

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN ZONAS COSTERAS, AREQUIPA – 2019”

Tesis presentada por la Bachiller:

Estefanero Requena, Antonella Regina

Para optar el Título Profesional de:

Médico Veterinario y Zootecnista

Asesor:

Mgter. Zegarra Paredes, Jorge

Arequipa - Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 12 de Febrero del 2021

Dictamen: 001844-C-EPMVZ-2021

Visto el borrador del expediente 001844, presentado por:

2013247622 - ESTEFANERO REQUENA ANTONELLA REGINA

Titulado:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO ENTRE LICORES RUMINALES DE
OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN
ZONAS COSTERAS, AREQUIPA ? 2019**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29616421 - OBANDO SANCHEZ ALEXANDER DANIEL
DICTAMINADOR**



**29327492 - VALDEZ NUÑEZ VERONICA ROCIO
DICTAMINADOR**



**29729675 - ZUÑIGA VALENCIA ELOISA GABRIELA
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

Con mucho cariño y amor a:

A mi madre María Teresa.

*Por ser la luz de mis ojos, la principal promotora de mis sueños,
por confiar y creer en mí en todo momento, eres mi motivo para
salir adelante*

Te amo infinito.

A mi segunda madre Maricela.

*Por las enseñanzas que me brindó desde pequeña, por el gran
ejemplo de mujer que es, así como también, el gran amor que le
da a nuestra familia.*

A mi familia.

*Por ser mi gran sustento, la base que me forjó con buenos
valores, disciplina y mucho amor*

A mis mejores amigas María Ximena y Kimberly.

*Mis consejeras, mis cómplices, mis hermanas... Por siempre estar
ahí para mí, por su apoyo incondicional, esta amistad es para toda
la vida.*

A mis mascotas.

*Por el amor incondicional, su lealtad y su compañía en todo
este proceso*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, gracias a Dios, por ser mi guía en todo momento de mi vida, por haberme permitido llegar hasta aquí, por bendecirme a mí y a mi familia, siempre a tus pies Señor.

A la Universidad Católica de Santa María por convertirse en mi alma mater y a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde me formé y adquirí todos los conocimientos necesarios para poder ser una profesional competente en mi carrera profesional.

A mi asesor Mgter. Jorge Zegarra Paredes ya que con su contante apoyo, dedicación y comprensión se pudo realizar el presente trabajo de investigación.

A mi jurado de tesis Dr. Alexander Obando Sánchez, Mgter. Verónica Valdez Núñez y Mgtr Eloisa Zuñiga Valencia, por sus conocimientos, su aporte, paciencia y motivación con el fin de mejorar mi trabajo de investigación.

Al Dr. Alexander Ureta Escobedo quien me apoyo en todo este proceso, por ser un gran maestro de vida, por su paciencia y comprensión, por transmitirnos ese amor incondicional por nuestra profesión.

A mi familia, ya que ella es el pilar de mi vida, por estar siempre presente en todo momento y ayudarme en todo el proceso de investigación. Gracias por brindarme incondicionalmente su apoyo.



*En memoria de mi amada abuelita Blanca
Victoria Palomino Mora.*

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Distrito de Jacobo Hunter, Provincia de Arequipa – Perú, con el fin de comparar la digestibilidad *in vitro* entre licores ruminales provenientes de ovinos criollos criados en zonas alto andinas y costeras. Es un estudio de investigación de tipo analítico experimental y comparativo. El trabajo de laboratorio fue realizado en las instalaciones del Laboratorio de Alimentación y Nutrición Animal de la Universidad Católica de Santa María del Departamento de Arequipa, con muestras de licor ruminal de 3 ovinos criollos provenientes de zonas alto andinas y 3 provenientes de zonas costeras beneficiados en el camal Metropolitano.

Se recolectó aproximadamente 1 litro de licor ruminal por animal, se combinaron los licores ruminales de los ovinos criollos criados en zonas alto andinas para obtener una muestra más homogénea, de la misma manera se procedió con los licores ruminales de ovinos criollos criados en zonas costeras, los recursos alimenticios que se probaron, fueron: alfalfa fresca y heno de alfalfa que fueron recolectados de las instalaciones de la Universidad Católica de Santa María Fundo Huasacache - Arequipa, así como también pasto natural que fue recolectado de la Zona Alto Andina-Cabanillas, Puno . Las muestras fueron procesadas en la Incubadora Daisy ANKOM II, comparando los licores ruminales a dos tiempos de incubación (30 y 48 horas).

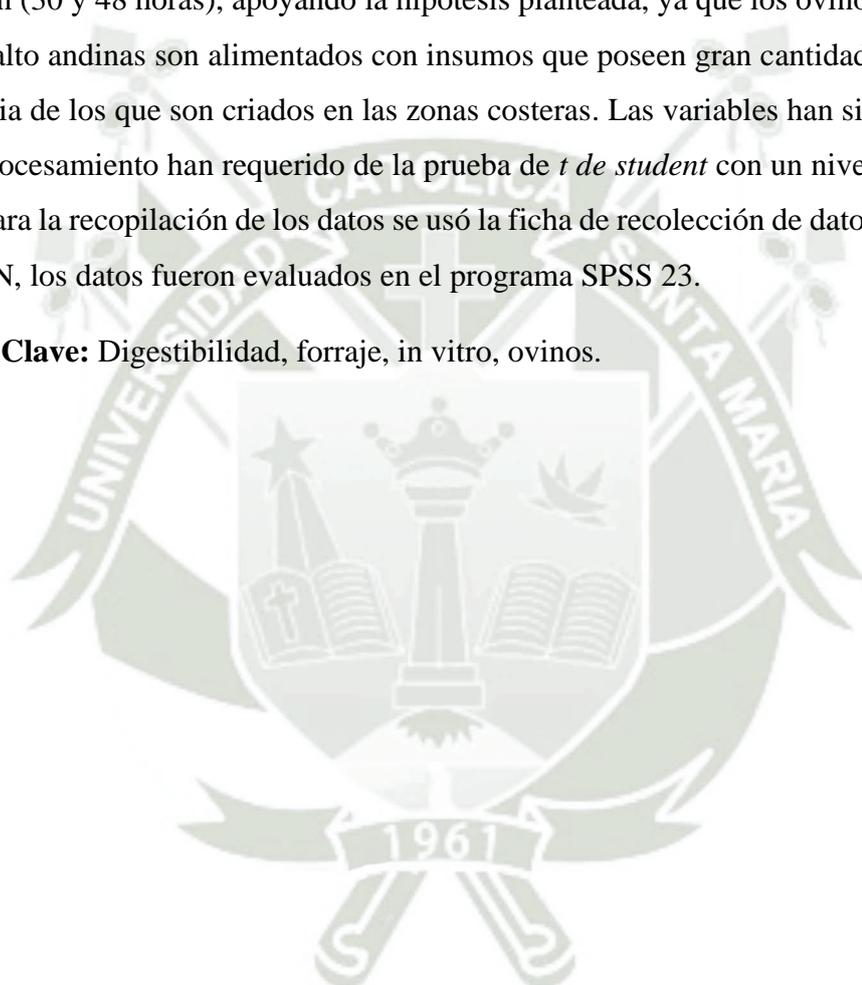
Los resultados indican que el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del heno de alfalfa procesado con el licor ruminal de ovinos de zonas alto andinas fue de 63.22% y costeras 58.77% a las 48 horas de incubación nos indica que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). El porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de alfalfa fresca procesado con el licor ruminal de ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 30 y 48 horas de incubación no tuvo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). El porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto natural procesado con el licor ruminal de ovinos de zonas alto andinas fue de 45.66 % y costeras 40.91 % a las 30 horas de incubación nos indica que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

En el caso de la evaluación *in vitro* de la digestibilidad del FDN del heno de alfalfa presento diferencias estadísticas a las 30 y 48 horas de incubación. En la digestibilidad *in vitro* del FDN de la alfalfa fresca si se presentaron diferencias estadísticas significativas a las 30 horas de incubación. No se encontraron diferencias estadísticas en el estudio de la digestibilidad *in vitro* del FDN del pasto natural entre los tipos de licores y horas de incubación.

Se concluye que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los parámetros de digestibilidad de los licores ruminales de ovinos criollos criados en zonas alto andinas y costeras, a excepción de la digestibilidad in vitro de la MS de la alfalfa fresca y la digestibilidad in vitro del FDN de pasto natural.

También existen diferencias significativas según el factor del tipo de licor ruminal, debido a que este cambia según el tipo de alimentación recibido, así como también el factor de horas de incubación (30 y 48 horas), apoyando la hipótesis planteada, ya que los ovinos criollos criados en zonas alto andinas son alimentados con insumos que poseen gran cantidad de hemicelulosa a diferencia de los que son criados en las zonas costeras. Las variables han sido investigadas y para su procesamiento han requerido de la prueba de *t de student* con un nivel de significancia del 5%; para la recopilación de los datos se usó la ficha de recolección de datos para diferenciar MS y FDN, los datos fueron evaluados en el programa SPSS 23.

Palabras Clave: Digestibilidad, forraje, in vitro, ovinos.



ABSTRACT

The present work was carried out in the District of Jacobo D. Hunter, Province of Arequipa-Peru, in order to compare the *in vitro* digestibility between ruminal liquors from sheep raised in high Andean and coastal areas. It is an experimental and comparative analytical research study. The laboratory work was carried out at the facilities of the Animal Food and Nutrition Laboratory of the Universidad Católica de Santa María in the Department of Arequipa, with samples of ruminal liquor from three Creole sheep from high Andean areas and three from coastal areas benefited in the Metropolitan slaughterhouse.

Approximately 1 liter of ruminal liquor was collected per animal, the ruminal liquors of Creole sheep reared in high Andean areas were combined to obtain a more homogeneous sample, in the same way, the ruminal liquors of Creole sheep raised in coastal areas were combined. The food resources that were tested were: fresh alfalfa and alfalfa hay that were collected from the facilities of the Catholic University of Santa María Fundo Huasacache - Arequipa, as well as natural grass that was collected from the Alto Andina-Cabanillas Zone, Puno. The samples were processed in the Daisy ANKOM II Incubator, comparing the ruminal liquors at two incubation times (30 and 48 hours).

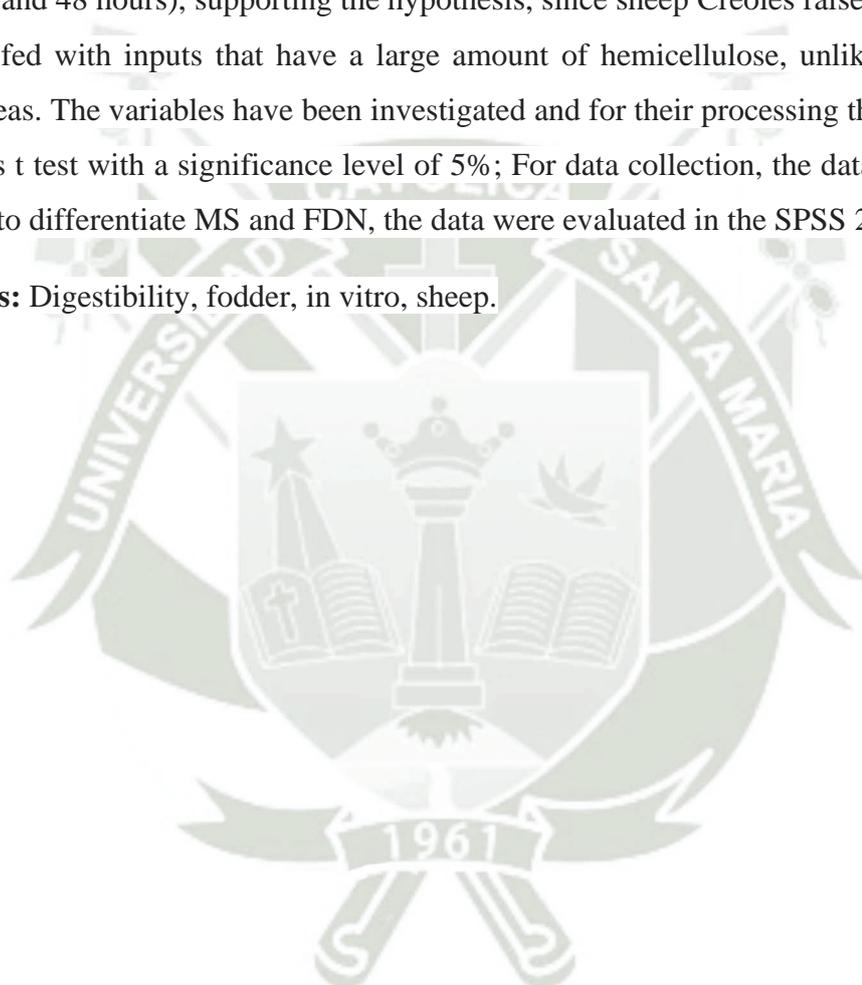
The results indicate that the percentage of *in vitro* digestibility of the dry matter of the alfalfa hay processed with the ruminal liquor of sheep from high Andean areas was 63.22% and coastal 58.77% at 48 hours of incubation indicates that there is a significant statistical difference. ($P < 0.05$). The percentage of *in vitro* digestibility of the dry matter of fresh alfalfa processed with the ruminal liquor of sheep from high Andean and coastal areas at 30 and 48 hours of incubation did not have a statistically significant difference ($P < 0.05$). The percentage of *in vitro* digestibility of the dry matter of the natural pasture processed with the ruminal liquor of sheep from high Andean areas was 45.66% and coastal 40.91% at 30 hours of incubation indicates that there is a significant statistical difference ($P < 0.05$).

