y la urea.

El estómago está dividido por tres compartimentos: 83% del volumen total del estómago es Compartimento I (C1) similar al rumen, 6% es Compartimento II (C2) similar al omaso y 11% es compartimento III (C3) similar al abomaso (Heller *et al.,* 1986). El C1, el más grande, está separado por un pilar transversal conformando de un saco caudal y otro craneal; No poseen papilas internas como los poseen los rumiantes (De la Vega, 1952). El C2 esta ubicado en el lado derecho, es el más pequeño y está conectado por una apertura amplia con C1. El C3 está comunucado por un estrecho canal (de forma alargado y tubular) al C2, es denominado estómago terminal y tiene una ligera dilatación en su porción final. Además, solamente en la parter final del C3 ocurre la secreción del HCl (Heller *et al.,* 1986). Asi mismo, el alimento pasa directo al C3 porque poseen un surco ventricular, que comienza en el saco craneal del C1 pasa por la curvatura menor del C2 y llega hasta el C3 (San Martín, 1994).

El C1 y C2 contienen conjunto de microorganismos necesarios para el mejor uso de los vegetales fibrosos y asi puedan realizar el proceso de fermentacion. Además, la eficiente maceración, mezclado y absorción del alimento es debido a los sacos glandulares (San Martín, 1994). En comparacion a los runmiantes, las alpacas absorben los nutrientes en el C1 dos a tres veces más (San Martín, 1994).

El desarrollo del estómago en una cría de alpaca comienza alrededor de la octava semana de edad, teniendo similitud con los compartimentos estomacales (proporción tisular) de de alpacas adultas (Samaniego, 1977); Siendo significativa a las 12 semanas, presentando niveles menores de glucosa en sangre, aumentando el nivel de AGV y disminuyendo el pH en C1 y C2, permitiendole iniciar la sobrevivencia autónoma (San Martín y Bryant, 1989).

San Martín (1994) ha indicado las funciones de los sacos glandulares del C1 y C2: a) absorber rápidamente los solutos y agua, b) aportar HCO_3- y junto con el alimento encontrado en el C1 contribuyen a la capacidad buffer del contenido del C1 y C2 y c) secretar glicoproteínas, urea y mucosidad para mantener un óptimo ambiente para los microorganismos.

La constante motilidad del estómago favorece la unión de los alimentos ingeridos con la proteína microbiana para ser degradado. Asi mismo, mediante la unión de las fases líquidas y sólidas de la digesta beneficia la excreción de los reservorios digestivos (Van Saun, 2006).

La alpaca tiene un movimiento estomacal que produce dos fases distintas, similar que en rumiantes siendo en la alpaca más continua y regular (Heller *et al.*, 1986).

Las alapacas transforman las particulas grotescas de los pastos consumidos en productos de composición más simple (nutrientes) que son absorbidos por las mucosas digestivas. Esta digestión se produce mediante la separación estructural del forraje y macerado, fermentación microbiana y la acción de la diastasa digestiva. Además, tiene mayor efecto específico de la ureasa en el C1 y C2, esta actividad puede ayudar a hidrolizar mayor cantidad de urea en el C1 en

comparación a los ovinos en el rumen (Patra y Aschenbach, 2018). También, poseen la característica de reciclar gran cantidad de urea por medio de saliva. Este reabsorcion pasiva ocurre por medio de los túbulos colectores, la urea reingresa al sistema fermentativo obteniendo N disponible para ser utilizado por los microorganismos en la degradación proteica (Rúa *et al.*, 2017).

La información de trabajos indicarían que las llamas, en comparación con las ovejas y cabras, con dietas bajas en proteínas tienen niveles elevados de urea en sangre sosteniendo la teoría que los camélidos sudamericanos (CSA) poseen mayor reciclaje de urea en el C1 (Kiani *et al.,* 2015).

2.3.2 Tiempo de retención del alimento

Los CSA, en el tracto digestivo, tienen mayor tiempo de retiencion del alimento en comparación a los rumiantes (Heller *et al.*, 1986). Flórez (1973) reporto que el tiempo en alpacas es de 50.3 h y en ovinos es de 43.2 h, San Martín (1987) reporto que el tiempo es de 63 h en llamas y 41 h en ovinos.

Las llamas retienen por mayor periodo de tiempo partículas grandes en comparación al bovino y caballo, observando que el tiempo de retencion de partículas menores de un cm es de 52 h y partículas entre dos y cuatro cm es de 60 h (Heller *et al*., 1986).

Es un factor importante para partículas sólidas tener mayor tiempo de retención para determinar la eficiencia de la digestión en el estómago de los CSA con dietas altas en fibras. Al aumento del tiempo de retencion del alimento hay un efecto directo en la digestibilidad de los alimentos con baja proteina. Sin embargo, en dietas de alta calidad el tiempo de retención no tiene un efecto directo en la digestibilidad, podria deberse al pasaje de líquidos que ocurre en C1 y C2 de los CSA.

San Martín y Bryant (1989) observaron en llamas hay una relación inversa entre el tiempo de retencion y el crecimiento bacteriano del C1 y C2, teniendo uso de mínima energía para el mantenimiento de la población microbiana.

San Martín (1987) compararó la tasa de pasaje entre llamas y ovejas obteniendo tasa de pasaje de 10.4 %/h y 7.7 %/h respectivamente, siendo la de la llamas más rápida. Heller *et al.* (1986) señalan que en C1 y C2 el tiempo de retención de fluidos es de 9.7 h y en todo el tracto digestivo de 36.2 h. Flórez (1973) indicó que la rápida tasa de pasaje de la fase líquida presente en CSA puede ser producto de la relación entre el volumen del C1 y C2 con el flujo salival.

2.3.3 Eficiencia en uso de alimento

Las alpacas tienen mayor capacidad de digerir alimentos fibrosos que los rumiantes (San Martín *et al.*, 1982), esto puede atribuirse a tres factores: a) reciclaje de N más eficiente y menor

excreción renal (Hinderer y Engelhardt, 1975), b) mayor tiempo de retención para la fase sólida y mayor degradación de las paredes celulolíticas por estar mayor tiempo expuesta los microorganismos del CI (Heller *et al*., 1986) o c) el pH del C1 y C2 es casi neutro favoreciendo la digestión celulolítica (Hoover, 1986), esto puede deberse a la secreción de HCO_3- en C1 y C2 (Eckerlin y Stevens, 1973).

2.3.4 Nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas

Los estudios existentes en alpacas indican que tienen niveles de NUS superiores a los rumiantes. En alpacas, los valores reportados oscilan entre 18 – 32 mg/dl (Davies *et al.*, 2007; Siguas *et al.*, 2007; Barreda, 2017; Vivar, 2018).

Siguas *et al.* (2007) realizó un estudio que compara las dos épocas del año, características de los Andes peruanos, obteniendo valores de 3.5 – 30.9 mg/dl en época seca y 15.0 – 42.1 mg/dl en época húmeda. Robinson *et al.* (2005) Trabajó con tres tipos de dietas (alfalfa, paja y ray grass) de diferentes niveles de PC que obtuvo que entre el nivel de PC del alimento y el nivel de NUS existe una relación directa. Vivar (2018) trabajó con alpaca y llamas obteniendo una relación directa entre las pasturas naturales y el nivel de NUS.

Sin embargo, Davies *et al.* (2007) trabajaron con dos dietas, una dieta estuvo basada en 100% heno de cebada y la otra dieta estuvo formulada de 80% heno de cebada y 20% alfalfa, donde no obtuvieron un efecto directo ente el nivel de PC del alimento y el nivel de NUS, teniendo informacion diferente a los autores antes mencionados. Flores *et al.* (2016) reportan que no existe diferencia entre grupo etario en alpacas respecto al nivel de PC de la dieta. Burton *et al.* (2003) encontraron diferencia en los niveles de NUS de alpacas en el día del parto, se observó una disminución de 6.9 mmol/l a 4.0 mmol/l. Posteriormente, estos niveles aumentan en el dia ocho posterior al parto (aumentando a 5.4 mmol/l). También observaron, que la cría desde su nacimiento hasta el día 18 tiene el metabolismo proteico y nivel de NUS variable, luego se mantiene constante.

Muchos reportes trabajados con alpacas y llamas adultas (Robinson *et al.*, 2005; Kiani *et al.,* 2015; Barreda, 2017; Vivar, 2018) demuestra la relación de la calidad de las dietas sobre los niveles de NUS, donde a mayor proteína de la dieta (>14% PC) mayor nivel de NUS. Sin embargo, entre los CSA existe diferencia en el requerimiento de PC de la dieta. Por ejemplo, las alpacas para satisfacer las necesidades metabólicas tienen un menor requerimiento de PC de la dieta que las llamas. Podria deberse esta diferencia: a) al tamaño corporal, las alpacas son más pequeñas que las llamas, b) a la eficiencia de digerir de alimentos de baja calidad o c) las llamas en con relación al peso metabólico, tienen mayor digestibilidad de materia seca

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y tiempo

El estudio se realizó en el bioterio del Laboratorio de Zootecnia y Producción Agropecuaria de la Facultad de Medicina Veterinaria (FMV) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en Lima, Perú. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética y Bienestar Animal (CEBA 2020-005) de la FMV-UNMSM.