In the case of the *in vitro* evaluation of the NDF digestibility of alfalfa hay, statistical differences were present at 30 and 48 hours of incubation. In the *in vitro* digestibility of the NDF of fresh alfalfa, there were statistically significant differences at 30 hours of incubation. No statistical differences were found in the study of the *in vitro* digestibility of NDF from natural grass between the types of liquors and hours of incubation.

It is concluded that there are significant statistical differences ($P < 0.05$) between the digestibility parameters of ruminal liquors of Creole sheep reared in high Andean and coastal areas, with the exception of the in vitro digestibility of the DM of fresh alfalfa and the digestibility in vitro of the NDF of natural grass.

There are also significant differences according to the factor of the type of ruminal liquor, because it changes according to the type of feeding received, as well as the factor of incubation hours (30 and 48 hours), supporting the hypothesis, since sheep Creoles raised in high Andean areas are fed with inputs that have a large amount of hemicellulose, unlike those raised in coastal areas. The variables have been investigated and for their processing they have required a student's t test with a significance level of 5%; For data collection, the data collection sheet was used to differentiate MS and FDN, the data were evaluated in the SPSS 23 program.

Keywords: Digestibility, fodder, in vitro, sheep.



ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Enunciado del problema.....	7
1.2. Descripción del problema.....	7
1.3. Justificación del Problema	7
1.3.1. Aspecto general.	7
1.3.2. Aspecto tecnológico.	7
1.3.3. Aspecto social.....	7
1.3.4. Aspecto económico.....	8
1.3.5. Importancia del trabajo.....	8
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general.	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
1.5. Planteamiento de la Hipótesis	9
2. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL.....	10
2.1. Análisis bibliográfico.	10
2.1.1. El Ganado Ovino	10
2.1.2. El Ovino Criollo	10
2.1.3. El Ovino Criollo en la Sierra	11
2.1.4. Alimentación en Ovinos	12
2.1.5. Anatomía Digestiva del Ovino	12
2.1.6. Fermentación Ruminal	15
2.1.7. Microorganismos del Rumen	16
2.1.8. Condiciones de los Microorganismos del Rumen	20
2.1.8.1 Anaerobiosis	20
2.1.8.2. Aportes de Nutrientes	20
2.1.8.3. Eliminación de los productos de desecho del metabolismo ruminal.	20

2.1.8.4. PH	21
2.1.8.5. Potencial Redox	21
2.1.8.5. Presión Osmótica	22
2.1.8.6. Temperatura	22
2.1.9. Metabolismo de los Hidratos de Carbono	22
2.1.10. Metabolismo Ruminal de los Compuestos Nitrogenados	23
2.1.11. Metabolismo Ruminal de los Lípidos	24
2.1.12. Digestibilidad	25
2.1.12.1. Digestibilidad <i>In Situ</i>	25
2.1.12.2. Digestibilidad <i>In Vitro</i>	26
2.1.12.3. Degradabilidad	26
2.1.13. Técnica descrita por Tilley y Terry modificada por Van Soest	26
2.1.14. Técnica Daisy Ankom II	27
2.1.15. Alimentos elegidos para la investigación	28
2.1.15.1. Alfalfa Fresca:	28
2.1.15.2. Heno de Alfalfa	29
2.1.15.3. Pasto Natural	30
2.1.15.3.1 Clasificación de pastos naturales	30
2.2. Antecedentes de investigación	33
3. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Materiales	36
3.1.1. Localización del trabajo.	36
3.1.2. Material biológico.	36
3.1.3. Material de laboratorio.	36
3.1.4. Material de campo.	37
3.1.5. Equipos y materiales	38
3.1.6. Materiales digitales	38
3.1.7. Otros materiales	38
3.2. Métodos	38
3.2.1. Muestreo	38
3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio	39
3.2.3. Métodos de evaluación	40
3.2.4. Variables de respuesta	47
3.2.5. Análisis Estadístico	49
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	69
VII. ANEXOS	78



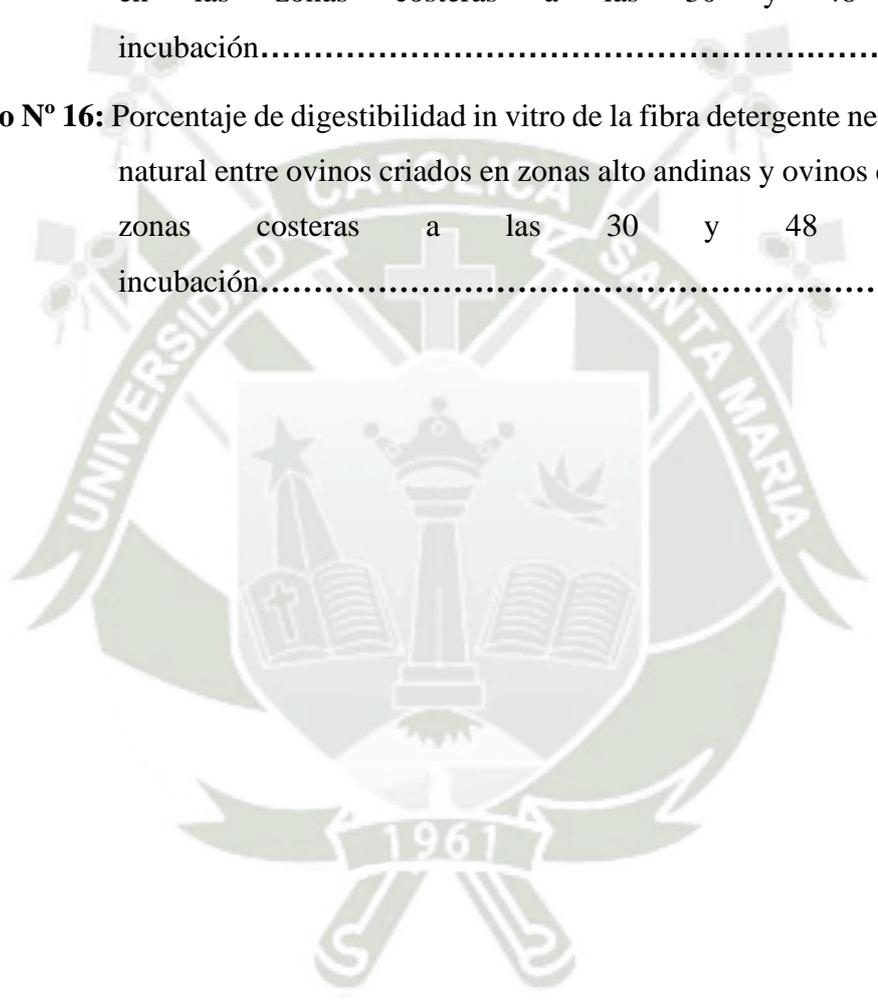
ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Clasificación de las principales especies bacterianas en el rumen según el tipo de substrato que fermentan (Adaptado de Yokohama y Johnson,1988)	18
Cuadro N°2: Clasificación de las principales especies de protozoos ruminales con los substratos de fermentación referentes (Hungate, 1966)	19
Cuadro N°3: Ubicación del Proyecto.....	36
Cuadro N°4: Alimentos que serán utilizados en el experimento.....	40
Cuadro N°5: Preparación de Solución Buffer.....	41
Cuadro N°6: Preparación de solución para realizar el FDN.....	44
Cuadro N°7: Operacionalización de Variables.....	47
Cuadro N°8: Diseño de Tratamientos.....	49
Cuadro N°09: Digestibilidad in vitro entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 horas de incubación.....	50
Cuadro N° 10: Digestibilidad in vitro entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 48 horas de incubación.....	53
Cuadro N° 11: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....	56
Cuadro N° 12: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación	57
Cuadro N° 13: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación	61

Cuadro N° 14: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**62**

Cuadro N° 15: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra de la alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**65**

Cuadro N° 16: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra del pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**67**



ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Grafico N° 1:** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**57**
- Grafico N° 2 :** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**60**
- Grafico N° 3 :** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**62**
- Grafico N° 4:** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**64**
- Grafico N° 5 :** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra de la alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**66**
- Grafico N° 6:** Porcentaje de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutra del pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.....**68**

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Enunciado del problema

Estudio comparativo de la digestibilidad *In vitro* entre ovinos criollos criados en zonas alto andinas y ovinos criollos criados en zonas costeras, Arequipa – 2019.

1.2. Descripción del problema

Actualmente la alimentación en el ganado ovino criollo es muy variable, dependiendo de la zona en donde se encuentren y de los recursos forrajeros que dispongan, en el caso de las zonas alto andinas usan pastos naturales, es decir pastos que crecen sin intervención de la mano del hombre, estos en épocas de invierno se encuentran escasos, más en las zonas costeras los alimentan con los forrajes disponibles como son la alfalfa y heno de alfalfa, presentes en todas las épocas del año, este tipo de alimentación es brindada durante toda su vida, por lo tanto, encontraremos en estos animales diferencias importantes con respecto a la digestibilidad.

1.3. Justificación del Problema

1.3.1. Aspecto general.

Estudiar la digestibilidad utilizando la técnica *In vitro* en ovinos criollos ya que actualmente no existen parámetros de diferenciación según la zona donde fueron criados, así como la calidad de alimento administrado durante toda su vida.

1.3.2. Aspecto tecnológico.

La introducción de diversas técnicas de digestibilidad es de gran importancia, el utilizar nuevas técnicas de Digestibilidad *in vitro* a través de la Incubadora Daisy Ankom II nos ayuda no solo por la facilidad de uso, sino también porque gracias a este equipo ya no tenemos la necesidad de realizarle una costosa cirugía al colocarle una fistula al rumiante a explorar.

1.3.3. Aspecto social.

En las últimas décadas la crianza ovina no estaba siendo valorada como una cadena productiva, sino como una crianza de subsistencia sin metas para lograr conquistar más mercados, ya que se mantiene con producciones bajas; debemos de prestar la

debida atención a la problemática actual, buscando cambiar el enfoque del tipo de crianza y el cómo se considera en el Perú.

1.3.4. Aspecto económico.

Con esta investigación buscamos priorizar la crianza de ovinos, posiblemente manejando razas especializadas de acuerdo a la tendencia mundial, buscando mejorar con este trabajo la digestibilidad del animal podemos mejorar la productividad del ovino por lo tanto mejorar la calidad del producto a exportar como carne de cordero, leche y lanas finas; ya que debemos de ser conscientes que, para la población de las zonas alto andinas, puesto que la mayoría de crianzas en ovinos se realizan en estas zonas, es de mucha importancia con respecto a su economía familiar ya que forma parte importante caja de ahorro del poblador rural andino.

1.3.5. Importancia del trabajo.

La técnica *in vitro* ofrece la posibilidad de estudiar la digestibilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de la Incubadora Daisy Ankom II. Esta técnica ha sido empleada a través de este equipo, ya que simula la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante y requiere de la preparación de un inóculo que contenga microorganismos ruminales viables. Esta técnica evita que los animales que serán parte del estudio tengan que pasar por una costosa cirugía al realizarles un fistula ruminal, así aportando al bienestar animal. **Tilley y Terry, (1963).**

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

- Estudiar comparativamente la digestibilidad *In vitro* entre los licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en zonas costeras, Arequipa – 2020

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar el porcentaje de digestibilidad efectiva de las muestras de alfalfa fresca, heno de alfalfa y pasto natural a ser analizadas.
- Determinar los parámetros de digestibilidad de los licores ruminales de ovinos criados en las zonas alto andinas y zonas costeras.
- Establecer diferencia entre los parámetros de digestibilidad de los licores

ruminales de ovinos criollos criados en zonas alto andinas y en zonas costeras.

1.5. Planteamiento de la Hipótesis

Dado que: los ovinos que son criados en zonas alto andinas son alimentados con insumos que poseen gran cantidad de celulosa y hemicelulosa,

Es probable que: la digestibilidad de estos sea mayor a las de los criados en las zonas costeras.



2. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL

2.1. Análisis bibliográfico.

2.1.1. El Ganado Ovino

La cadena productiva de ovino en el Perú viene creciendo a una tasa promedio anual de 2.17% en los últimos trece años. La cadena ovina en el año 2012, generó un valor bruto de la producción de 440.3 millones de nuevos soles con unos 90.3 miles de toneladas, registrándose el mayor valor en este periodo. Entre el año 2000 al 2012, el valor bruto de la producción tuvo un crecimiento del 16.2%. El cálculo del VBP de la cadena de ovinos, considera la producción de carne, lana y piel en su conjunto. **(Díaz R. y Oviedo F., 2013)**

La crianza del ovino en el país se desarrolla en un 70% para la comercialización informal y consumo en carne, lana, pieles y abono principalmente **(Díaz R. y Oviedo F., 2013)**.