El desarrollo del estudio se realizó en los meses de mayo – julio del 2017. En la estación de otoño (promedio de 18°C).

3.2 Sujetos de estudio

Se utilizaron cuatro alpacas Huacaya, macho, adultos, de peso promedio 54 Kg. de peso vivo y cuatro ovinos machos, adultos, de peso promedio de 24 Kg. de peso vivo. Todos los animales se encontraban aparentemente sanos (con valores normales a la anamnesis).

Los animales fueron acolocados durante diez dias en corrales individuales de 1.5 m x 1.2 m con piso emparrillado con comedero y bebedero. Posteriormente colocados por 4 dias en jaulas metabólicas de 0.7 m x 1.2 m, con comedero y bebedero.

3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de sobrecambio, en un arreglo de cuadrado latino 4×4, con 4 individuos, 4 tratamientos y cuatro periodos para cada especie. Los tratamientos fueron cuatro niveles de proteína cruda (7, 10, 13 y 16%) y cada periodo tuvo una duración de 14 d con dos fases, una de adaptación (10 d) y otra de evaluación (4 d). Las dietas fueron elaboradas con harina de alfalfa, paja de avena y un suplemento comercial de minerales y vitaminas (Cuadro 1). El alimento fue ofrecido *ad libitum* una vez al día (08:00).

Cuadro 1. Ingredientes y composicion quimicas de las dietas experimentales

	N dietario (g/100 g MS)			
	7	10	13	16
Ingredientes, %MS				
Harina de alfalfa	27.0	51.0	75.0	99.0
Paja de avena	72.0	48.0	24.0	0.0
Suplemento comercial	1.0	1.0	1.0	1.0
Composición química, %MS				
Materia seca	92.0	92.0	92.0	91.0
Materia orgánica	82.4	80.4	78.5	81.6
Proteína cruda	7.1	10.4	13.4	16.2
Fibra cruda	34.7	31.3	27.8	24.4
Extracto etéreo	1.7	1.6	1.6	1.5
Ceniza	17.6	19.6	21.5	18.4
Extracto libre de nitrógeno	38.9	37.1	35.7	39.6

3.4 Variables evaluadas

La variable independiente fue el nivel de proteína cruda de la dieta.

Las variables dependientes fueron:

- Digestibilidad de MS
- Digestibilidad de MO
- Nitrógeno ureico sanguíneo

3.5 Toma de muestras:

Sangre: se tomó la muestra en ayunas (día 11 al 14), de la vena yugular con una aguja de calibre 21 y tubos vacutainer® sin anticoagulante, se centrifugó por 15 minutos a 3500 rpm, se almacenó el suero a -20°C hasta su procesamiento.

Heces: se colectó y pesó la producción total de heces diaria (día 11 al 14), se tomó 100 g aproximadamente de la producción total. Esta muestra, se secó a 60°C durante 48 h para determinar MS, luego se molió a 1 mm para determinar ceniza.

En alpacas, el primer periodo se realizó con tres días de evaluación, los periodos restantes se realizaron cuatro días de evaluación. Esta variación de días de evaluación ocurrió porque un animal amaneció fuera de su jaula al cuarto día de evaluación del primer periodo.

El tratamiento fue ofrecido una vez al día (8:00 a.m.), en días de evaluación el tratamiento

se ofreció después de realizar la toma de muestras. Se ofreció el 1.8 y 2.5% de M.S. de su peso vivo para las alpacas y ovinos, respectivamente. La administración de agua fue *ad libitum*.

3.6 Análisis de laboratorio

- Análisis proximal de los tratamientos: se determinó humedad, PC, FC, ceniza, EE y ELN de acuerdo a la A.O.A.C. (1990).
- Los sueros fueron analizados con un kit comercial de urea (método modificado de Berthelot) (Fawcett y Scott, 1960) del Laboratorio Wiener. Se utilizó 10 µl de muestra y 1000 µl de cada reactivo, incubándose a 37 °C por 5 min. Luego se procedió a leer la absorbancia en un espectrofotómetro Thermo Spectronic Genesys 20 4001/14 a una longitud de onda de 540 nm (Cuadro 2).

Cuadro 2. Técnica para determinar nitrógeno ureico sanguíneo

	B	S	D
Standard	-	20 µl	-
Suero o plasma	-	-	20 µl
Ureasa	1 gota	1gota	1 gota
Mezclar por agitación suave e incubar 5 minutos a 37°C. Luego agregar:			
Reactivo A	1 ml	1 ml	1 ml
Reactivo B	1 ml	1 ml	1 ml
Mezclar por agitación suave e incubar 5 minutos a 37°C. Luego agregar:			
Agua destilada	10 ml	10 ml	*10 ml*

Mezclar por inversión y retirar del baño. Después de 10 minutos medir la absorbancia.

El reactivo A (reactivo desecado conteniendo fenol y nitroferricianuro de sodio) y reactivo B (reactivo concentrado de hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio) están previamente diluidos con agua destilada en relación 1:0.95 y 1:0.8 respectivamente.

Se procedió a medir la absorbancia en el espectrofotómetro Thermo Spectronic Genesys 20 modelo 4001/14. Las absorbancias se midieron con una longitud de onda de 540 nm y se corrigió con la absorbancia obtenida con él tuvo B (denominado blanco). Para la determinación de NUS se relacionó la absorbancia del estándar (S) con las absorbancias del suero problema (D).

3.7 Cálculo de las variables

- NUS:
  - Primero se determinó la cantidad de urea con la siguiente fórmula:

$$\text{Urea (mg/dl)} = \text{AbS} / \text{AbsStd} \times 60$$

Dónde:

AbsStd: Absorbancia estándar

AbS: Absorbancia de la muestra

- Luego, se determinó el NUS con la siguiente fórmula:

$$\text{NUS (mg/dl)} = \text{Urea (mg/dl)} \times 0.466$$

Dónde:

0.466 = factor de conversión de urea a nitrógeno ureico sanguíneo

- Digestibilidad de MS: se determinó con la siguiente formula:

$$DMS\ (\%) = \frac{MS\ consumida\ (\frac{g}{d}) - MS\ excretada\ en\ heces\ (\frac{g}{d})}{MS\ consumida\ (\frac{g}{d})} \textbf{ x 100}$$

Dónde:

DMS: digestibilidad de materia seca.

MS: materia seca.

- Digestibilidad de MO: se determinó con la siguiente fórmula:

$$DMO\ (\%) = \frac{MO\ consumida\ (\frac{g}{d}) - MO\ excretada\ en\ heces\ (\frac{g}{d})}{MO\ consumida\ (\frac{g}{d})} \textbf{ x 100}$$

Dónde:

DMO: digestibilidad de materia orgánica.

MO: materia orgánica.

- Energía bruta de la dieta de los tratamientos, se determinó con la siguiente fórmula:

$$EB = (0.0065 * PC) + (0.0094 * EE) + (0.00415 * FC) + (0.00415 * ELN)$$

Dónde:

EB: energía bruta

PC: proteína cruda

EE: extracto etéreo

FC: fibra cruda

ELN: extracto libre de nitrógeno

- Energía digestible de la dieta de los tratamientos, se determinó con la siguiente fórmula:

$$ED = EB^* \% DMS$$

Dónde:

ED: energía digestible

EB: energía bruta

%DMS: porcentaje de digestibilidad de materia seca

3.8 Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el procedimiento MIXED de SAS 9.2, según el modelo $Y = \mu + P + A + N + B + (NxB) + E$, donde Y es la variable dependiente, μ es la media general, P es el efecto del periodo, A es el efecto del animal, N es el efecto del valor de N en la dieta, B es el efecto de la especie, N × B es la interacción entre N en la dieta valor y especie, y E es el error residual.

El nivel de N en la dieta y la especie se consideraron efectos fijos, y el animal de experimentación y el periodo se consideraron efectos aleatorios. Se utilizaron contrastes polinomiales para el efecto del nivel de N así como para las interacciones especie x nivel N para evaluar los efectos del tratamiento. Las comparaciones entre especie dentro de cada nivel de N en la dieta se realizaron utilizando pruebas t cuando al menos un contraste que evaluaba la interacción especie x nivel de N en la dieta era significativo. Las pruebas t se realizaron para asegurar que las interpretaciones de los contrastes fueran claras. Las diferencias se consideraron significativas en $p<0.05$.

Se realizó una regresión lineal entre los valores de N de la dieta (variable independiente) y los valores de NUS (variable dependiente) para cada especie. Además, se determinó el intercepto y la pendiente, comparándose estos parámetros entre ambas especies para lo cual se utilizó la prueba de t-Student.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de las dietas de los tratamientos

En el Cuadro 3, se presenta el análisis proximal, la energía digestible (ED) y la relación de proteína cruda (PC) y ED las dietas utilizadas para el estudio. Con esta información se observa, que la formulación de las dietas de los tratamientos cumplió con el parámetro requerido para los niveles de proteína establecidos previamente. Además, se observa un efecto directo al aumento del nivel de PC, aumentando ED y la relación de PC/ED. Entre las dietas de los tratamientos se encontró diferencia ($p<0.05$). Sin embargo, no se encontró diferencia ($p>0.05$) entre las especies.

Cuadro 3. Composición nutricional (% base materia seca)

	Tratamiento			
	T7	T10	T13	T16
Materia seca (%)	92	92	92	91
Materia orgánica (%)	82	80	78	82
PC (%)	7.1	10.4	13.4	16.2
Fibra cruda (%)	29.7	29.7	29.7	29.7
Extracto etéreo (%)	1.7	1.6	1.6	1.5
Ceniza (%)	17.6	19.7	21.5	17.4
Extracto libre de nitrógeno (%)	43.9	38.5	33.8	35.2
ED (Mcal)				
Alpaca	1.7 [a,d]	1.9 [a,b,e]	2.1 [b,c,f]	2.3 [c,g]
Ovino	1.8 [a,d]	1.8 [a,e]	2.1 [b,f]	2.4 [c,g]
Relación PC/ED				
Alpaca	4.12 [a,d]	5.6 [b,e]	6.5 [c,f]	7.2 [c,g]
Ovino	4.0 [a,d]	5.7 [b,e]	6.4 [c,f]	6.6 [c,g]

[a,b,c] Superíndices diferentes dentro de las filas indican diferencia estadística ($p<0.05$); [d,e,f,g] Superíndices diferentes dentro de las columnas indican diferencia estadística ($p<0.05$)

Digestibilidad de la materia seca

En el Cuadro 4, se muestra el promedio y desviación estándar del porcentaje de digestibilidad de la materia seca (DMS) de alpacas y ovinos. En ambas especies, se observó una efecto directo entre el nivel de proteína cruda (PC) de la dieta y el %DMS (Cuadro A13) confirmando lo descrito en la literatura de que existe una relación directa entre estos niveles (San Martin y Bryan, 1989). Además, se observó que en ambas especies aumenta ED y PC de la dieta de los tratamientos.

En alpacas, se obtuvo un rango de 47.12 – 58.17 % DMS. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (Cuadro A14), siendo mayor ($p<0.05$) en T16 y menor ($p<0.05$) en T7. No se encontró diferencia ($p>0.05$) entre T7, T10, T13 y entre T13, T16; sin embargo, entre los tratamientos T7:T16 y entre T10:T16 se encontró diferencia ($p<0.05$).

Estos resultados contradicen a López *et al.* (1996) quienes trabajaron con cuatro alpacas y cuatro pasturas de bajos niveles de PC, donde no encontró relación directa entre el nivel de PC y %DMS; esto pudo ocurrir porque los individuos tenían mayor preferencia por pastos Festuca y Ryegrass. Sin embargo, López *et al.* (2001), Estrada *et al.* (2009) quienes trabajaron con llamas y Liu *et al.* (2009) quienes trabajaron con alpacas concuerdan que existe una relación directa entre el nivel de PC y %DMS.

Cuadro 4. Digestibilidad de materia seca (DMS) y digestibilidad de materia orgánica (DMO) de los tratamientos en alpaca y ovino (Promedio (desviación estándar))

	Tratamiento			
	T7	T10	T13	T16
Alpaca				
DMS (%)	47.1(5.3) [a]	51.8 (3.1) [a]	57.5 (2.3) [a,b]	58.2 (3.3) [b]
DMO (%)	47.2 (6.7) [a]	51.0 (4.1) [a,b]	57.5 (1.6) [b,c]	60.4 (1.9) [c]
Ovino				
DMS (%)	48.5 (4.7) [a]	50.9 (3.1) [a]	58.2 (1.1) [b]	62.6 (1.3) [b]
DMO (%)	46.9 (5.2) [a]	47.7 (3.8) [a]	56.2 (0.7) [b]	62.9 (1.8) [c]

[a,b,c] Superíndices diferentes dentro de las filas indican diferencia estadística ($p<0.05$); DMS= digestibilidad de materia seca; DMO= digestibilidad de materia orgánica

En ovinos, se obtuvo un rango de 48.48 – 62.60 % DMS. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (Cuadro A14), siendo menor ($p<0.05$) %DMS, cuando reciben menores cantidades de PC (T7 y T10) y mayor ($p<0.05$) %DMS cuando reciben los mayores niveles de PC (T13 y T16), entre T10, T13 se encontró diferencia ($p<0.05$).

Estos resultados contradicen a Van Dung *et al.* (2014) quien trabajaron con fluidos ruminales de vacas fistuladas alimentadas con dietas con cuatro diferentes niveles de PC, no se encontró relación directa entre nivel de PC y % DMS. Sin embargo, Estrada *et al.* (2009) y Zambrano *et al.* (2017) quienes trabajaron con ovejas, concluyen que existe una relación directa; además, Zambrano *et al.* (2017) indica que esta relación se presenta en animales juveniles.

En el Cuadro 5, se presenta el valor promedio de todos los porcentajes de DMS para alpacas y ovinos, donde se observó que no existe diferencia ($p>0.05$) entre especies. Coincidiendo con lo descrito por Liu *et al.* (2009) quienes trabajaron con alfalfa y sorgo en ambas especies, no obtuvieron diferencia ($p<0.05$).

Cuadro 5. Digestibilidad de materia seca (DMS) y digestibilidad de materia orgánica (DMO) en alpaca y ovino (%)

	Alpaca	Ovino
DMS	53.6 [a]	55.0 [a]
DMO	54.0 [a]	53.4[a]

[a] Superíndices iguales dentro de las filas indican que no existe diferencia ($p>0.05$) entre especie; DMS= digestibilidad de materia seca; DMO= digestibilidad de materia orgánica

En la Figura 1, se presenta la ecuación de la recta y el porcentaje de variación de %DMS. La ecuación de la recta fue lineal para ambas especies, en Cuadro A13 y Cuadro A14 se presenta el ANVA ($p<0.05$). En ambas especies se observó un aumento de % DMS ante el aumento de nivel de PC de la dieta y ED. En los resultados se observó que entre las especies no existe diferencia ($p>0.05$) de %DMS con el tratamiento de menor nivel de PC y menor de ED. Se obtuvo resultados diferente a lo descrito por San Martín y Bryant (1989), quienes indican que las alpacas tienen mejor digestibilidad con alimentos de baja calidad. Esto pudo ocurrir porque los ovinos tuvieron restricción en el consumo de las dietas de los tratamientos, esto se realizó para que ambas especies tuvieran las mismas condiciones.

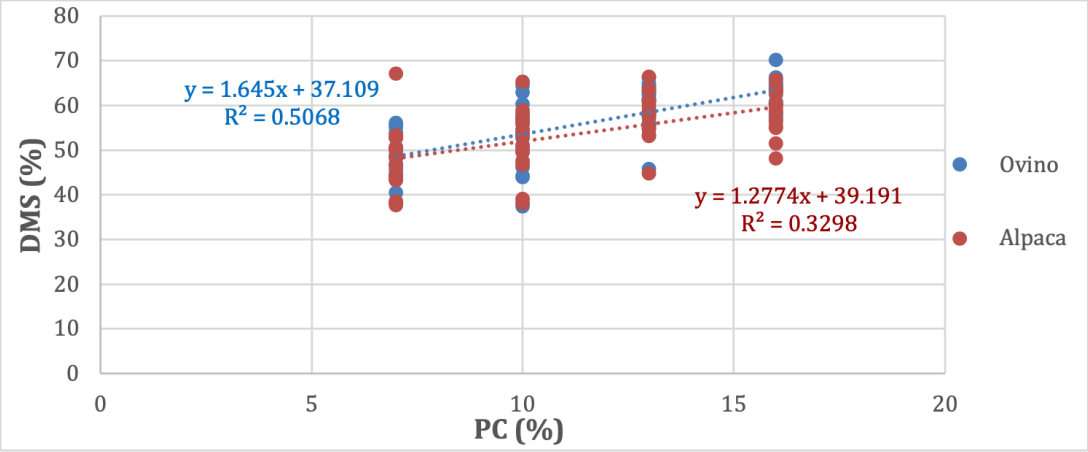

Figura 1. Ecuación de la recta de digestibilidad de materia seca en alpaca y ovino

En el Cuadro 6, se presenta el intercepto y pendiente de la recta del %DMS en ambas especies. No se observó diferencia ($p>0.05$) en el intercepto y pendiente de la recta entre especies.