De la producción de ovinos podemos extraer cinco líneas de productos principales: carne, leche y derivados, pieles (cueros), productos para el cuidado de la piel, y lana. De estas líneas de productos se derivan otros denominados subproductos. Otro tipo de clasificación aceptado es: productos primarios (carne, leche), productos procesados (embutidos, pieles, yogurt, etc.) y, productos con nuevos usos o especializados de acuerdo a su grado de innovación tecnológica (cosméticos y de uso para la salud humana). **(Díaz R. y Oviedo F., 2013)**.

La importancia en el aspecto económico y social en la cadena productiva de ovinos en el Perú con certeza es la caja de ahorro del poblador rural andino dentro de su economía familiar. Parte de la costumbre es ahorrar en especie animal, y el ovino tiene la preferencia por su rápida comercialización **(Díaz R. y Oviedo F., 2013)**.

2.1.2. El Ovino Criollo

El ovino Criollo, en las comunidades campesinas de la costa y la sierra del Perú, forma parte de rebaños llamados mixtos, en los cuales las proporciones de cada especie doméstica dependen de las condiciones ambientales y de las necesidades del campesino. **(Oscanoa, C.M., 2011)**.

El ganado ovino criollo con el tiempo logró mejorar y adaptarse muy bien a condiciones climáticas adversas. Poseen características importantes entre las cuales la rusticidad y resistencia son las más sobresalientes, además de tener buena conversión alimenticia y mediana prolificidad. **(Díaz R. y Oviedo F., 2013).**

Este tipo de crianza nos indica la existencia todavía de sistemas tradicionales tanto de manejo, selección, así como sanidad en la crianza del ganado criollo. Dichos sistemas, debido a la idiosincrasia, valores culturales y necesidades del propio campesino a la vista de muchos, no guarda relación con lo comúnmente idealizado como un sistema de producción eficiente. **(Cabrera, 1990) y (Oscanoa, C.M., 2011).**

Los ovinos criollos se forman a partir de las razas Merino y Churra traídos por los españoles durante el siglo XVI; actualmente se encuentra a nivel de los valles costeros, interandinos y la vertiente oriental. Es de bajo nivel productivo de lana y carne. Se han reportado valores promedios de 27 a 35 kg de peso vivo; 1,5 kg de vellón y actualmente constituyen el 60% de la población nacional. **(Padilla, F. M., 2006).**

2.1.3. El Ovino Criollo en la Sierra

Si bien la sierra abarca una superficie de 335 millones de hectáreas, y representa la tercera parte del territorio peruano, su base productiva está constituida por tierras de uso agrícola. La superficie de cultivo es de 2 millones de Ha, quedando las restantes en descanso. La mayor parte es sembrada en condiciones de secano, sus suelos son pobres, específicamente en nitrógeno y fosforo, por el cual requiere de fertilización o de largos periodos de descanso (hasta 7 años) para poder recuperar parcialmente su fertilidad natural. **(Oscanoa C. M., 2011).**

La sierra está habitada por el 44% de la población humana nacional, de la cual, el 55% depende de las actividades agropecuarias. Las grandes y medianas unidades de producción explotadas bajo la forma de cooperativas de producción, Sociedades Agrícolas de Interés Social y agricultores individuales son de menor importancia cuantitativa que los pequeños productores. La pequeña producción es predominante, existiendo cerca de un millón de unidades agropecuarias menores de 10 Has de tierra bruta y que disponen de más de 1,5 millones de Has de tierras cultivadas. **(Oscanoa C. M., 2011).**

En las comunidades agropecuarias de la Sierra, el tamaño de los rebaños depende mayormente del área de las tierras de cultivo que se usan como fuentes de rastrojos. La influencia de diferentes factores hace difícil el uso apropiado de las praderas más distantes, conduciendo a la sobreutilización del recurso forrajero en los alrededores de los centros poblados. **(Oscanoa C. M., 2011).**

2.1.4. Alimentación en Ovinos

El ovino es un rumiante, por lo que su alimentación deberá tener una base de forrajes y adicionalmente se suplementa con concentrados. La alimentación de ovinos en pastos naturales se realiza manejando la rotación de los campos de pastoreo y la carga animal de acuerdo a la condición de las praderas. Las praderas de condición excelente presentan una carga óptima de 4 unidades ovinos/ha y las de condición muy pobre de 0.25 unidades ovinos/ha. **(Florez y Malpartida, 1988)** y **(Coronel O. J., 2007).**

Los pastos cultivados como la asociación rye grass-trébol es usada para la alimentación del ganado de plantel y el engorde de ovinos para saca, dependiendo de la condición de la pastura y la época pueden soportar una carga de 20 a 40 unidades ovino/ha. **(Coronel O. J., 2007).**

En la sierra central del Perú, existen dos periodos marcado; el periodo de lluvia que comprende los meses de setiembre a marzo, con abundancia de pasto, y el periodo de seca de abril a agosto, con escasez de forrajes. En la sierra sur y en el altiplano las condiciones climáticas son más duras, hay temporadas de sequía y otras de fuertes caídas de nieve, esto hace que la crianza sea insegura debido a la deficiencia de pastos. Los animales están siempre distribuidos en extensiones inmensas, comprende terrenos elevados y valles con riachuelos donde los animales pueden beber, en cada estancia existen potreros reservados para el invierno. Los potreros están cerrados por cercos de alambre o piedra o palos (según la zona), con el fin de evitar que los animales pequeños pasen de uno a otro potrero. **(Coronel O. J., 2007).**

2.1.5. Anatomía Digestiva del Ovino

Es importante detenerse en la secreción salival del rumiante. Este posee distintos tipos de glándulas (parótidas, molares, bucales, palatinas, sublingual, submaxilar, labial, faríngea) pero se pueden clasificar según el tipo de secreción en mucígenas

y alcalígenas. La secreción mucilaginoso tiene por objeto humedecer el bolo y facilitar la masticación y la deglución mientras que la saliva alcalina, formada especialmente por carbonatos, bicarbonatos y fosfatos mantiene el pH del rumen en un rango estrecho, cercano a la neutralidad, y actúa del mismo modo que el bicarbonato que se toma habitualmente para evitar la acidez estomacal. Además, la saliva contiene urea lo que permite mantener un nivel de nitrógeno más o menos constante en el rumen. La secreción salival de los rumiantes es muy abundante y variable. Se calcula que en bovinos oscila entre 90 y 190 litros por día según diversos autores y con diversas dietas. En ovinos varía entre 5 y 16 litros por día. La mayor parte de esta abundante secreción proviene de las glándulas alcalígenas. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

Los rumiantes son mamíferos que se han especializado en consumir material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados. **(Araujo Febres O. Vergara López J., 2007).**

La gran capacidad gástrica de los rumiantes es necesaria para mantener los alimentos el tiempo suficiente para ser digeridos. El estómago es normalmente un saco que comienza en el extremo del esófago (cardias) y termina en el duodeno (píloro). Entonces, el estómago de los rumiantes se encuentra constituido por cuatro compartimientos, rumen, retículo, omaso y abomaso; sólo el último produce enzimas digestivos capaces de degradar alimentos, funcionalmente se considera al rumen y al retículo como una sola unidad: Complejo Retículo-Rumen, sitio donde ocurre la fermentación y asimilación de nutrientes. **(Phillipson, 1981).**

El proceso de fermentación es realizado principalmente en las dos primeras partes del estómago por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen **Lovett et al., (2006)** y el medio físico y químicos que los envuelve. El producto final de los procesos fermentativos ruminales son ácidos grasos volátiles, los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido amortiguado y próximo a la neutralidad al mismo tiempo que se eliminan continuamente productos solubles de dicho proceso. El rumen nunca se

vacía, pero con ayuno prolongado el contenido puede llegar a ser cada vez más fluido. **(Phillipson, 1981).**

La rumia es una de las características que junto con la conformación del estómago, distingue a un animal rumiante de un no rumiante. **(Sisson y Grossman, 1982); (Relling y Mattioli, 2003).**

La primera porción del conducto alimenticio está formada por la boca, que contiene la lengua y los dientes. La lengua de los rumiantes es especialmente larga en su porción libre y cubierta por diferentes tipos de papilas que le dan una marcada aspereza y la convierten en el principal órgano de aprehensión. Es decir que la lengua sale de la boca, rodea al pasto y lo atrae hacia adentro. La dentadura de los rumiantes carece de caninos e incisivos en el maxilar superior y éstos están reemplazados por una almohadilla carnosa. Los incisivos inferiores están implantados en forma no rígida de modo de no lastimar la almohadilla. Los incisivos sujetan entonces el pasto contra el rodete superior y el animal corta el bocado mediante un movimiento de cabeza. Este bocado es ligeramente masticado, mientras el animal sigue comiendo. Cuando ha juntado varios bocados formando un bolo de aproximadamente 100 gramos incluyendo la saliva, éste es deglutido. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

El rumen es el de mayor volumen con una capacidad que puede llegar a más de 200 litros en vacunos **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

El rumen es un saco formado por una membrana mucosa recubierto por un epitelio escamoso, estratificado y cornificado que representa papilas y rodeado por una capa muscular que es la que produce las contracciones. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos (dorsal, anterior, ventral, ciego dorsal y ciego ventral), La redecilla o retículo está separada del rumen por el pliegue rúmino-reticular. Presenta esencialmente la misma estructura, pero la mucosa de este compartimento se caracteriza por formar Pliegues de 1 cm. De altura aproximadamente que dan origen a celdas poligonales en forma de panal. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

En la porción superior derecha se abre el cardias, que es donde se une el esófago y por donde entran los alimentos. En esa misma región se halla la gotera esofágica, consistente en un canal formado por dos pliegues que le permiten cerrarse y

conducir alimentos líquidos directamente al estómago verdadero o cuajar. Este reflejo se manifiesta con fuerza en terneros lactantes pero la habilidad se pierde luego del destete y solo un porcentaje de los adultos responde a estímulos más fuertes, como soluciones de sal común o mejor aún de sales de cobre. Esta gotera desemboca en el orificio retículo omasal de un diámetro aproximado de 3 cm. y que une la redecilla con el librillo. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

El bolo llega entonces al cardias, este se abre y el alimento entra al retículo. Desde acá el bolo se moverá por contracciones de las capas musculares que rodean el rumen. Las contracciones se propagan por ondas y se producen siguiendo una secuencia constante. Cada contracción se repite con un intervalo aproximado de un minuto, menor cuando el animal come y mayor cuando el animal descansa. Se produce primero una contracción incompleta del retículo y luego una segunda contracción más completa que hace pasar al alimento por sobre el pliegue rúmino-reticular. El alimento recién ingerido, más seco que la masa y de menor densidad, se aloja en el saco dorsal o en alguno de los sacos ciegos, adonde es empujado por la contracción del saco dorsal, que es simultánea con la del retículo. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

Finalmente se produce una contracción del saco ventral que empuja la digesta más líquida hacia arriba, mojando el alimento más seco, llevando los microorganismos, y al mismo tiempo lavando hacia abajo las substancias ya disueltas y las partículas más pequeñas. En la próxima contracción estas partículas serán llevadas al retículo y en la segunda contracción reticular, en que se abre el orificio retículo omasal pasarán al librillo. Ya vimos que este orificio es pequeño y además su superficie está cubierta por alimentos fibrosos que forman una red de modo que solo pueden pasar las partículas más finas. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

2.1.6. Fermentación Ruminal

La fermentación se refiere al metabolismo microbiano en ausencia de oxígeno es resultado de la acción metabólica de los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen. Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios, estas poblaciones entran al organismo del recién nacido por el contacto con animales adultos, la ingesta de alimentos sólidos y el consumo de

agua. En los rumiantes, la degradación de los sustratos moleculares por acción de los microorganismos se realiza por hidrólisis enzimática. **(Relling y Mattioli, 2003); (Contreras y Noro, 2010).**

Los rumiantes han desarrollado un aparato digestivo que les permite aprovechar forrajes ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina, gracias a la presencia de microorganismos. La población microbiana del rumen está integrada por bacterias, protozoarios, hongos, bacteriófagos y ocasionalmente levaduras; manteniendo una relación de sinergismo con los rumiantes. **(Carrillo, 2003); (Yang et al., 2004); (Carmona et al., 2005).**

Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. El neonato adquiere esta flora por el contacto directo con otros bovinos o bien por contacto indirecto a través de elementos contaminados como forrajes o agua de bebida. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003)**