Cuadro 6. Intercepto y pendiente de la recta de digestibilidad de la materia seca en alpaca y ovino

	Alpaca	Ovino
Intercepto	39.4[a]	36.0[a]
Pendiente	1.3[b]	1.7[b]

[a,b] Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p<0.05$)

Digestibilidad de la materia orgánica

En el Cuadro 4, se muestra el promedio y desviación estándar del porcentaje digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de alpacas y ovinos. En ambas especies, se observó una relación directa entre la DMO y el nivel de proteína cruda (PC) de la dieta (Cuadro A15).

En alpacas, se obtuvo un rango de 47.17 – 60.39 % DMO. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (cuadro A16), siendo mayor ($p<0.05$) en T16 y menor ($p<0.05$) en T7. No se encontró diferencia ($p>0.05$) entre T7 y T10, entre T10 y T13 y entre T13 y T16; sin embargo, entre los tratamientos T7 y T16, entre T7 y T13 y entre T10 y T16 se encontró diferencia ($p<0.05$). Estos resultados reafirman lo descrito en el estudio de López *et al.* (2001) y Estrada *et al.* (2009) indican que al aumento de la calidad de la dieta aumenta la digestibilidad.

En ovinos, se obtuvo un rango de 46.89 – 62.92 % DMO. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (Cuadro A17), siendo menor ($p<0.05$) %DMO, cuando reciben menores

cantidades de PC (T7 y T10) y mayor ($p<0.05$) %DMO en T16; entre T10 y T13 y entre T13 y T16 se encontró diferencia ($p<0.05$).

Estos resultados contradicen a Van Dung *et al.* (2014) quien trabajaron con fluidos ruminales de vacas fistuladas alimentadas con dietas con cuatro diferentes niveles de PC, no se encontró relación directa entre nivel de PC y % DMO. Sin embargo, Estrada *et al.* (2009) y Zambrano *et al.* (2017) quienes trabajaron con ovejas, concluyen que existe una relación directa; además, Zambrano *et al.* (2017) indica que esta relación se presenta en animales juveniles.

En el Cuadro 5, se presenta el valor promedio de todos los porcentajes de DMO para alpacas y ovinos, donde se observó que no existe diferencia ($p>0.05$) entre especies. Coincidiendo con lo descrito por Liu *et al.* (2009) quienes trabajaron con alfalfa y sorgo en ambas especies, no obtuvieron diferencia ($p<0.05$).

En la Figura 2, se presenta la ecuación de la recta y el porcentaje de variación de %DMO. La ecuación de la recta fue lineal para ambas especies, en el Cuadro A16 y Cuadro A17 se presenta el ANVA ($p<0.05$). En ambas especies se observó un aumento de % DMO ante el aumento de nivel de PC de la dieta.

En los resultados de este estudio se observó que entre las especies no existe diferencia ($p>0.05$) en %DMO con el tratamiento de menor nivel de PC de la dieta. descrito por San Martín y Bryant (1989), quienes indican que las alpacas tienen mejor digestibilidad con alimentos de bajo nivel de PC. Estos resultados pueden ocurrir porque los ovinos tuvieron restricción en la cantidad de los tratamientos para que ambas especies tengan las mismas condiciones.

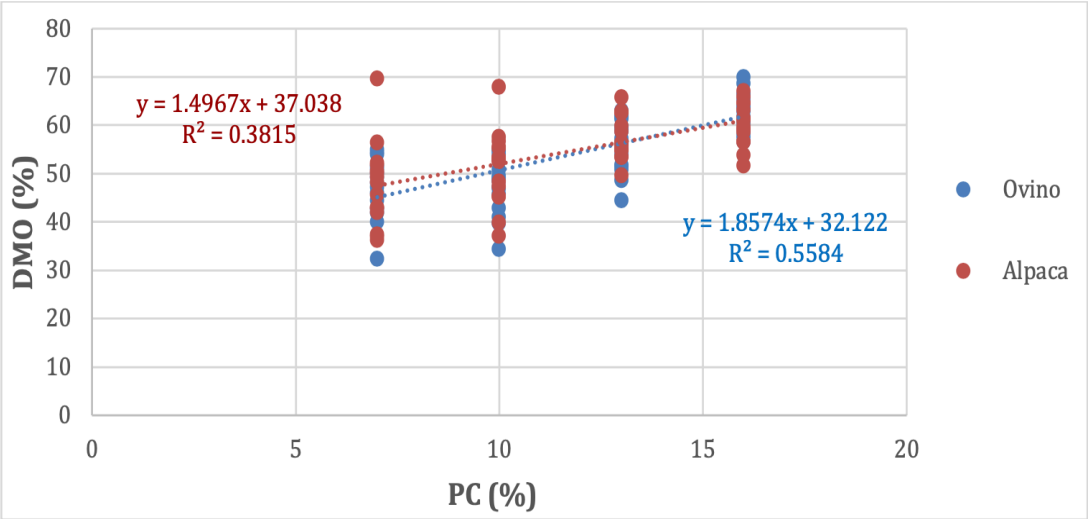

Figura 2. Ecuación de la recta de digestibilidad de materia orgánica en alpaca y ovino

En el Cuadro 7, se presenta el intercepto y pendiente de la recta del %DMO en ambas especies. No se observó diferencia ($p>0.05$) en el intercepto y pendiente de la recta entre especies.

Cuadro 7. Intercepto y pendiente de la recta de digestibilidad de la materia orgánica en alpaca ovino

	Alpaca	Ovino
Intercepto	37.0[a]	31.7[a]
Pendiente	1.5[b]	1.9[b]

[a,b] Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p<0.05$)

Nitrógeno Ureico Sanguíneo

En el Cuadro 8, se muestra el promedio y desviación estándar del nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en alpacas y ovinos. En ambas especies, se observó una relación directa entre el nivel de PC de la dieta y NUS (Cuadro A18).

En alpacas, se obtuvo un rango de 13.53 – 20.54 mg/dl. Los valores obtenidos son congruentes con lo expuesto por Flores *et al.* (2016) que obtuvieron un promedio de 18.22 mg/dl con animales alimentados de pasturas naturales; Vivar (2018) obtuvo un rango de 12.13 - 26.36 mg/dl en animales alimentados con una dieta de 16.3% PC. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (Cuadro A17), siendo mayor ($p<0.05$) en T16 y menor ($p<0.05$) en T7. En los resultados del estudio, no se encontró diferencia ($p>0.05$) entre T10 y T13 y entre T13 y T16; sin embargo, entre T7 y T10, entre T7 y T13, entre T7 y T16 y entre T10 y T16 se encontró diferencia ($p<0.05$). Pero entre las dos especies se encontró diferencia ($p<0.05$) en el tratamiento T7 y T10.

En alpacas, la relación entre PC de la dieta y NUS no está descrita; sólo se puede deducir por los datos aportados por muchos autores. Por ejemplo, Siguas *et al.* (2007) reportan que en época seca obtuvo un promedio de 18.3 mg/dl y en época húmeda obtuvo un promedio de 29.0 mg/dl; con estos datos se puede presumir la influencia del nivel de PC de las pasturas en el nivel de NUS, porque en la época seca el nivel de PC es menor que en época húmeda. Robinson *et al.* (2005) indican en su estudio realizado con tres tipos de dietas (alfalfa, paja y ryegrass) de diferentes niveles de PC, aportan resultados que hace presumir que existe una relación directa entre estas dos variables. Sin embargo, Davies *et al.* (2007) trabajaron con dos dietas, una dieta estuvo basada en 100% heno de cebada y la otra dieta estuvo formulada de 80% heno de cebada y 20% alfalfa,

con estas dietas ellos no obtuvieron una respuesta directa entre la PC de la dieta y el NUS, siendo sus resultados diferentes a los autores antes mencionados.

Otros autores como Flores *et al.* (2016) reportan, que no existe diferencia entre grupo etario en alpacas respecto al nivel de PC de la dieta. Burton *et al.* (2003) indicaron diferencia en los niveles de NUS de alpacas en el día del parto, indicando disminución de los valores de siete mmol/l a cuatro mmol/l y aumentando a cinco mmol/l en el octavo dia. También observaron, que la cría desde su nacimiento hasta el día 18 tiene el metabolismo proteico y nivel de NUS variable, luego se mantiene constante. Barreda (2017) reportó rango 27.2 – 31.9 mg/dl en alpacas adultas alimentados con pastos naturales y dieta formuladas. Rodrigo (2015) reportó un rango de 6.72 – 8.96 mg/dl en crías de alpacas.

Los requerimeintos de los animales adultos para su mantenimiento son menores que en un animal en crecimiento (Van Saun, 2006). En animales en crecimiento el reciclaje de urea es mayor que un aminal en mantenimiento presentando altos niveles de NUS. Las crías no tienen el tracto digestivo completamente desarrollado hasta las 16 semanas de edad. Por ello, la actividad microbiana se ve reducida y el uso del N va a ser menor en comparación a los animales destetados cuyo tracto digestivo está más desarrollado (Samaniego, 1977).