2.1.7. Microorganismos del Rumen

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios. Las primeras son las más importantes, el número de bacterias varía entre 10^{10} a 10^{11} por mililitro de líquido ruminal. La concentración se ve afectada por el pH ruminal y el tipo de dieta pues si bien están presentes siempre varias especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable. La flora celulolítica se desarrolla mejor en pH de 6.0 a 6.9 y la amilolítica a pH de 5.5 a 6.0. **Relling y Mattioli, (2003); Wright y Klieve, (2011).** Dentro del grupo de los anaerobios estrictos destacan las bacterias celulolíticas y hemicelulolíticas (encargadas de degradar y fermentar los hidratos de carbono estructurales de la pared celular), bacterias aminolíticas (fermentan los hidratos de carbono de reserva de granos, almidón), bacterias sacarolíticas (fermentan carbohidratos simples, azúcares vegetales), bacterias lactolíticas (degradan el lactato), bacterias lipolíticas (degradan las grasas), bacterias proteolíticas (degradan las proteínas), bacterias ureolíticas (hidrolizan la urea) y bacterias metanogénicas (producen metano). **(Carrillo, 2003); (Relling y Mattioli, 2003); (Wright y Klieve, 2011).**

A diferencia de las bacterias, los protozoarios son capaces de sintetizar proteína a partir de nitrógeno no proteico (NNP) **(Wright, 2011).**

Los protozoos representan la micro bioma ruminal, desarrollan preferentemente a pH superior a 6 y a pesar de estar normalmente presentes no son imprescindibles para la función ruminal ni para la supervivencia del animal. Normalmente son adquiridos por el ternero por contacto directo con otros rumiantes. Si bien se encuentran en menor concentración que las bacterias, a razón de 10^4 a 10^6 /ml de líquido ruminal, al tener mayor tamaño poseen una masa total que puede llegar a ser semejante a la bacteriana. Desde el punto de vista metabólico los protozoarios se diferencian de las bacterias por poseer una menor capacidad celulolítica (5 al 20 % del total) y además son incapaces de sintetizar proteínas a partir de NNP. Son beneficiosos al moderar la fermentación amilolítica, debido en parte a que consumen preferentemente bacterias amilolíticas y además engloban trozos de almidón que pasan al intestino dentro del protozoo y evitan la fermentación ruminal, proveyendo de esa forma una fuente directa de glucosa para el animal. Con respecto al metabolismo proteico favorecen al rumiante aumentando el valor biológico de la proteína, pero se cree que es a un elevado costo energético por la recirculación de nitrógeno. Esto es que utilizan para formar proteínas con las proteínas sintetizadas por las bacterias. A esto se le suma el dogma de que la mayoría de los protozoos mueren en el rumen, por lo cual sus proteínas son liberadas al medio ruminal donde las bacterias las van a degradar en las cadenas carbonadas y amoníaco para cubrir sus necesidades. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

Cuadro N°1: Clasificación de las principales especies bacterianas en el rumen según el tipo de sustrato que fermentan Adaptado de Yokohama y Johnson, (1988).

<p>Principales especies celulolíticas <i>Fibrobacter succinogenes</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Ruminococcus albus</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i></p>	<p>Principales especies proteolíticas <i>Ruminobacter amylophilus</i> <i>Prevotella ruminicola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Streptococcus bovis</i></p>
<p>Principales especies hemicelulolíticas <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Prevotella ruminicola</i> <i>Ruminococcus sp.</i></p>	<p>Principales especies utilizadoras de lípidos <i>Anaerovibrio lipolytica</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Treponema bryantii</i> <i>Eubacterium sp.</i> <i>Fusocillus sp.</i> <i>Micrococcus sp.</i></p>
<p>Principales especies pectinolíticas <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Prevotella ruminicola</i> <i>Lachnospira multiparus</i> <i>Succinivibrio dextrinosolvans</i> <i>Treponema bryantii</i> <i>Streptococcus bovis</i></p>	<p>Principales especies productoras de metano <i>Methanobrevibacter ruminantium</i> <i>Methanobacterium formicicum</i> <i>Methanomicrobium mobile</i></p>
<p>Principales especies amilolíticas <i>Ruminobacter amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Succinomonas amylolytica</i> <i>Prevotella ruminicola</i></p>	<p>Principales especies productoras de amoniaco <i>Prevotella ruminicola</i> <i>Megasphaera elsdenii</i> <i>Selenomonas ruminantium</i></p>
<p>Principales especies utilizadoras de azúcares <i>Treponema bryantii</i> <i>Lactobacillus vitulinus</i> <i>Lactobacillus ruminis</i></p>	<p>Principales especies ureolíticas <i>Succinivibrio dextrinosolvans</i> <i>Selenomonas sp.</i> <i>Prevotella ruminicola</i> <i>Ruminococcus bromii</i> <i>Butyrivibrio sp.</i> <i>Treponema sp.</i></p>
<p>Principales especies utilizadoras de ácidos <i>Megasphaera elsdenii</i> <i>Selenomonas ruminantium</i></p>	

Los hongos representan cerca del 8% de la biomasa ruminal. Son de gran importancia para la actividad celulolítica, en especial cuando el rumiante consume forrajes demasiado maduros o encañados. Se habla de 10^3 a 10^6 por mililitro de líquido ruminal debido a que los hongos no predominan en el rumen debido a su baja tasa de multiplicación en comparación con las bacterias, algunas de las cuales a su vez reprimen su crecimiento, como el *Ruminococcus spp.* (**Relling y Mattioli, 2003**); (**Wright y Klieve, 2011**).

Se puede considerar al rumen como una enorme cuba de fermentación, con condiciones de temperatura constante (39°C , 1°C más que la temperatura del animal debido al calor desprendido por la fermentación), y anaerobiosis, es decir,

exclusión del aire por los gases producidos por la fermentación. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

La acidez es más variable pues los productos finales de la acción bacteriana son ácidos grasos volátiles (acéticos, propiónico y butírico) los cuales son neutralizados por la saliva. Si el alimento es muy digestible, la gran producción de ácidos grasos volátiles no alcanza a ser neutralizada y el pH baja a 6 y aún 5,5 en casos extremos, mientras que con dietas de mayor contenido en celulosa la producción de ácido es más lenta y la producción de saliva mayor de modo que el pH se mantiene aproximadamente en 6,8. En el primer caso tenderán a aumentar las bacterias productoras de ácido propiónico, mientras que En el segundo predominarán las productoras de ácido acético. Estos ácidos, producto de deshecho para las bacterias, son la principal fuente de energía para el rumiante y, como veremos más adelante, son utilizados por éste con distinta eficiencia para los diferentes procesos. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

Cuadro N°2: Clasificación de las principales especies de protozoos ruminales con los substratos de fermentación referentes Hungate, (1966).

Subclase	Género	Substrato fermentado
<i>Holotrica</i>		
	<i>Isotrica</i>	Almidón y azúcares
	<i>Dasytrica</i>	Almidón y azúcares
<i>Entodiniomorfa</i>		
	<i>Entodinium</i>	Almidón
	<i>Epidinium</i>	Almidón y hemicelulosa
	<i>Ophryoscolex</i>	Almidón
	<i>Diplodinium</i>	Celulosa
	<i>Eudiplodinium</i>	Celulosa
	<i>Polyplastron</i>	Celulosa

Esto hace que sea poco importante la calidad de la proteína que se suministra al animal dado que no se registran en la práctica deficiencias de aminoácidos esenciales, pues estos son sintetizados por las bacterias, lo cual permite usar fuentes de nitrógeno muy económicas (tales como urea, etc.) para satisfacer los requerimientos en proteína del rumiante. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

También se sintetizan en el rumen todas las vitaminas del grupo B y la K, haciendo al animal independiente de su aporte por la dieta. **(García Tobar J. e Gingins M., 1969).**

Los microorganismos que pueblan el tracto gastrointestinal de los herbívoros son los principales responsables de la digestión de los carbohidratos complejos que contiene el alimento. Las poblaciones de microorganismos en el rumen, gracias a sus capacidades fisicoquímicas, transforman el alimento mediante un proceso de fermentación anaerobia en otros productos. El animal hospedador aprovecha algunos de los productos finales de la fermentación absorbiéndolos a través de la mucosa del rumen y el retículo. Además de esto, el rumiante utiliza la proteína no degradada en el rumen por los microorganismos y la contenida en los mismos, cuando llegan a tramos posteriores del tracto gastrointestinal, para cubrir sus necesidades. (Saro Higuera C., 2012).

2.1.8. Condiciones de los Microorganismos del Rumen

De acuerdo a **Relling y Mattioli (2003)** para que se realice el proceso de fermentación por acción de los microorganismos ruminales, es necesario que en el complejo retículo-rumen se mantengan en condiciones específicas de:

2.1.8.1 Anaerobiosis

La ausencia de oxígeno es necesaria para que los microorganismos, que viven en simbiosis en el rumen, obtengan energía a través de la vía glucolítica. (Relling y Mattioli, 2003).

Al no utilizar oxígeno los microorganismos ruminales dependen de la vía glucolítica para la obtención de energía (Loyo A, et al., 2015).

2.1.8.2. Aportes de Nutrientes

La nutrición de los rumiantes es dependiente de la nutrición de la población de microorganismos ruminales, se debe alimentar a los microorganismos para que estos alimenten al rumiante (Relling y Mattioli, 2003). Estos degradan parcial o totalmente los componentes de la dieta, por lo cual puede aceptarse que en realidad se está alimentando al rumen para que luego éste alimente al rumiante. (Loyo A, et al., 2015).

2.1.8.3. Eliminación de los productos de desecho del metabolismo ruminal

Los AGV e H^+ deben ser retirados del rumen, ya que cuando los ácidos grasos volátiles (AGV), gases y alimento no digerido se acumulan de forma excesiva, se produce un incremento en la presión osmótica del rumen, ocasionando la disminución del pH. Los AGV son sustraídos a través de la absorción de las paredes del rumen, mientras que el H^+ se elimina en forma de metano. Los gases producto de la fermentación ruminal, especialmente CO_2 y CH_4 , se eliminan a través del eructo. El alimento no digerido continúa el tránsito por el resto del aparato digestivo, hasta eliminarse vía fecal. **(Relling y Mattioli, 2003).**

2.1.8.4. PH

El rango de pH que necesitan los microorganismos ruminales para un desarrollo normal va de 5.5 a 6.9, los cambios extremos en el pH favorecen el desarrollo de microorganismos que alteran el funcionamiento del rumen, el patrón metabólico del rumen y enferman al rumiante. La cantidad de H^+ producido va a depender del tipo de dieta y el tipo de microorganismo que fermente dicho nutriente. Lo cual determinara también la “eficiencia” de ese alimento debido a la producción de metano y tipo de AGV. **(Relling y Mattioli, 2003).**

El mantenimiento del pH en valores próximos a la neutralidad es posible por la absorción de ácidos grasos volátiles a través de la pared del rumen y por el efecto tampón que ejerce la saliva del rumiante, que posee gran cantidad de fosfatos y bicarbonatos. Una oveja produce entre 10 y 15 litros de saliva diarios. **(Czerkawski, 1977).**

2.1.8.5. Potencial Redox

Se mantiene estable (de -250 a -450 mv). En el rumen, pese a ser un ecosistema anaerobio, entran pequeñas cantidades de oxígeno, con el alimento y el agua de bebida, durante la rumia, en la que se expone el bolo ruminal al oxígeno atmosférico y mediante difusión del oxígeno plasmático a través de las paredes del rumen. Los niveles de anaerobiosis se mantienen por la absorción del oxígeno también a través de las paredes y por el uso de este como aceptor de electrones por las bacterias anaerobias facultativas de la flora epimural. **(Czerkawski y Breckenridge, 1978).**

2.1.8.5. Presión Osmótica

La presión osmótica del contenido ruminal es de 300 mOsm/l, con lo que se evita la pérdida descontrolada desde el líquido intersticial hacia el rumen o de forma inversa (**Relling y Mattioli, 2003**).

La presión osmótica está por debajo de niveles isotónicos para permitir el flujo de líquidos desde el rumen hacia el torrente sanguíneo. La absorción de ácidos grasos volátiles a través de las paredes del rumen favorece el mantenimiento de la presión osmótica en valores adecuados, lo cual es crucial para permitir la reabsorción de sodio, cloro, fosfatos y otros iones que se encuentran en la saliva y que permiten mantener el equilibrio hídrico, ácido-básico y electrolítico en el animal hospedador. Esta reabsorción está favorecida también por la rumia e insalivación, las cuales promueven la renovación del líquido en el rumen y el lavado de las partículas más finas. (**Saro Higuera C., 2012**).

2.1.8.6. Temperatura

A fin de favorecer el crecimiento bacteriano, la temperatura ruminal se mantiene entre 38 y 42°C (**Relling y Mattioli, 2003**). Se encuentra a una temperatura constante promedio (39°C), regulada por el sistema homeotermo del rumiante hospedador. Las fermentaciones que ocurren en su interior son procesos exotérmicos, disipándose en el rumen entre un 4% y un 12% en forma de calor, de manera que si estuviera aislado podría alcanzar los 50°C en un día. El rumiante mantiene su temperatura corporal. Gracias a la irrigación de las paredes del rumen, el calor se dirige por la sangre hacia la piel, que actúa como refrigerador. Además, el peristaltismo ruminal evita el sobrecalentamiento de las paredes. (**Saro Higuera C., 2012**).