Cuadro 8. Nitrógeno ureico sanguíneo de los tratamientos en alpaca y ovino (Promedio (desviación estándar))

	Tratamiento			
	T7	T10	T13	T16
Alpaca	13.5 (3.1) ^{a,u}	16.8 (3.4) ^{b,w}	18.55 (1.75) ^{b,c,y}	20.5 (1.8) ^{c,z}
Ovino	11.6 (1.0) ^{a,v}	14.7 (1.9) ^{b,x}	17.7 (2.3) ^{c,y}	20.2 (3.1) ^{d,z}

^{a,b,c,d} Superíndices diferentes dentro de las filas indican diferencia estadística ($p<0.05$); ^{u,v,w,x,y,z} Superíndices diferentes dentro de las columnas indican diferencia estadística ($p<0.05$); NUS= nitrógeno ureico sanguíneo

En ovinos, se obtuvo un rango de 11.61 – 20.18 mg/dl. Se observó diferencia ($p<0.05$) en al menos un tratamiento (Cuadro A20), siendo menor ($p<0.05$) NUS en T7 y mayor ($p<0.05$) NUS en T16; se obtuvo diferencia ($p<0.05$) entre todos los tratamientos.

Estos resultados coincidieron con el reporte de Mejía *et al.* (2017) quienes trabajaron con ovejas alimentadas con pasto maralfalfa + concentrado comercial y ensilaje de botón de oro +

pasto maralfalfa + concentrado comercial obteniendo un promedio de 20.0 mg/dl y 21.0 mg/dl respectivamente. Torell *et al.* (1974) trabajaron con ovejas alimentadas con pasturas y alimento balanceado peletizado obtuvieron un rango de 7.3 – 13.7 mg/dl.

Entre las especies evaluadas existió diferencia ($p<0.05$) en T7 y T10. Sin embargo, en T13 y T16 no se encontró diferencia ($p>0.05$). Teniendo menor nivel de NUS en T7 los ovinos en comparación de las alpacas.

En la Figura 3, se presenta la ecuación de la recta y el porcentaje de variación de NUS. La ecuación de la recta fue lineal para ambas especies, en el Cuadro A19 y Cuadro A20 se presenta el ANVA ($p<0.05$). En ambas especies presentaron un aumento del nivel de NUS al aumentar el nivel de PC de la dieta. Observando, en el T16 ambas presentaron niveles de NUS semejantes.

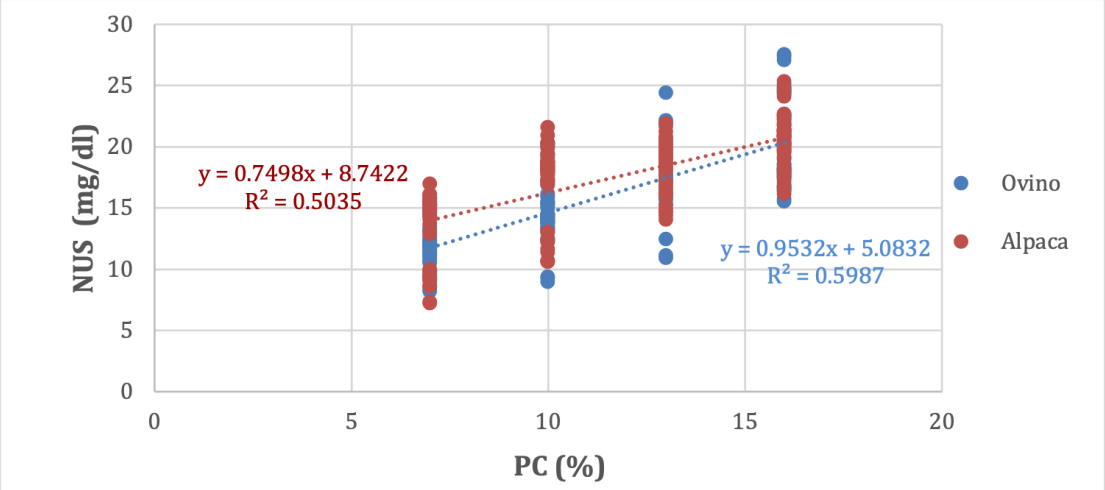

Figura 3. Ecuación de la recta del nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino

En el Cuadro 9, se presenta el intercepto y pendiente de la recta de NUS. Se observó diferencia ($p<0.05$) en el intercepto y pendiente de la recta entre ambas especies. San Martín y Olazabal (2011), reportan un intercepto similar al obtenido en este estudio, indican que las alpacas tienen niveles altos de NUS con poco nivel de PC en la dieta. En ovino, presentó mayor pendiente que nos indica que existe un incremento ($p<0.05$) en los niveles de NUS a medida que el nivel de PC aumenta, esto se pudo comprobar con la diferencia de los promedios de T7 y T16 siendo mayor ($p<0.05$) en ovino que en alpaca. Concluyendo que los ovinos poseen mayor aumento de NUS por aumento de unidad de PC de la dieta en comparación a las alpacas.

Cuadro 9. Intercepto y pendiente de la recta de nitrógeno ureico sanguíneo en alpaca y ovino

	Alpaca	Ovino
Intercepto	10.93 [a]	4.95[b]
Pendiente	0.67 [a]	1.01 [b]

[a,b] Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p<0.05$)

Correlación entre las variables

En el Cuadro 10, se representa el coeficiente de correlación de Pearson (r) para DAMS, DMO y NUS (variables dependientes) con PC (variable independiente). En la correlación de PC/DAMS y PC/DMO en alpacas y ovinos se concluyó que en ambas especies tienen correlación positiva, siendo mayor ($p<0.05$) en ovinos. En el estudio de López *et al.* (2001) obtuvieron una correlación positiva mayor a la obtenida en alpaca, puede deberse a los niveles de fibra detergente neutro que se trabajó en dicho estudio. Los ovinos están más cerca de tener una correlación positiva perfecta, esto se debe a que las ovinos son más eficientes con alimentos de alta calidad en comparación a las alpacas (San Martín *et al.*, 1985).

En el caso de PC/NUS en alpacas y ovinos, se concluyó que ambas especies la correlación positiva, es decir que el nivel de PC de la dieta influye positivamente en el nivel de NUS. Torell *et al.* (1974) obtuvo una correlación de 0.99 entre dieta suplementada y NUS en ovino, obtuvieron una correlación positiva casi perfecta, pudiendo concluir que en ese trabajo la relación PC/NUS es mayor que la encontrada en este estudio.

Cuadro 10. Coeficiente de correlación entre la proteína cruda (PC) de la dieta y la digestibilidad de materia seca (DMS), digestibilidad de materia orgánica (DMO) y nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en alpaca y ovino.

	Alpaca	Oveja
PC/DMS	0.57	0.71
PC/DMO	0.62	0.75
PC/NUS	0.71	0.77

V. CONCLUSIONES

Mediante el presente estudio bajo las condiciones de su desarrollo se concluye que:

- Alpacas presentan mayor incremento de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) que los ovinos, cuando son alimentadas con dietas de niveles bajos de proteína cruda.
- Los ovinos presentan mayor incremento de NUS que las alpacas a medida que el nivel de proteína cruda del alimento aumenta.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar comparativamente la tasa de degradación de la proteína entre las especies estudiadas.

- Evaluar con mayores niveles de proteína cruda de la dieta que los presentados en este estudio.

VII. LITERATURA CITADA

1. Annison, E. y Bryden, W. 1999. Perspectives on ruminant nutrition and metabolism. II. Metabolism in ruminant tissues. *Nutrition research reviews*, *12*(1), 147-177

2. Abdoun, K., Stumpff, F. y Martens, H. 2006. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. *Animal Health Research Reviews*, *7*(1-2), 43-59 doi: 10.1017/S1466252307001156

3. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association.of Official Analytical Chemists; International Suite 400. 2200

4. Arias, J. y Nesti, A. 1999. Relevance of blood and milk urea-N levels in dairy cattle. *Rev. Facultad de Agronomía. LUZ-Universidad de Zulia*, *16*, 553

5. Bach, A., Yoon, I., Stern, M., Jung, H. y Chester-Jones, H. 1999. Effects of Type of Carbohydrate Supplementation to Lush Pasture on Microbial Fermentation in Continuous Culture. *Journal of Dairy Science*, *82*(1), 153-160

6. Bach, A., Calsamiglia, S. y Stern, M. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of dairy science*, *88*, E9-E21. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7

7. Barreda, J. 2017. Efecto de la suplementación alimenticia en la fertilidad de alpacas machos y hembras por inseminación artificial. Tesis Médico veterinario. Univ. Nac. Del Altiplano. Puno-Perú. 50

8. Burton, S., Robinson, T., Roeder, B., Johnston, N., Latorre, E., Reyes, S. y Schaajle, B. 2003. Body condition and blood metabolite characterization of alpaca (*Lama pacos*) three months prepartum and offspring three months postpartum. *Small ruminant research*, *48*(2), 69-76

9. Blackburn, T. y Hullah, W. 1974. The cell-bound protease of Bacteroides amylophilus H18. *Canadian journal of microbiology*, *20*(4), 435-441

10. Cabezas, O., Giannetto, I., Islas, A., Merino, V., Morgante, M. y Piccione, G. 2007. Seasonal variation of serum urea concentration in alpacas (*Lama Pacos*) housed at three different altitudes. *Archivio Veterinario Italiano*, *58*(1), 1-6.