2.1.9. Metabolismo de los Hidratos de Carbono

Los hidratos de carbono pueden ser de reserva, estructurales o bien azúcares, y la degradación de cada tipo posee características propias. En base a su estructura y función los H₂OC pueden clasificarse en polisacáridos de reserva, como el almidón, polisacáridos estructurales como la celulosa, la hemicelulosa y la

pectina, y finalmente H_2O simples o azúcares, entre los cuales encontramos mono y disacáridos. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003)**

El almidón es un polímero de moléculas de D-glucosa ordenadas como una cadena lineal con enlaces glucosídicos alfa 1-4 en la amilosa, o con ramificaciones que se inician en uniones glucosídicas alfa 1-6 en la amilopectina. Igualmente, todos estos enlaces en el almidón, por ser de tipo alfa, son desdoblados tanto por los microorganismos amilolíticos del rumen como por la amilasa pancreática del animal. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

El almidón es un polisacárido de reserva para los vegetales y está presente especialmente en los granos. Como poseen baja concentración de agua y aportan mucha energía en poco volumen, los granos se consideran un alimento concentrado energético. Al ingresar con la dieta el almidón es atacado principalmente por las bacterias amilolíticas que lo desdoblan para consumir glucosa y producir AGV, especialmente propionato. La digestibilidad del almidón en el rumen es elevada y la fracción que logra pasar al intestino puede ser degradado por la amilasa pancreática y así absorberse como glucosa. Esta última alternativa favorece al rumiante al aportarle una fuente directa de glucosa, que de otro modo debería sintetizar por gluconeogénesis hepática empleando el propionato absorbido en el rumen. Un mecanismo que transfiere pequeñas cantidades de almidón al intestino son los protozoos, que pueden almacenarlo en su cuerpo. La digestibilidad ruminal del almidón depende en gran medida de la facilidad con que acceden a él las bacterias amilolíticas. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

2.1.10. Metabolismo Ruminal de los Compuestos Nitrogenados

El metabolismo de las proteínas posee características diferentes en los rumiantes en relación con los no rumiantes **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la

proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo. Se discute el tamaño de los péptidos al absorberse, se pensaba que, en el ambiente reductor del rumen, en amoníaco tenían más de 16 aminoácidos, pero estudios recientes muestran que solo se absorben aquellos con no más de 5 aminoácidos. Estas discrepancias se deben a que resulta difícil determinar si ciertas peptidasas están en la membrana o ya incluidas en el soma microbiano. Una vez incorporados al microorganismo los péptidos son hidrolizados hasta aminoácidos, los cuales pueden ser empleados para sintetizar proteína microbiana o bien, como ocurre con la mayor parte de ellos, son utilizados como fuente energética. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

En este caso los microorganismos separan el grupo amino del aminoácido y lo liberan al medio ruminal como un producto de desecho, y emplean la cadena carbonada para obtener energía como si se tratara de un hidrato de carbono. Por otro lado, los grupos amino ($-\text{NH}_2$) libres se convierten, por adiciones de H^+ y luego en amonio (NH_4^+), por lo cual la concentración de este último sirve como un indicador de la actividad proteolítica en el rumen. Los protozoarios poseen mayor capacidad proteolítica que las bacterias y los hongos, pero debido a que se encuentran en menor cantidad son responsables solo del 10 al 20 % de la actividad proteolítica ruminal, a la que los hongos contribuyen en un porcentaje todavía menor y son fundamentalmente las bacterias las que realizan la mayor parte de la degradación proteica a nivel ruminal (más del 50 %). **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

2.1.11. Metabolismo Ruminal de los Lípidos

Los vegetales no son ricos en lípidos, pero sí en ácidos grasos esenciales. Los lípidos se encuentran normalmente en bajas cantidades en los alimentos de origen vegetal. Los forrajes frescos poseen lípidos celulares y de superficie. Los primeros incluyen principalmente fosfolípidos, semejantes a los vistos en las membranas

animales y glucolípidos de membrana, especialmente galactolípidos, ricos en ácidos grasos esenciales. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

Los lípidos de superficie incluyen ceras y cutina y carecen de valor nutritivo. El porcentaje de ácidos grasos en los forrajes verdes puede alcanzar el 8 a 10 % de la materia seca (MS) en el caso de pastos tiernos, observándose valores mínimos (0,5 a 1 % de la MS) en pastos henificados, o maduros y fructificados durante el verano. Los granos de oleaginosas, como girasol y soja, son ricos en lípidos (20-40 % de la MS) con un elevado contenido de triglicéridos. Las tortas, subproductos de la extracción del aceite, contienen hasta un 3 % de lípidos, mientras que los granos de cereales varían entre el 2,1 % (trigo) y el 7,1 % (avena). Tanto los forrajes como las semillas poseen un elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados. Esto es importante debido a que los ácidos, linoleico (C18:2 n-6) y linolénico (C18:3 n-3) son considerados esenciales, o sea que deben ser aportados por la dieta porque el organismo es incapaz de sintetizarlo o bien lo hace por debajo de los requerimientos. El ácido araquidónico (C20:4 n-6), empleado para la síntesis de prostaglandinas, es considerado esencial a pesar de que puede ser sintetizado a partir del linoleico. De todas formas, la cantidad de los ácidos grasos insaturados que llegan al intestino delgado es mínima debido al proceso de biohidrogenación que ocurre en el rumen. **(Relling A. E., Mattioli G. A., 2003).**

2.1.12. Digestibilidad

2.1.12.1. Digestibilidad *In Situ*

La digestibilidad es uno de parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a alimentación acuícola, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos) sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y, por consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere. **(Manríquez J., 2015).**

El problema de la determinación de la digestibilidad *in vivo* es esencialmente el establecimiento de un balance apropiado entre los nutrientes que entran a partir de los alimentos y de los que salen a través de las heces. Hay dos métodos posibles: el método de recolección total consistente en la recolección cuantitativa de las heces emitidas que corresponden a uno o muchos alimentos,

y el método con indicador que ha sido desarrollado para obviar los problemas de la recolección cuantitativa usando un marcador inerte indigerible; el marcador más frecuente usado es el óxido crómico que es incorporado al alimento y luego analizado en él y en las heces. (Manríquez J., 2015).

2.1.12.2. Digestibilidad *In Vitro*

Los métodos *in vitro* están relacionados más a la digestibilidad verdadera que a la aparente, porque estos son incapaces de estimar las pérdidas metabólicas por heces de origen endógeno. Las pérdidas metabólicas son mucho más influenciadas por el estado fisiológico y las condiciones del animal. (García Galicia I.A., 2002).

Los métodos *in vitro* que han sido utilizados más ampliamente desde su introducción en 1963 son el de Tilley y Terry y el de Van Soest y colaboradores en 1966, considerados los procedimientos más exactos para la predicción de la digestibilidad en rumiantes (17, 35). El método de Tilley y Terry se considera un método referente para calcular la digestibilidad en alimentos para rumiantes, el cual ha sido modificado y adaptado según el tipo de alimento a analizar, al igual que se han desarrollado y probado diferentes tampones de dilución para ajustar el pH del inóculo. (Sainz Ramírez A., 2016).

2.1.12.3. Degradabilidad

La degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos.

2.1.13. Técnica descrita por Tilley y Terry modificada por Van Soest

Generalidades de la metodología descrita por **Tilley y Terry, (1963)**, presentan un procedimiento de digestibilidad *in vitro* junto a la respectiva descripción de regresión lineal simple a fin de evaluar la digestibilidad de los rumiantes y otorgar información de los valores de digestibilidad *in vivo* en relación a los respectivos

de su procedimiento. En la evaluación estadística presentada por los autores se señala que los coeficientes *in vitro* e *in vivo* se encuentran altamente correlacionados, presentando un coeficiente de correlación de Pearson entre 0,83 y 0,91. Esta metodología presenta etapas de incubación controladas con licor ruminal y pepsina, posteriormente, Van Soest modifica este procedimiento realizando incubaciones con una solución detergente. **(Goering y Van Soest, 1970)**. Este procedimiento de digestibilidad *in vitro*, utilizado en forma universal, consta de dos fases. La primera fase permite el estudio de la fracción fibrosa digestible y la fracción soluble digestible. **(Goering y Van Soest, 1970)**.

La segunda fase involucra la solubilización con pepsina del residuo de la primera fase. De esta manera, se simula el desdoblamiento *in vivo* de la proteína de la dieta y la producida por los microorganismos ruminales, así como, las enzimas digestivas del abomaso. Esta segunda fase es modificada por Van Soest, al reemplazar la solubilización con pepsina del residuo de la primera fase por una determinación de fibra detergente neutro. En donde, la solución detergente neutro logra disolver una mayor cantidad de materia seca en comparación con la solución pepsina ácido, debido a que disuelve la pared celular de las bacterias y otros productos endógenos. **(Goering y Van Soest, 1970)**.

De esta manera, el procedimiento modificado ofrece el coeficiente de la digestibilidad verdadera del forraje, mientras que el procedimiento original, el coeficiente de digestibilidad aparente. La ventaja de este método es que utiliza aparatos simples, es reproducible y permite la evaluación de múltiples muestras en forma simultánea. Sin embargo, la colección de licor ruminal y la dieta suministrada a los animales fistulados son los principales factores que logran alterar los resultados, debido a que es necesaria la normalización de la capacidad proteolítica del líquido ruminal dependiendo del material a evaluarse. **(Chakeredza *et al.* 1998); (Jarrige, 1981)**.

2.1.14. Técnica Daisy Ankom II

El principio de este método es simular la fermentación del rumen en condiciones *in vitro*, lo que se logra a través de la mezcla de soluciones compuestas por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores que ayudan a mantener la anaerobiosis característica de este proceso, más la adición de líquido ruminal. Esta

mezcla se incubaba por 48 horas a temperatura constante de $39.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, con agitación circular constante. **(Daisy II - Incubator Ankom Technology, 2014)**.

El protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II ® **Ankom, (2014)**, usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedón, NY, EUA) con tamaño de poro de $25 \mu\text{m}$ y dimensiones de $5 \times 4 \text{ cm}$ fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones. **(Ankom Technology, 2014)**,

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), cada unidad experimental tuvo una bolsa de digestibilidad F-57 **Ankom Technology, (2014)**, se emplearon bolsas en cada tiempo de incubación (0, 24, 48, 72 horas) por cada tratamiento ,que fueron incubadas en tres equipos de degradación in vitro DAISY II. **(Ankom Technology, 2014)**.

2.1.15. Alimentos elegidos para la investigación

2.1.15.1. Alfalfa Fresca:

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) pertenece a la familia de las Fabaceae o leguminosas. La raíz principal es de tipo pivotante que en la mayoría de los casos alcanza una profundidad entre 60 y 90 cm con una máxima presentación en los primeros 30 cm del suelo **(Speeding y Dieckmahns, 1972)**.

La alfalfa, es una planta de crecimiento erecto que se adapta a los diferentes tipos de utilización que se emplean en producción animal. El momento óptimo para su uso está dado fundamentalmente por el balance entre la cantidad de carbohidratos acumulados en la raíz, y el estado de desarrollo alcanzado al momento del corte, lo cual también permite compatibilizar calidad del forraje obtenido y duración de la pradera. **(Soto, 1983)**. A medida que avanza el estado de madurez, desde prebotón a floración completa, disminuye su valor nutritivo **(Soto, 1983)**.

En cuanto al valor nutritivo de la alfalfa se destaca por su elevado contenido de proteínas y calcio, así como por su buena palatabilidad **(Parga y Klein, 1989)**. No obstante, la digestibilidad sólo alcanzará valores medios que pueden ser una limitante especialmente en alfalfa administrada como único forraje en el ganado de alta producción **(Klein,**

1989). Según **Klein, (1989)**, el estado fenológico o desarrollo al momento de la cosecha es el principal factor determinante del valor nutritivo de la alfalfa, ya que éste último decrece con la madurez de la planta. Durante el período vegetativo el contenido de proteínas (proteína total) puede alcanzar valores alrededor del 25%, y la digestibilidad de la materia seca de un 80%, descendiendo estos valores a 15% para la proteína y a 60%, respectivamente, cuando la pradera presenta un 50% de floración. (**Klein, 1989**).

Según **Anderson, (1976)**, la pérdida de digestibilidad de la alfalfa, alcanza valores de 0,23 a 0,48 unidades diarias a partir del estado de botón, por lo que es importante no retrasar la cosecha más allá de un 10% de floración. Los cambios en la calidad de la alfalfa con el avance del estado fisiológico al momento de su utilización son muy importantes, siendo el contenido de proteína el componente que presenta la mayor variación en la alfalfa en una misma temporada, así mismo la fibra detergente ácido (FDA) y la digestibilidad de la materia seca. (**Burns et al., 1994**).

Estudios realizados en Shelford, citados por **Bustillos, (1990)**, mostraron que la digestión proteica de la alfalfa se reduce en 10% por cada 5% de incremento de la FDA. Finalmente, se puede decir que el aporte nutritivo de la alfalfa debe relacionarse con otras fuentes alternativas de alimento. (**Burns et al., 1994**). En este sentido, la alfalfa adquiere una cierta ventaja durante el verano, cuando la pradera tiende a acumular material senescente. El interés por parte de los agricultores de alcanzar altas productividades de forraje y por el valor nutritivo que aporta, ha llevado a que un número de ellos consideren a la alfalfa como una alternativa para implementar en su sistema de producción. (**Burns et al., 1994**).

2.1.15.2. Heno de Alfalfa

El henificado es una técnica de conservación producida por la evaporación rápida de agua en sus tejidos. La alfalfa es cortada y secada para luego ser suministrada a los animales. El principal problema de la henificación es la lluvia en el secado del heno, debido a que disminuye el valor nutritivo del

forraje por lavado, acompañado de la pérdida por deshoje hace que disminuya el valor proteico. **(Fedna, 2016).**

Existen tres factores que determinan la producción de heno de calidad, estos factores son; contenido de hojas, especie forrajera y condiciones climáticas. La concentración de materia digestible y la proporción de hojas disminuyen al ir madurando el forraje, por lo tanto, el contenido de hojas está relacionado con el contenido de materia digestible del heno. **(Florez et al., 1987).** El tipo de especie forrajera también es determinante debido a que las leguminosas forrajeras tienen un mayor contenido en proteínas, caroteno, calcio y fósforo que las gramíneas forrajeras, es evidente que el heno preparado con leguminosas sea superior al que se hace únicamente de gramíneas. **(Malpartida et al., 1987).**

Las condiciones climáticas favorables nos aseguran un “curado rápido”, este procedimiento evita la pérdida de proteínas e hidratos de carbono y, siendo el contenido de humedad un factor decisivo para la obtención de heno de calidad. **(Florez et al., 1987).**

2.1.15.3. Pasto Natural

Miranda ,(1995) menciona que, las praderas naturales de la sierra peruana, están conformadas por una biodiversidad de plantas perennes y temporales. Estas vegetaciones constituyen en la principal fuente forrajera para la alimentación, desarrollo y producción de la ganadería altoandina del país. Los pastizales como tierras en las que la vegetación clímax o etapa de vegetación dominante más desarrollada se compone principalmente de gramíneas nativas, graminoides o plantas morfológicamente similares a gramíneas, herbáceas o arbustos adecuados para pastoreo o ramoneo. **(Florez. 1992).**

2.1.15.3.1 Clasificación de pastos naturales

Quispe (2003) menciona que, la clasificación de los pastizales difiere en su aspecto al haberse interactuado las zonas de vida natural, el suelo, clima y topografía resultando diversos tipos de vegetación:

- **PAJONAL**, entre los tipos de vegetación alto andina, ésta es la que ocupa una mayor extensión. Son agrupaciones de matas de gramíneas de hojas duras, en algunos casos punzantes, conocidas con los nombres vulgares de ichull o paja en todo el territorio alto andino (**Tovar ,1973**) mencionado por (**Florez, 1992**). Este tipo de vegetación es denominada por gramíneas altas de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*, siendo las especies más frecuentes la *F. dolichophylla*, *F. ortophylla*, *S. ichu*, *S. plumosa*, *C. intermedia*, *C. antoniana* y *C. rígida*. (**Palomino, D. ,2010**).
- **CÉSPED DE PUNA**, caracterizado por la presencia de plantas de porte almohadillado y arrositado y en su mayor parte con pajas de porte bajo (gramíneas). Su fisonomía está definida principalmente por variaciones en la proporción especies de los géneros *Aciachne*, *Azorella*, *Liabum*, *Nototriche*, *Opuntia*, *Petezzia*, *Picnophyllun* y *Werneria*. (**Palomino, D., 2010**).
- **BOFEDALES**, se hallan constituidos por especies vegetales propias de ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal y constituyen fuentes de forrajes durante los periodos de sequía. En la composición florística dominan especies de porte almohadillado, como la *Distichia muscoides*, *Plantagalo rígida*, *Oxicloe sp.* Y especies como *C. ovata*, *C. eminens* y *C. rigesens*. Junto a estas especies se encuentran otras de importancia secundaria, como *Hipochoeris taxacoides*, *Weneria pigmaea*, *Alchemilla*, *Doliplophylla* y *cotula mexicana*. (**Palomino, D., 2010**).
- **CANLLARES**, esta comunidad está constituida por especies de tipos semi arbustivo de bajo valor forrajero, conformado casi enteramente por las rosáceas espinoza,

Margiricarpus pinnatus y *M. strictus*.. (Palomino, D., 2010).

- **TOLARES Y JUNCALES**, son comunidades vegetales que se desarrollan al borde de los lagos y se hallan dominados mayormente por *Scirpus californicus* y *Snexicanus*. (Palomino, D. , 2010).



2.2. Antecedentes de investigación

En la actualidad existen pocos trabajos de investigación acerca de la Digestibilidad *in vitro* de los licores ruminales de Ovinos Criollos en Perú con los mismos alimentos, más los siguientes trabajos de investigación describen la Técnica Digestibilidad *In Vitro* en Ovinos.

ARTICULO PUBLICADO EN LA REVISTA Rev. Inv. Vet Perú - COMPARACION DE LAS TÉCNICAS *in situ*, *in vitro* Y ENZIMÁTICA (CELULASA) PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN OVINOS (Giovanna Torres G. y otros, 2009).

Los investigadores compararon los resultados de las técnicas *in vitro*, *in situ* y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes de diferente calidad nutritiva en ovinos. Colectaron muestras de forraje de tres calidades: alta (rye grass de 2-4 semanas), media (rye grass de 8 semanas y heno de alfalfa) y baja (paja de avena). Emplearon tres ovinos con fístula ruminal y alimentados con maíz forrajero y heno de alfalfa. La DISMS fue superior ($p < 0.05$) para los cuatro forrajes en estudio en relación a la DIVMS y la DCMS: 91.8 vs 73.9 y 76.5% para el forraje de alta calidad; 74.2 vs 71.6 y 70.9 para el rye grass de 8 semanas; 77.8 vs 68.9 y 68.0 para el heno de alfalfa y 34.7 vs 29.5 y 31.7 para la paja de avena. **(Giovanna Torres G. y otros, 2009).**

No observaron diferencias estadísticas entre la DIVMS y DCMS en los forrajes de mediana calidad. Los valores de DIVMS y DCMS sobreestimaron la cantidad de materia seca degradable en forrajes de alta calidad y subestimaron la cantidad de materia seca degradable en forrajes de mediana y baja calidad en relación a la DISMS en ovinos. Concluyeron que existen diferencias entre las técnicas *in situ*, *in vitro* y celulasa para estimar la digestibilidad de la materia seca del forraje en ovinos y estas diferencias dependen de la calidad del forraje. **(Giovanna Torres G. y otros, 2009).**

ARTICULO PUBLICADO EN LA REVISTA ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY 198 (2014) 49–56 - EL USO DE LA TÉCNICA DE CELULASA Y BOLSA DE FILTRO PARA PREDECIR LA DIGESTIBILIDAD DE LOS FORRAJES. (Z.M. Kowalskia, y otros, 2014).

Se realizó un estudio para determinar la confiabilidad del nuevo método in vitro de digestibilidad de la materia seca in vitro (IVDMD) para predecir la digestibilidad in vivo de la materia orgánica (OMD) de los forrajes. El estudio se llevó a cabo en dos series de alimentos de determinada OMD determinada. En ovejas: conjunto A (n = 35), que consiste en hierbas de cereales de cultivo entero (maíz y cebada) y conjunto B (n = 80), que consiste principalmente en ensilajes de hierba y trébol. La IVDMD se determinó mediante el método CEL48-ND en el que se insertaron 500 mg de muestra de alimento seco y molido en una bolsa de filtro (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EE. UU.). (Z.M. Kowalskia, y otros, 2014).

Y luego las bolsas se incubaron durante 48 ha 39 ° C en la solución de celulasa (celulase Onozuka R10), en los frascos de Daisy II Incubator (ANKOM Technology Corporation). Los datos de todos los conjuntos se usaron para encontrar las mejores ecuaciones de regresión simple y múltiple para predecir la OMD. Se puede concluir que el método in vitro presentado en este estudio es una alternativa simple para los métodos existentes en los que se usa fluido de rumen amortiguado. El uso de una enzima estándar disponible comercialmente en todo el mundo puede disminuir la variación entre laboratorios. Además, el uso de bolsas de filtro y Daisy Incubator disminuye los costos de mano de obra y el uso de, animales. (Z.M. Kowalskia, y otros, 2014).



ARTICULO PUBLICADO EN LA REVISTA CIHEAM- THE IN VITRO DIGESTIBILITY OF PASTURES FROM SEMI-ARID SPANISH LANDS AND ITS USE AS A PREDICTOR OF DEGRADABILITY. (Molina E., y otros., 1997).

Se utilizaron muestras de pasturas seleccionadas por cabras y ovejas durante cuatro períodos del año (período I, otoño tardío; períodos II, III y IV, consecutivamente desde principios de primavera hasta fines de verano) en una tierra semiárida para determinar IVDMD, IVOMD e IVNDFD siguiendo a Tilley y Terry (1963) método. Se utilizaron cabras u ovejas alimentadas en interiores con heno de alfalfa de buena calidad a nivel de mantenimiento como donantes de inóculos (GRL y SRL, respectivamente) y tres estándares internos que habían sido evaluados in vivo se utilizaron en cada serie de análisis. El efecto de la fuente del inóculo en la digestibilidad in vitro se analizó siguiendo un 2 (origen del licor ruminal) X 2 (pasto seleccionado por cabras u ovejas) diseño factorial utilizando el Programa Estadístico y la prueba LSD (STSC, 1991). **(Molina E., y otros., 1997).**

Como el factor 'especie animal' como donante de licor de rumen no tuvo un efecto significativo efecto, se obtuvieron valores promedio y los efectos de la naturaleza del pasto (pasto seleccionado por cabras u ovejas) y del estado fenológico del pasto (período del año) fueron analizados siguiendo un diseño factorial 2X 4. La degradabilidad ruminal de la materia seca (DMD) se determinó como $DMD = a + b(1 - e^{-k})$ utilizando la técnica de bolsa de nylon descrita por García et al. (1995) La degradabilidad efectiva (EDMD) fue calculado como $E DMD = a + (bc / (c + k))$. El valor k se determinó usando cromomordantedf ibre según lo descrito por García et al. (1995) Se establecieron ecuaciones de regresión lineal y múltiple. Entre degradabilidad potencial (PDMD, $a + b$) o EDMD y IVDMD o IVNDFD. **(Molina E., y otros., 1997).**

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo.

A). Localización espacial.

El trabajo de campo se realizó en el fundo La Banda - Huasacache, Distrito de Hunter, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

Cuadro N°3: Ubicación del Proyecto

Localidades	Latitud Sur	Longitud Este
C. Arequipa	16° 23'	71° 31'
Fundo La Banda	16° 27'	71° 33'

Las muestras obtenidas fueron analizadas en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación Animal de la Universidad Católica de Santa María, localizado en el fundo La Banda - Huasacache, Distrito de Hunter, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

B). Localización temporal.

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de enero febrero y marzo del 2019.

3.1.2. Material biológico.

- Líquido Ruminal de Ovinos Criollos criados en la Costa y en las Zonas alto andinas.
- Muestras de recursos forrajeros Alfalfa fresca proveniente de Arequipa, Heno de Alfalfa proveniente de Arequipa y Pasto Natural proveniente de Puno - Cabanillas.

3.1.3. Material de laboratorio.

- Frascos de Digestibilidad In Vitro.
- Pipetas de 1 ml y 10 ml.

- Agua destilada.
- Beakers de 100 ml, 400 ml, 1000 ml y 2000ml.
- Barrillas de vidrio.
- Probetas de 1000ml y 500ml
- Mandil.
- Barbijo.
- Balanza electrónica
- pH metro digital
- Tanque de CO₂
- Incubadora Daisy Ankom II
- Lauril sulfato de sodio (SDS).
- EDTA-sodio dihidratado.
- Tetraborato de sodio decahidratado.
- Fosfato dibásico de sodio anhidro.
- Trietilenglicol o etilenglicol.
- α -amilasa.
- Sulfito de sodio.
- Acetona.
- Fosfato de potasio monobásico
- Sulfato de magnesio
- Cloruro de sodio
- Cloruro de calcio
- Urea
- Carbonato de sodio
- Sulfuro de sodio

3.1.4. Material de campo.

- Embudo
- Cooler

- Termómetro
- Guantes de látex.
- Bolsas Zip lock esteriles.
- Termo

3.1.5. Equipos y materiales.

- Estufa de aire forzado a 55 °C.
- X bolsitas de degradabilidad F-57
- Horno de Esterilización
- Balanza electrónica, sensibilidad 0.01 gr.
- Equipo Incubadora Daisy Ankom II ®.
- Equipo destilador de agua.
- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- 01 Equipo sellador de bolsas de dacrón.

3.1.6. Materiales digitales.

- 01 equipo Laptop.
- Cámara digital.
- Memoria USB.

3.1.7. Otros materiales.

- Computadora con software Word, Excel y SAS V8.0.
- Fichas para el registro de los animales muestreados.
- Cronograma de muestro.
- Bolsas de papel 20 x 30 cm.