11. Caisaguano R. 2010. Estudio de la respuesta a nivel ruminal y conduct alimentaria de rumiantes fistulados con altos niveles de inclusión de vinaza de caña. Tesis de Zootecnista. Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo. 49 p.

12. Carmalt, J. 2000. Exotics-Protein-Energy Malnutrition in Alpacas. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, *22*(12*), 1118-1126*

13. Chen, G., Sniffen, C. y Russell, J. 1987. Concentration and Estimated Flow of Peptides from the Rumen of Dairy Cattle: Effects of Protein Quantity, Protein Solubility, and Feeding Frequency1. *Journal of Dairy Science*, *70*(5), *983-992.*

14. Correa P. 2012. Papel del MUN en la glándula mamaria de vacas lactantes. Tesis de Médico Veterinario. Antioquia: Universidad CES. 70 p.

15. Correa H y Cuéllar A. 2003. Aspectos clave del ciclo de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 17:1, 2004.

16. Davies, H., Robinson, T., Roeder, B., Sharp, M., Johnston, N., Christensen, A. y Schaalje, G. 2007. Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) fed barley or barley alfalfa diets. *Small Ruminant Research*, *73(1-3), 1-7* doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.006.

17. De la Vega, E. 1952. Aspectos histológicos del aparato digestivo de la alpaca. En *Anales de la Facultad de Medicina, 35(4), 490-514*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos

18. Dennis, S., Nagaraja, T. y Dayton, A. 1986. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. *Research in veterinary science*, *41*(2), 251-*256.*

19. Díaz F. 2016. Potenciación de la respuesta productiva en rumiantes mediante el empleo de proteínas protegidas. Tesis de Master en Ciencias lácteas. Madrid Universidad Politécnica. 122 p.

20. Eckerlin, R. y Stevens, C. 1973. Bicarbonate secretion by the glandular saccules of the llama stomach. *Cornell veterinarian*

21. Esper, R., Iriondo, M y García, R. 2008. Amonio e hiperamonemia. Su significado clínico. Rev Invest Médica Sur, 15 (3), 2009 – 13

22. Estrada, M., Tejada, E., Martínez, Z., Gutiérrez, D. y Condori, R. 2009. Comparación de coeficientes de digestibilidad aparente y balance de nitrógeno en llamas (*Lama glama*) y ovinos (*Ovies aries*) criados en la región andina del altiplano boliviano. *Programa Rumiantes menores. La Paz, Bolivia,* 6-8

23. Fawcett J. and Scott J. 1960 Rapid and precise method for the determination of urea. Journal of Clinical Pathology, 13(2), pp. 156–159. doi; 10.1136/jcp.13.2.156

24. Flórez, J. 1973. Velocidad de pasaje de la ingesta y digestibilidad en alpacas y ovinos. *Prog.*

Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos, BS Thesis, 44

25. Flores, S., Li, O., Gavidia, C., Hoyos, L. Barrios-Arpi, M. 2016. Determinación del Perfil Bioquímico Sanguíneo Hepático y Renal en Alpacas (*Vicugna pacos*) Aparentemente Normales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(1), 196-203*

26. Fowler, M. 1998. Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuna, guanaco. 2. Iowa State University Press

27. Giraldo, L., Medina, G. y Osorio, F. 2005. Utilización del nitrógeno por los rumiantes. *Fondo Editorial Biogénesis*, 45-66

28. Heller, R., Lechner, M., Weyreter, H. y Engelhardt, W. 1986. Forestomach fluid volume and retention of fluid and particles in the gastrointestinal tract of the camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Veterinary Medicine Series A, 33(1-10), 396-399*

29. Hinderer, S. y Engelhardt, W. 1975. Urea metabolism in the llama. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, *52*(4), *619-622*

30. Hoover, W. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, *69(10), 2755-2766*

31. **Hristov, A. y Pfeffer, E. 2005.** Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle: reducing the environmental impact of cattle operations. CABI

32. Hungate, R. 1966. The rumen and its microbes. *Academic Press New York and London*

33. Huntington, G. y Archibeque, S. 2000. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Journal of Animal Science*, *77, 1-11*

34. **Katz, N. 1992.** Metabolic heterogeneity of hepatocytes across the liver acinus. *The Journal of nutrition*, *122 (3), 843-849*

35. Kaufmann, W. y Lüpping, W. 1982. Protected proteins and protected amino acids for ruminants. In *Protein contribution of feedstuffs for ruminants, 36-75*

36. Kennedy, P. y Milligan, L. 1980. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: A review. *Canadian Journal of Animal Science, 60(2), 205-221*

37. Kiani, A., Alstrup, L. y Nielsen, M. 2015. Differential metabolic and endocrine adaptations in llamas, sheep, and goats fed high-and low-protein grass-based diets. *Domestic animal endocrinology*, *53*, 9-16. doi: 10.1016/j.domaniend.2015.03.006

38. K**ohn RA, Dinneen MM, Russek_Cohen E. 2005.** Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. J. Anim. Sci. 83(4):879-89. doi: 10.2527/2005.834879x

39. Langer, P., Sidhu, G. y Bhatia, I. 1968. A study of the microbial population in the rumina of buffalo (*Bos bubalis*) and Zebu (*Bos indicus*) on a feeding regimen deficient in carbohydrates. *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, *38*, 333-336

40. Lapierre, H. y Lobley, G. 2001. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. *Journal of Dairy Science*, *84, 223-236*

41. Lemosquet S, Dardillat C, Jailler M, & Dulphy P. 1996. Voluntary intake and gastric digestion of two hays by llamas and sheep: Influence of concentrate supplementation. Journal of Agricultural Science, 127(4), 539–548. doi: 10.1017/s0021859600078771

42. Leng, R. y Nolan, J. 1984. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science, 67(5), 1072-1089*

43. Leng, R. 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality'forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition research reviews*, *3(1), 277-303*

44. Lesk, E. y Blackburn, T. 1971. Purification of Bacteroides amylophilus protease. *Journal of bacteriology*, *106*(*2), 394-402*

45. **Lewis, D. 1957.** Blood-urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. *The Journal of Agricultural Science*, *48(4), 438-446*

46. Liu, Q., Dong, C., Li, H., Yang, W., Jiang, J., Gao, W., Pei C. y Qiao, J. 2009. Effects of feeding sorghum-sudan, alfalfa hay and fresh alfalfa with concentrate on intake, first compartment stomach characteristics, digestibility, nitrogen balance and energy metabolism in alpacas (Lama pacos) at low altitude. *Livestock science*, *126*(1-3), 21-27

47. López, A., Cabrera, R. y Rojas, M. 1996. Digestibilidad aparente de forrajes secos por la alpaca (*Lama pacos*). I. Henos de alfalfa (*Medicago sativa*) de tres calidades y heno de quinhuilla (*Chenopodium albun)*. *Avances en Ciencias Veterinarias*, *11*(1)

48. López, A., Morales, M., Cabrera, R. y Arias, M. 2001. Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*). II. heno de trébol rosado (*Trifolium pratense*), heno de ballica (*Lolium multiflorum*), paja de poroto (*Phaseolus vulgaris*) y paja de avena (*Avena sativa*): Intake and apparent digestibility of forages in llamas (*Lama glama*). II. clover hay (*Trifolium pratense*), riegrass hay (*Lolium multiflorum*), beans straw (*Phaseolus vulgaris*) and oat straw (*Avena sativa*). Archivos de medicina veterinaria, 33(2), 145-152

49. Mejía, O. B., Arias, S. P., Cardona, L. M. y Ruales, C. A. D. 2017. Efecto del ensilaje de thitonia diversifolia sobre la composición láctea en hembras ovinas y su relación con el estatus nutricional. *Revista Lasallista de Investigación*, *14*(1)

50. Moya, Y., Toro, J. y Cruz, G. 2015.Evaluación de la función renal: el concepto de clearance renal y su aplicación diagnóstica. Rev. Farmacol. Chile. 8(3): 25-34

51. Nagaraja, T. 1995. Ionophores and antibiotics in ruminants. *Biotechnology in animal feeds and animal feeding*, *174.*

52. Nava C y Díaz A. 2001. Introducción a la digestion ruminal. México: Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. 73p

53. Nolan, J., Cocimano, M. y Leng, R. 1970. Prediction of parameters of urea metabolism in sheep from the concentration of urea in plasma. In *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 8(22)

54. Orpin, C. 1984. The role of ciliate protozoa and fungi in the rumen digestion of plant cell walls. *Animal Feed Science and Technology*, *10(2-3), 121-143.*

55. Patra, A. y Aschenbach, J. 2018. Ureases in the gastrointestinal tracts of ruminant and monogastric animals and their implication in urea-N/ammonia metabolism. *Journal of advanced research*.