3.2. Métodos.

3.2.1. Muestreo.

A). Universo.

Recolectamos muestras de licor ruminal que obtendremos a partir de ovinos criollos provenientes de zonas altos andinos y costeros sacrificados en el Camal Metropolitano de Arequipa, en las cuales probaremos nuestras muestras de alfalfa fresca, heno de alfalfa y pasto natural.

B). Tamaño de la muestra.

Se obtuvo muestras de licor ruminal de 3 ovinos criollos provenientes de zonas alto andinas y 3 provenientes de zonas costeras beneficiados en el camal Metropolitano, se recolectaron aproximadamente 1 litro por cada animal.

C). Procedimientos de muestreo.

El procedimiento de toma de muestras fue completamente aleatorio, dentro de los animales beneficiados según procedencia (Ovinos de zona altoandina o costera) en el camal metropolitano de Rio Seco.

3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio.

La unidad de estudio, está formada por los alimentos considerados como los más comunes usados en las diferentes localidades.

Cuadro N°4: Alimentos que serán utilizados en el experimento

Nombre común	Nombre científico	Estado de presentación.
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Fresca en 10% de floración.
Heno de Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	
Pasto Natural		Estado óptimo de corte

3.2.3. Métodos de evaluación.

A). Metodología para la elección de las unidades de experimentación y conservación de la muestra

- Se utilizó muestras de licor ruminal obtenidas de ovinos beneficiados en Camal Metropolitano procedentes de zonas alto andinas y costeras. Las muestras de alimentos a procesar fueron los forrajes comúnmente usados para la crianza de ovinos criollos en las zonas de la costa y en las zonas alto andinas.
- Una vez recolectado el licor ruminal en bolsas Zip Lock, cerradas sin presencia de oxígeno y guardadas a 39°C, para que los microorganismos puedan sobrevivir durante aproximadamente 1 hora hasta llegar a el laboratorio.

B). Preparación del Sistema de Incubación Daisy Ankom II

- Previo a la incubación se encendió el sistema ANKOM DAISY II para mantener la temperatura requerida de $39.5\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0,5$. Esta temperatura y condiciones simulan el estado del rumen, el proceso de mezcla del líquido ruminal y solución buffer, se mantuvo en presencia de CO_2 para evitar pérdida de los microorganismos anaeróbicos. **Aguirre C. et al. ,(2017).**

C). Metodología para la preparación de la solución buffer

- El principio de este método es establecer condiciones de incubación semejantes a las condiciones *in vivo*. Se lleva a cabo en 4 jarras de digestión con capacidad de 2 litros, a las cuales se le adiciona dos soluciones (A y B), compuestas por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores, en cada jarra de digestión fueron colocados dos litros de soluciones con las siguientes proporciones: 1.330 L de solución A y 266 ml de solución B, esto para ajustar un pH de 6.5 – 7.0; la composición de las soluciones es la siguiente (**Daisy II - Incubator Ankom Technology**).

Cuadro N°5: Preparación de Solución Buffer

Solución	Reactivo	Cantidad g/3000mL
Solución A	KH ₂ PO ₄ Fosfato de potasio monobásico	30
	MgSO ₄ 7H ₂ O Sulfato de magnesio	1.5
	NaCl Cloruro de sodio	1.5
	CaCl ₂ 2H ₂ O Cloruro de calcio	0.3
	CH ₄ N ₂ O Urea	1.5
Solución	Reactivo	Cantidad g/550mL
Solución B	Na ₂ CO ₃ Carbonato de sodio	8.25
	Na ₂ S•9H ₂ O Sulfuro de sodio	0.55

D). Procesamiento de la muestra de líquido ruminal

- Una vez realizadas las soluciones, se colocaron en baño maria hasta que alcanzaron una temperatura de $39.2 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Previa extracción del líquido ruminal, se precalentaron dos termos de 1L con agua a 39°C , el líquido ruminal se recolecto de ovinos beneficiados provenientes de la costa y de zonas alto andinas respectivamente, de raza criolla.
- La recolección del líquido ruminal se realizó en las primeras horas de la mañana y se llevaron al laboratorio. Una vez en el laboratorio, la colecta ruminal se filtró a través de 4 capas de gasa y se recolectaron en un termo para conservarla temperatura, también una parte del alimento recolectado del rumen del ovino, según la técnica (Ankom 2014) se licuo junto con el líquido ruminal ya exprimido mientras se insuflaba con CO_2 para después volver a ser filtrado y guardado en el termo.
- Antes de unir el líquido ruminal con las soluciones A y B se miden 400 ml de líquido ruminal que se agregaran a cada una de las jarras de digestión ,una vez unida la soluciones con el líquido ruminal, se insuflara con CO_2 por 30 segundos cada una de las jarras de digestión.

E). Procesamiento para el análisis de digestibilidad *in vitro* de las muestras.

- Para la prueba de digestibilidad *in vitro* se depositaron 0.5 g de las muestras de alimentos molidas a 2 mm en un molino ciclónico (Foss Cyclotec) en el interior de bolsas ANKOM F-57, de acuerdo a la metodología planteada por **ANKOM Technology,(2014)**.
- Previa utilización de las bolsas de incubación ANKOM F-57, estas se colocaron en acetona por 3 a 5 minutos, y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se pesó cada bolsa de filtro F57 y se registró el peso (W1). Se puso a cero la balanza y se pesó 0.5 g de muestra (W2) directamente en la bolsa de filtro, la bolsa fue sellada térmicamente. Así con todas las muestras, 3 repeticiones por muestras segundos diferentes tiempos de incubación y los diferentes líquidos ruminales. **ANKOM Technology, (2014)**.
- Se incubo el material a las 30 y 48 horas, por cada tratamiento se prepararán 03 muestras. Finalmente se retiraron las muestras para ser lavadas con agua corriente, y secadas en una estufa de circulación de aire forzado a 65°C por

24 horas, para posteriormente realizar los cálculos respectivos de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y del FDN. **ANKOM Technology, (2014).**

F). Análisis de FDN (Fibra Detergente Neutra).

- Para el análisis de FDN se utilizó la metodología descrita por Van Soest, citado por **Ankom, (2005)** Se utilizó para este análisis un aparato de digestión quien menciona que el residuo fibroso (FDN, fundamentalmente celulosa, hemicelulosa y lignina) se obtiene luego de disolver con detergente neutro los compuestos presentes en el contenido celular junto con sustancias de la pared celular de fácil digestión. Se utilizó la Solución C (FDN) para este proceso.
- Después de terminar el proceso en el equipo Ankom 200, las muestras fueron remojadas durante 5 minutos en acetona, transcurrido este tiempo se sacaron las muestras. **Ankom, (2005)**
- Una vez que se evaporo completamente la acetona de las muestras, se colocaron en la estufa de aire forzado a $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 4 horas. **Ankom, (2005)**

Cuadro N°6: Preparación de solución para realizar el FDN

Solución	Reactivo	Cantidad g/2000mL
Solución C Fibra Detergente Neutra	$C_{10}H_{14}N_2Na_2$ Sal di sódica etileno di amino tetra acetato di hidrogenado	18.6
	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ Tetraborato de Sodio decahidratado	6.8
	Na_2HPO_4 Fosfato de sodio di básico anhidro	4.6
	$C_6H_{14}O_4$ Trietilenglicol	20
	Dodecil Luril Sulfato de Sodio	60
	α -amilasa	4

G). Cálculo de la Digestibilidad In Vitro

- La fórmula empleada para estimar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), y de la FND, se realizó de acuerdo a las especificaciones de Daisy II - Incubator Ankom Technology:

$$\text{DIVMS} = 100 - (((W3 - (W1 \times C1) / (W2 * DM)) \times 100))$$

Dónde:

W1=Peso de la bolsa

W2=peso de la muestra

W3 (peso de la muestra seca) = incubación y FDN

DM=Materia Seca

C1 = Peso de la bolsa corregida (peso del blanco final/peso del blanco inicial)

- La fórmula empleada para estimar la Fibra Detergente Neutra estuvo determinada por las siguientes ecuaciones:

$$\text{FDN30} = (\text{PMS} - \text{PB} / \text{PMS}) * 100$$

Donde:

FDN30=Fibra Detergente Neutra a las 30 horas.

PMS =Peso de la Muestra Seca

PB =Peso del Blanco

$$\text{FDNd} = \text{FDNo} - \text{FDN30}$$

Donde:

FDNd= Fibra Detergente Neutra Digerida

FDNo=Fibra Detergente Neutra Original, antes de ser digerida.

FDN30=Fibra Detergente Neutra a las 30 horas.

$$\text{DIVFDN30} = (\text{FDNd} / \text{FDNo}) * 100$$

Donde:

DIVFDN30=Digestibilidad *in vitro* del FDN a las 30 horas.

FDNd= Fibra Detergente Neutra Digerida

FDNo=Fibra Detergente Neutra Original, antes de ser digerida.

H). Recopilación de la información.

- En el campo.
 - Entrevista a los ganaderos, solicitando información de los forrajes que emplean en sus raciones.
- En el laboratorio.
 - Mediante el análisis químico e *in vitro* de las muestras.
- En la biblioteca.
 - Libros relacionados los temas y revistas científicas especializadas.
- En otros ambientes generadores de la información científica.
 - Internet páginas Web relacionadas al tema.
 - Eventos científicos relacionados nacionales e internacionales.

3.2.4. Variables de respuesta.

A). Variables independientes.

Recursos alimenticios: Alfalfa fresca, Heno de Alfalfa y Pasto Natural.

Licor ruminal: Ovinos Alto andinos y Costeños

Tiempos de incubación: 30 y 48 horas

B). Variables dependientes.

Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS)

Porcentaje de digestibilidad de la Fibra detergente neutra (DIVFDN)

Cuadro N°7: Operacionalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE	Porcentaje de Digestibilidad In Vitro de Materia Seca	TECNICA DAISY ANKOM II	INCUBADOR DAISY ANKOM II
	Porcentaje de Digestibilidad In Vitro de FDN		
VARIABLE INDEPENDIENTE	Recursos Alimenticios: Alfalfa fresca Heno de Alfalfa Pasto Natural		Molino Ciclónico (Foss Cyclotec)
	Licor Ruminal: Ovino Criollo de Zona Alto andina y Costera		
	Tiempos de Incubación: 30 y 48 horas		

3.2.5. Análisis Estadístico

A) Diseño experimental.

Se utilizó un arreglo factorial de 2x3x2, dentro de un diseño completamente al azar, a saber, 2 tipos de licor ruminal (Ovino Alto andino y Costero) por 3 alimentos (Alfalfa verde, Heno y Pastura Natural) y por 2 tiempos de incubación (30 y 48 Horas). El modelo lineal es el siguiente:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \rho_{ijkl}$$

$i = 1, 2, \dots$, tipos de licor ruminal;

$j = 1, 2, 3, \dots$, alimentos;

$k = 1, 2, \dots$, tiempos de incubación;

$l = 1, 2, 3, 4, \dots$ repeticiones

B) Diseño de tratamientos

Cuadro N°8: Diseño de Tratamientos

Tipo Forraje	Tipo de ovino			
	Ovino alto andino		Ovino Costero	
	Tiempo de incubación (horas)			
	30	48	30	48
Alfalfa verde	3	3	3	3
Heno de alfalfa	3	3	3	3
Pastura natural	3	3	3	3

C). Unidades experimentales.

Las unidades experimentales son las muestras de alimentos a ser evaluados en licor ruminal de los ovinos de raza criolla provenientes de zonas alto andinas y costeras.

D). Nivel de Significancia

Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha=0.05$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 09: Digestibilidad *in vitro* entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 horas de incubación

El Cuadro N°. 9 nos muestra un resumen de los promedios de digestibilidad de Materia Seca y Fibra Detergente Neutra de las muestras que fueron procesadas para este trabajo de investigación, incubadas 30 horas, diferenciando los dos tipos de licores ruminales, los de ovinos provenientes de zonas alto andinas como también los provenientes de zonas costeras.

El Cuadro N°9 nos muestra que el promedio de digestibilidad de la materia seca en los ovinos criados en zonas alto andinas fue de %60.59 para el heno de alfalfa, el promedio de digestibilidad de la alfalfa fresca fue de %62.20, mientras que el promedio de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue de %45.66.

En cuanto a los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje promedio de %59.58 para el heno de alfalfa, el promedio de digestibilidad de materia seca de la alfalfa fresca fue de %66.49, mientras que el promedio de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue de %40.91.

Así como también se muestran los promedios de digestibilidad del FDN que en el caso de los ovinos de zonas alto andinas presentaron un porcentaje promedio de FDN de %27.97 para el heno de alfalfa, %23.11 promedio de FDN para alfalfa fresca, mientras que el promedio de la fibra neutra detergente en los ovinos que consumió pasto natural fue de %63,48. En cuanto a los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje promedio de FDN de %24.48 para el heno de alfalfa, 11.54 %FDN para la alfalfa fresca, mientras que el promedio de la fibra neutra detergente en los ovinos que consumieron pasto natural fue de %62.01.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la digestibilidad *in vitro* entre ovinos criollos criados en zonas alto andinas y ovinos criollos criados en zonas costeras.