56. **Puchal, F., Hays, V., Speer, V., Jones, J. y Catron, D. 1962.** The free blood plasma amino acids of swine as related to the source of dietary proteins. *The Journal of nutrition*, *76*(1), 11-16

57. Relling, A. y Mattioli, G. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP*

58. Reynolds, C., Huntington, G., Tyrrell, H. y Reynolds, P. 1988. Net Metabolism of Volatile Fatty Acids, D-β-Hydroxybutyrate, Nonesterified Fatty Acids, and Blood Gasses by Portal-Drained Viscera and Liver of Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, *71(9), 2395-2405*

59. Robinson, T., Roeder, B., Schaalje, G., Hammer, J., Burton, S. y Christensen, M. 2005. Nitrogen balance and blood metabolites of alpaca (*Lama pacos*) fed three forages of different protein content. *Small Ruminant Research*, *58*(2*), 123-133*

60. Rodrigo, Y. 2015. Niveles de Nitrógeno Ureico en Sangre y Leche de Alpacas Madre y Crías. Puno- Perú: Univ. Nac. Del Altiplano Puno. 51 p

61. Roseler DK, Ferguson JD, Sniffen CJ, Herrema J. 2010. Dietary Protein Degradability Effects on Plasma and Milk Urea Nitrogen and Milk Nonprotein Nitrogen In Holstein Cows. Journal of Dairy Science, 76(2), 525–534. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(93)77372-5

62. Rotger A. 2005. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía/proteína en terneras en producción intensiva. Tesis de doctorado en procucción animal. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. 196p.

63. Rúa, V., Olazábal, J. y San Martín, H. 2017. Excreción de derivados de purinas en función de la relación fibra/proteína en la dieta de Alpacas (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *28*(1), 62-70

64. Samaniego, L. 1977. Estudios morfo-fisiologicos en el desarollo post-natal del estómago de la alpaca (*Lama pacos*). *Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima (MS Thesis)*, 46

65. San Martín, F., Huasasquiche, A., Farfán, R., Del Valle, O., Holgado, D., Arbaiza, T., Nava, M. y Villaroel, C. 1982. Consumo y digestibilidad comparativa de pastos cultivados entre

alpacas y ovinos. *Resumenes Proyectos Investigacion. Univ. Nac. Mayor de San Marcos Lima*. *1*. 255

66. San Martín, F., Farfán, R. y Valdivia, R. 1985. Digestibilidad comparativa entre alpacas y ovinos. *V Convención Internacional sobre camélidos sudamericanos. Cuzco, Perú. Resumen 5*. (N° RISPAL-0295)

67. San Martín, F. 1987. *Comparative forage selectivity and nutrition of South American camelids and sheep* (Doctoral dissertation, Texas Tech University).146

68. San Martín, F. y Bryant, F. 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research. 2(3).191-216*

69. San Martín, F. y Olazabal, J. 2011 'Son los camélidos sudamericanos diferentes a los rumiantes desde el punto de vista nutricional'. En: *VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 57–68*

70. San Martín F, Van Saun RJ. 2014a. Feeding Management Systems. In: Cebra C, Anderson D, Tibary A, Van Saun R, Johnson LR (eds). Llama and alpaca care: medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health. Canada: Elsevier. p 91-100. doi: 10.1016/C2009-0-41982-2

71. Siguas, O., Paucar, R., Olazabal, J., San Martín, F. y Vélez, V. 2007. Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica: aportes al perfil metabólico de la especie. En: *V Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito, Cusco, Perú .32-36*

72. San Martín F, Van Saun RJ. 2014b. Applied Digestive Anatomy and Feeding Behavior. In: Cebra C, Anderson D, Tibary A, Van Saun R, Johnson LR (eds). Llama and alpaca care: medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health. Canada: Elsevier. p 51-58. doi: 10.1016/C2009-0-41982-2

73. Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *Journal of Animal Science, 49(6), 1615-1630*

74. Torell, D., Hume, I. y Weir, W. 1974. Factors affecting blood urea nitrogen and its use as an index of the nutritional status of sheep. *Journal of animal science*, *39(2), 435-440.*

75. Torre C. 2012. Utilización de adtivos en ruminates: vitaminas y aminoácidos protegidos. En XIV Curso de Especialización: Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona

76. Tshuma T, Fosgate GT, Hamman R, Holm DE. 2019. Effect of different levels of dietary nitrogen supplementation on the relative blood urea nitrogen concentration of beef cows. Trop Anim Health Prod. 51(7):1883-1891. doi: 10.1007/s11250-019-01883-5.

77. Van Lier E y Regueiro M. 2008. Digestión en retículo y rumen. Curso de anatomía y fisiología animal. Uruguay: Universidad de la República. 28 p.

78. Van Dung, D., Shang, W. y Yao, W. 2014. Effect of crude protein levels in concentrate and concentrate levels in diet on in vitro fermentation. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, *27*(6), 797

79. Van Saun, R. 2006. Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. *Small Ruminant Research*, *61*(*2-3), 165-186*

80. Varga, G. y Kolver, E. 1997. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. *The Journal of nutrition*, *127*(5), 819S-823S.

81. Verbic J. 2002. The effect of method of forage preservation on the protein degradability and microbial protein synthesis in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol., 82 (1999), pp. 195-212

82. Vivar, M. 2018. Comparación del nivel de nitrógeno ureico sanguíneo entre alpacas y llamas destetadas mantenidas en pastos cultivados. Tesis Médico veterinario. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima-Perú

83. **Wallace, R. y Brammall, M. 1985.** The role of different species of bacteria in the hydrolysis of protein in the rumen. *Microbiology*, *131*(4*), 821-832*

84. **Wallace, R. y McKain, N. 1991.** A survey of peptidase activity in rumen bacteria. *Microbiology*, *137(9), 2259-2264*

85. Wu G. 2018. Principles of Animal Nutrition. CRC Pres Taylor and Francis. 772 p.

86. **Zambrano, C., Sánchez, D. y Uzcátegui, J. 2017.** Consumo y digestibilidad de Pasto King Grass (Pennisetum purpureum) Fresco y ensilado con Leucaena leucocephala en ovinos en crecimiento. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología, 24, 77-82*

VIII. ANEXOS

Cuadro A1. Peso de los animales

	Peso (Kg)	
Animal	Alpaca	Ovino
1	55	26
2	50	28
3	54.5	23
4	63	20

Cuadro A2. Porcentaje de digestibilidad de materia seca en alpaca

Periodo	Tratamiento	Animal	% DMS
1	T16	1	54.27
1	T7	2	41.81
1	T13	3	56.26
1	T10	4	46.77
2	T13	1	54.77
2	T16	2	56.91
2	T10	3	51.22
2	T7	4	49.54
3	T10	1	52.62
3	T13	2	59.49
3	T7	3	43.81
3	T16	4	62.01
4	T7	1	53.32
4	T10	2	55.46
4	T16	3	59.49
4	T13	4	59.30

Cuadro A3. Porcentaje de digestibilidad de materia seca en ovino

Periodo	Tratamiento	Animal	%DMS
1	T10	1	47.73
1	T7	2	43.85
1	T16	3	63.90
1	T13	4	56.57
2	T13	1	59.05
2	T10	2	48.78
2	T7	3	54.98
2	T16	4	61.49
3	T7	1	46.65
3	T16	2	61.46
3	T13	3	58.92
3	T10	4	53.07
4	T16	1	63.55
4	T13	2	58.16
4	T10	3	54.09
4	T7	4	48.44

Cuadro A4. Porcentaje de digestibilidad de materia orgánica en alpaca

Periodo	Tratamiento	Animal	%DMO
1	T16	1	59.36
1	T7	2	40.77
1	T13	3	55.18
1	T10	4	46.10
2	T13	1	57.92
2	T16	2	58.81
2	T10	3	49.05
2	T7	4	48.55
3	T10	1	54.17
3	T13	2	58.28
3	T7	3	43.34
3	T16	4	62.95
4	T7	1	56.02
4	T10	2	54.63
4	T16	3	60.42
4	T13	4	58.55

Cuadro A5. Porcentaje de digestibilidad de materia orgánica en ovino

Periodo	Tratamiento	Animal	%DMO
1	T10	1	43.66
1	T7	2	40.52
1	T16	3	65.59
1	T13	4	55.35
2	T13	1	56.71
2	T10	2	45.62
2	T7	3	53.07
2	T16	4	61.35
3	T7	1	46.03
3	T16	2	62.32
3	T13	3	55.80
3	T10	4	49.42
4	T16	1	62.43
4	T13	2	56.75
4	T10	3	52.00
4	T7	4	47.93

Cuadro A6. Nivel de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS (mg/dl)) en alpaca

Periodo	Tratamiento	Animal	NUS (mg/dl)
1	4	1	20.94
1	1	2	15.43
1	3	3	19.52
1	2	4	11.74
2	3	1	19.71
2	4	2	21.31
2	2	3	19.03
2	1	4	8.98
3	2	1	18.62
3	3	2	18.99
3	1	3	14.45
3	4	4	17.95
4	1	1	15.27
4	2	2	17.92
4	4	3	21.96
4	3	4	15.96

Cuadro A7. Nivel de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS (mg/dl)) en ovino

Periodo	Tratamiento	Animal	NUS (MG/DL)
1	2	1	13.60
1	1	2	11.52
1	4	3	18.26
1	3	4	20.86
2	3	1	17.11
2	2	2	14.62
2	1	3	11.12
2	4	4	24.75
3	1	1	10.77
3	4	2	18.80
3	3	3	15.42
3	2	4	17.39
4	4	1	18.92
4	3	2	17.27
4	2	3	13.04
4	1	4	13.04

Cuadro A8. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de digestibilidad de materia seca

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
	60	0.96553	1.874	1.354	0.08791

Cuadro A9. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de digestibilidad de materia orgánica

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
	60	0.97277	1.480	0.846	0.19890

Cuadro A10. Test de normalidad (Shapiro-Wilk W test for normal data) de nitrógeno ureico sanguíneo

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
NUS	354	0.99191	1.998	1.637	0.05080

Cuadro A11. ANVA de digestibilidad de materia seca en alpaca y ovino

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Especie	1	17.46405	17.46405	2.06	0.166
Periodo	3	107.7316625	35.9105542	4.24	0.0173
Tratamiento	3	809.0734375	269.6911458	31.81	<.0001
Animal	3	19.2545125	6.4181708	0.76	0.5307
Error	21	178.043925	8.478282		
Total	31	1131.567588			

Cuadro A12. ANVA de digestibilidad de materia seca en alpaca

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	105.8649687	35.288323	3.51	0.0893
Tratamiento	3	328.2736188	109.42454	10.88	0.0077
Animal	3	6.0666188	2.0222063	0.2	0.8921
Error	6	60.3711875	10.061865		
Total	15	500.5763938			

Cuadro A13. ANVA de digestibilidad de materia seca en ovino

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	24.8902687	8.2967562	1.78	0.2505
Tratamiento	3	508.0415688	169.3471896	36.37	0.0003
Animal	3	52.6552188	17.5517396	3.77	0.0783
Error	6	27.9400875	4.6566813		
Total	15	613.5271438			

Cuadro A14. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en alpaca y ovino

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Especie	1	2.850078	2.850078	0.26	0.6187
Periodo	3	113.462584	37.820861	3.39	0.0372
Tratamiento	3	1092.578034	364.192678	32.61	<.0001
Animal	3	26.295859	8.765286	0.78	0.5157
Error	21	234.499991	11.166666		
Total	31	1469.686547			

Cuadro A15. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en alpaca

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	102.166625	34.0555417	4.08	0.0675
Tratamiento	3	434.479725	144.826575	17.35	0.0023
Animal	3	52.015275	17.338425	2.08	0.2048
Error	6	50.09175	8.348625		
Total	15	638.753375			

Cuadro A16. ANVA de digestibilidad de materia orgánica en ovino

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	28.0470688	9.3490229	1.35	0.3444
Tratamiento	3	693.7687688	231.2562563	33.36	0.0004
Animal	3	64.6803688	21.5601229	3.11	0.11
Error	6	41.5868875	6.9311479		
Total	15	828.0830938			

Cuadro A17. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas y ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Especie	1	14.1645031	14.1645031	2.12	0.1606
Periodo	3	1.7102594	0.5700865	0.09	0.9674
Tratamiento	3	266.6159344	88.8719781	13.27	<.0001
Animal	3	2.0154844	0.6718281	0.1	0.9589
Error	21	140.6301906	6.6966757		
Total	31	425.1363719			

Cuadro A18. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	1.639475	0.5464917	0.47	0.7138
Tratamiento	3	105.799725	35.266575	30.37	0.0005
Animal	3	73.385125	24.4617083	21.06	0.0014
Error	6	6.96765	1.161275		
Total	15	187.791975			

Cuadro A19. ANVA de nitrógeno ureico sanguíneo en ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	4.6437188	1.5479063	2.59	0.1478
Tratamiento	3	165.2033688	55.0677896	92.29	<.0001
Animal	3	49.7528187	16.5842729	27.79	0.0006
Error	6	3.5799875	0.5966646		
Total	15	223.1798938			

Cuadro A20. Prueba de t- student del T7 entre alpaca y ovino

	Alpaca	*Ovino*
Media	13.40	11.68
Varianza	7.97	2.66
Observaciones	45	42
Varianza agrupada	5.41	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	85	
Estadístico t	3.459044368	
P(T<=t) una cola	0.000424837	
Valor crítico de t (una cola)	1.6629785	
P(T<=t) dos colas	0.000849674	
Valor crítico de t (dos colas)	1.988267907	

Cuadro A21. Prueba de t- student del T10 entre alpaca y ovino

	Alpaca	Ovino
Media	17.1649739	14.7347368
Varianza	8.608812751	6.72076188
Observaciones	45	45
Varianza agrupada	7.664787314	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	88	
Estadístico t	4.16379992	
P(T<=t) una cola	3.63983E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.662354029	
P(T<=t) dos colas	7.27965E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	1.987289865	

Cuadro A22. Prueba de t- student del T13 entre alpaca y ovino

	Alpaca	Ovino
Media	18.39282698	17.451464
Varianza	3.618026752	6.99252842
Observaciones	42	45
Varianza agrupada	5.364827614	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	85	
Estadístico t	1.894307682	
P(T<=t) una cola	0.030792436	
Valor crítico de t (una cola)	1.6629785	
P(T<=t) dos colas	0.061584871	
Valor crítico de t (dos colas)	1.988267907	

Cuadro A23. Prueba de t- student del T16 entre alpaca y ovino

	Alpaca	Ovino
Media	20.51296477	20.3096009
Varianza	4.142817412	10.9521648
Observaciones	45	45
Varianza agrupada	7.547491122	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	88	
Estadístico t	0.351126625	
P(T<=t) una cola	0.363166303	
Valor crítico de t (una cola)	1.662354029	
P(T<=t) dos colas	0.726332605	
Valor crítico de t (dos colas)	1.987289865	

Cuadro A24. ANVA de energía digestible en alpacas y ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Especie	1	0.02420000	0.02420000	2.10	0.1625
Periodo	3	0.13247500	0.04415833	3.82	0.0249
Tratamiento	3	1.67452500	0.55817500	48.33	<.0001
Animal	3	0.02782500	0.00927500	0.80	0.5061
Error	21	0.24252500	0.01154881		
Total	31	2.10155000			

Cuadro A25. ANVA de energía digestible en alpacas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	0.12842500	0.04280833	3.25	0.1023
Tratamiento	3	0.64492500	0.21497500	16.30	0.0027
Animal	3	0.01167500	0.00389167	0.30	0.8280
Error	6	0.07915000	0.01319167		
Total	15	0.86417500			

Cuadro A26. ANVA de energía digestible en ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	0.03302500	0.01100833	1.78	0.2507
Tratamiento	3	1.07322500	0.35774167	57.86	<.0001
Animal	3	0.06982500	0.02327500	3.76	0.0785
Error	6	0.03710000	0.00618333		
Total	15	1.21317500			

Cuadro A27. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en alpacas y ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Especie	1	0.20480000	0.20480000	2.58	0.1229
Periodo	3	1.07892500	0.35964167	4.54	0.0133
Tratamiento	3	37.43942500	12.47980833	157.42	<.0001
Animal	3	0.19667500	0.06555833	0.83	0.4938
Error	21	1.66477500	0.07927500		
Total	31	40.58460000			

Cuadro A28. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en alpacas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	1.04035000	0.34678333	3.94	0.0722
Tratamiento	3	20.74215000	6.91405000	78.49	<.0001
Animal	3	0.08485000	0.02828333	0.32	0.8104
Error	6	0.52855000	0.08809167		
Total	15	22.39590000			

Cuadro A29. ANVA de la relación de proteína cruda y energía digestible en ovinos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Periodo	3	0.23585000	0.07861667	2.23	0.1853
Tratamiento	3	17.10060000	5.70020000	161.71	<.0001
Animal	3	0.43595000	0.14531667	4.12	0.0662
Error	6	0.21150000	0.03525000		
Total	15	17.98390000			