Se consideró que la elección de la técnica *in vitro* es la más adecuada debido a las siguientes características: repetitividad dentro de los laboratorios y entre ellos, confiabilidad contra la digestibilidad *in vivo*, bienestar animal, costo, simplicidad y posibilidad de usar en laboratorios de campo (Huhtanen et al., 2006).

Marten y Barnes (1980) comentó que debido a que la población microbiana ruminal se ve afectada por numerosos factores, la procedencia del inóculo ruminal se considera la mayor fuente de variación en la determinación de la digestibilidad *in vitro*, por eso consideramos que es muy importante evaluar en el caso de los ovinos los diferentes licores ruminales según la procedencia (zona alto andina y costa), ya que aunque sean la misma especie el que hayan sido criados en zonas distintas, también implica el ser alimentados de manera diferente, los de la zona alto andina con pastos naturales y los de la zona costera se crían, la mayoría, junto con el ganado bovino alimentándose como ellos principalmente de alfalfa y heno de alfalfa o pastos cultivados.

Según Weiss (1994) considero que también en este sentido, la ración ingerida por los animales empleados como donantes ha sido señalada como uno de los principales factores que afectan al número y actividad de los microorganismos ruminales y que, consecuentemente, pueden afectar a los valores de la DIV de los alimentos. Apoyando de esta manera nuestra hipótesis ya que dado que los ovinos criollos que son criados en zonas alto andinas se alimentan principalmente de pastos naturales propios de la región que poseen gran cantidad de celulosa y hemicelulosa, es probable que la digestibilidad de estos sea mayor a los ovinos criollos criados en zonas costeras.

Zona	Composición	Heno de alfalfa	Alfalfa fresca	Pasto Natural	Anova
	%DIVMS				
	Media	60,59	62,20	45,66	
	DS	1,46	4,77	1,31	28.15
Alto andina	Máximo	61,93	67,52	46,62	P=0.00
	Mínimo	59,03	58,31	44,17	
	%DIVFDN				
	Media	27,97	23,11	63,48	
	DS	0,88	3,09	0,94	390.45

	Máximo	28,98	25,90	64,52	P=0.00
	Mínimo	27,39	19,79	62,71	
	%DIVMS				
	Media	59,58	66,49	40,91	
	DS	0,74	0,22	0,93	1071.05
	Máximo	60,37	66,63	41,93	P=0.00
Costa	Mínimo	58,89	66,24	40,10	
	%DIVFDN				
	Media	24,48	11,54	62,01	1061.03
	DS	1,54	1,73	0,68	P=0.00
	Máximo	25,42	13,53	62,41	
	Mínimo	22,71	10,41	61,22	



2. DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 10: Digestibilidad *in vitro* entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 10 nos muestra un resumen de los promedios de digestibilidad de Materia Seca y Fibra Detergente Neutra de las muestras que fueron procesadas para este trabajo de investigación, incubadas a las 48 horas, diferenciando los dos tipos de licores ruminales de ovinos provenientes de zonas alto andinas como también los provenientes de zonas costeras.

El Cuadro N°10 nos muestra que el promedio de digestibilidad de la materia seca en los ovinos criados en zonas alto andinas fue de %63.22 para el heno de alfalfa, el promedio de digestibilidad de la alfalfa fresca fue de %68.25, mientras que el promedio de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue de %45.16.

En cuanto a los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje promedio de %58.77 para el heno de alfalfa, el promedio de digestibilidad de la alfalfa fresca fue de %69.63, mientras que el promedio de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue de %44.85.

Así como también se muestran los promedios de digestibilidad del FDN que en el caso de los ovinos de zonas alto andinas presentaron un porcentaje promedio de FDN de %17.26 para el heno de alfalfa, %6.04 promedio de FDN para alfalfa fresca, mientras que el promedio de la fibra neutra detergente en los ovinos que consumió pasto natural fue de %58.97. En cuanto a los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje promedio de FDN de %26.85 para el heno de alfalfa, %11.31 FDN para la alfalfa fresca, mientras que el promedio de la fibra neutra detergente en los ovinos que consumieron pasto natural fue de %59.01.

Se encontró diferencias significativas entre licores ruminales, apoyando la hipótesis planteada, en la que los ovinos criados en zonas alto andinas tiene mayor porcentaje de digestibilidad de materia seca en los alimentos más fibrosos, como son heno de alfalfa y pasto natural; más en el caso de la alfalfa fresca no se cumpliría esta regla, debido a que

los ovinos de zona costera tendrían mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro* de materia seca.

En la digestibilidad *in vitro* del FDN tenemos que la única diferencia entre determinaciones de digestibilidad del FDN a 30 o 48 horas es la longitud de/* tiempo (30 vs 48 horas) que la muestra es incubada. Puesto que las determinaciones *in vitro* del FDN a 30 horas son incubadas 18 horas menos, los valores de digestibilidad *in vitro* del FDN a 30 horas son lógicamente más bajos que los valores de digestibilidad *in vitro* del FDN a 48 horas. A lo largo de todos los forrajes, digestibilidades *in vitro* del FDN a 30 y 48 horas están estrechamente relacionadas (Hoffman P., et al, 2007). En este trabajo de investigación, no se siguió con esta lógica, ya que la mayoría de nuestros estudios tuvieron porcentajes más altos a las 30 horas de incubación que a las 48 horas, con excepción del estudio de digestibilidad *in vitro* del FDN del heno de alfalfa con liquido ruminal proveniente de ovinos de la costa donde a las 30 horas de incubación tuvo un porcentaje menor (%24.48) a las 48 horas de incubación (%26.85).

Hoffman P., et al (2007) afirman que, para ensilajes de pastos y heno, las diferencias entre digestibilidades *in vitro* del FDN a 30 y 48 horas son aproximadamente 9.0 a 12.0 unidades porcentuales (% de FDN). Las diferencias entre digestibilidad del FDN a 30 y 48 horas de ensilaje de leguminosa y henos son mucho más bajas, de 2.0 a 5.0 unidades porcentuales. También nos indica que se podrían usar algunos coeficientes de corrección, estos son solo una guía para ayudar a los usuarios a tener una referencia sobre sus valores de digestibilidad del FDN con relación a los valores en la literatura o al tiempo de incubación que se prefiera (30 hr 48 hr) no son estrictamente necesarios, ya que es independiente de cada laboratorio. En nuestro caso, obtuvimos porcentajes más altos a los citados por Hoffman P., et al (2007), en nuestras muestras de heno de alfalfa y pasto natural.

Zona	Composición	Heno de alfalfa	Alfalfa fresca	Pasto paja	Anova
Alto andina	%DIVMS				
	Media	63,22	68,25	45,16	91.81 P=0.00
	DS	0,90	3,41	1,06	
	Máximo	64,19	71,92	46,36	
	Mínimo	62,42	65,18	44,34	
	%DIVFDN				
	Media	17,26	6,04	58,97	348.78
	DS	0,97	4,32	0,67	P=0.00
	Máximo	17,90	9,57	59,57	
	Mínimo	16,15	1,22	58,24	
Costa	%DIVMS				
	Media	58,77	69,63	44,85	533.71 P=0.00
	DS	0,45	0,23	1,53	
	Máximo	59,26	69,90	46,30	
	Mínimo	58,38	69,48	43,25	
	%DIVFDN				
	Media	26,85	11,31	59,10	748.48
	DS	1,47	1,89	1,19	P=0.00
	Máximo	28,55	12,53	60,29	
	Mínimo	25,95	9,14	57,91	

3. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA DEL HENO DE ALFALFA ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 11: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del heno de alfalfa entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 11 se observa que el porcentaje de digestibilidad promedio de la materia seca del heno de alfalfa en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %60.59 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %59.98.

A las 48 horas la digestibilidad de la materia seca del heno de alfalfa fue del %63.22 para los ovinos criados en zonas alto andina , mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %58.77.

Asimismo, según la prueba de t de student ($t=7.69$) muestra que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 48 horas presentó diferencia estadística significativa ($P<0.05$).

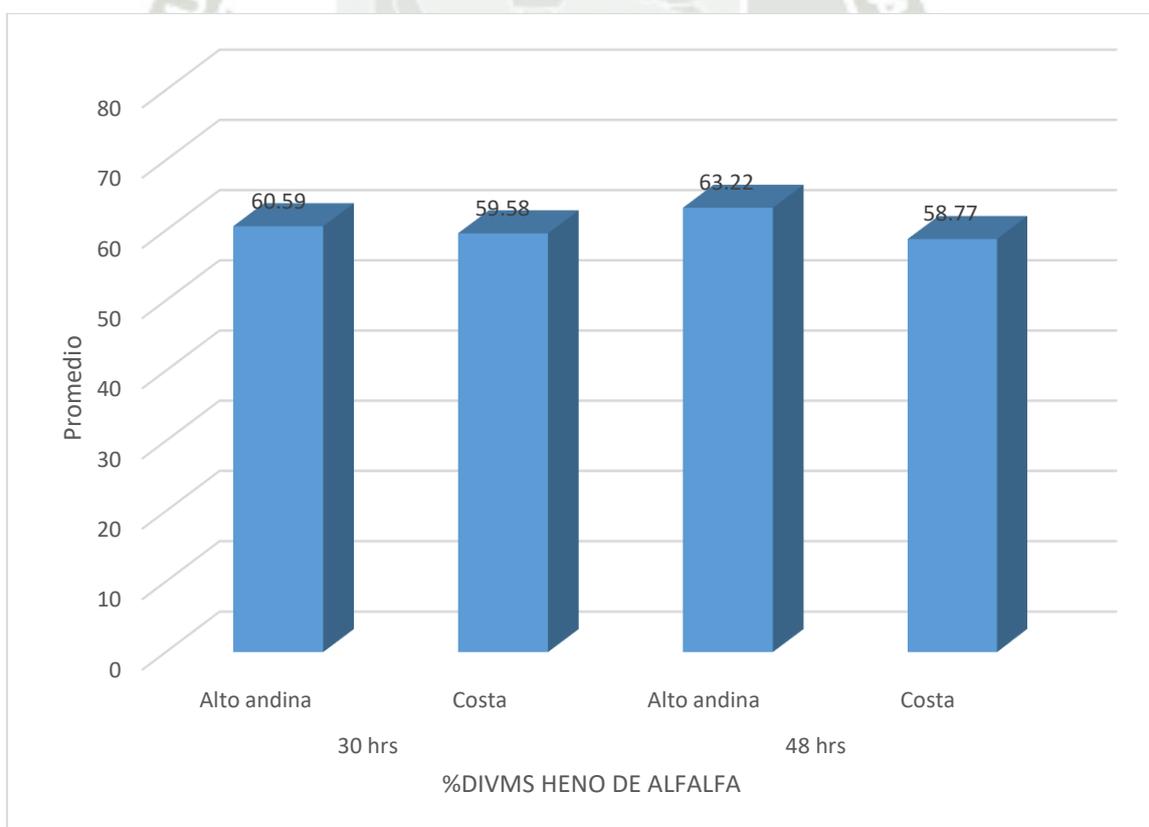
Según Guaita, et al, (2009) quien realizo una comparación de la digestibilidad *in vitro* entre diferentes laboratorios en Argentina, indico que el rango de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del heno de alfalfa a las 48 horas tuvo un rango de 67.9% a 71.1% como resultados con liquido ruminal de bovinos.

Nuestros resultados indican que el promedio de digestibilidad de la materia seca en los ovinos criados en zonas alto andinas a las 48 horas de incubación fue de 63.22% y los ovinos criados en zonas costeras 58.77% para el heno de alfalfa. Existió una suposición en la que los bovinos y ovinos no difieren desde un punto de vista nutricional, esta se ha basado en trabajos desarrollados con animales alimentados con dietas altas en forrajes (Colucci et al., 1990). Más en la actualidad se ha demostrado que el ganado vacuno digiere la MS del forraje más eficientemente que el ganado ovino (Kellems y Church, 2001). Se ha relacionado la mayor eficiencia digestiva del ganado bovino en estas condiciones con un mayor tiempo de retención del alimento en el rumen comparado con el ovino. Por lo tanto, el que nuestros resultados estén por debajo del rango establecido

por Guaita, et al, 2009, no sería significativo dada la probada diferencia que existe entre estas dos especies.

%MS Heno	30 hrs		48 hrs	
	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Media	60,59	59,58	63,22	58,77
DS	1,46	0,74	0,90	0,45
Máximo	61,93	60,37	64,19	59,26
Mínimo	59,03	58,89	62,42	58,38
	t=1.05	P=0.34	t=7.69	P=0.00

Grafico N° 1: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación



4. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA DE ALFALFA FRESCA ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS

CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 12: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de alfalfa fresca entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 12 se observa que el porcentaje de digestibilidad promedio de la materia seca de la alfalfa fresca en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %62.20 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %66.49.

A las 48 horas la digestibilidad de la materia seca de la alfalfa fresca fue del %68.25 para los ovinos criados en zonas alto andina , mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %69.63.

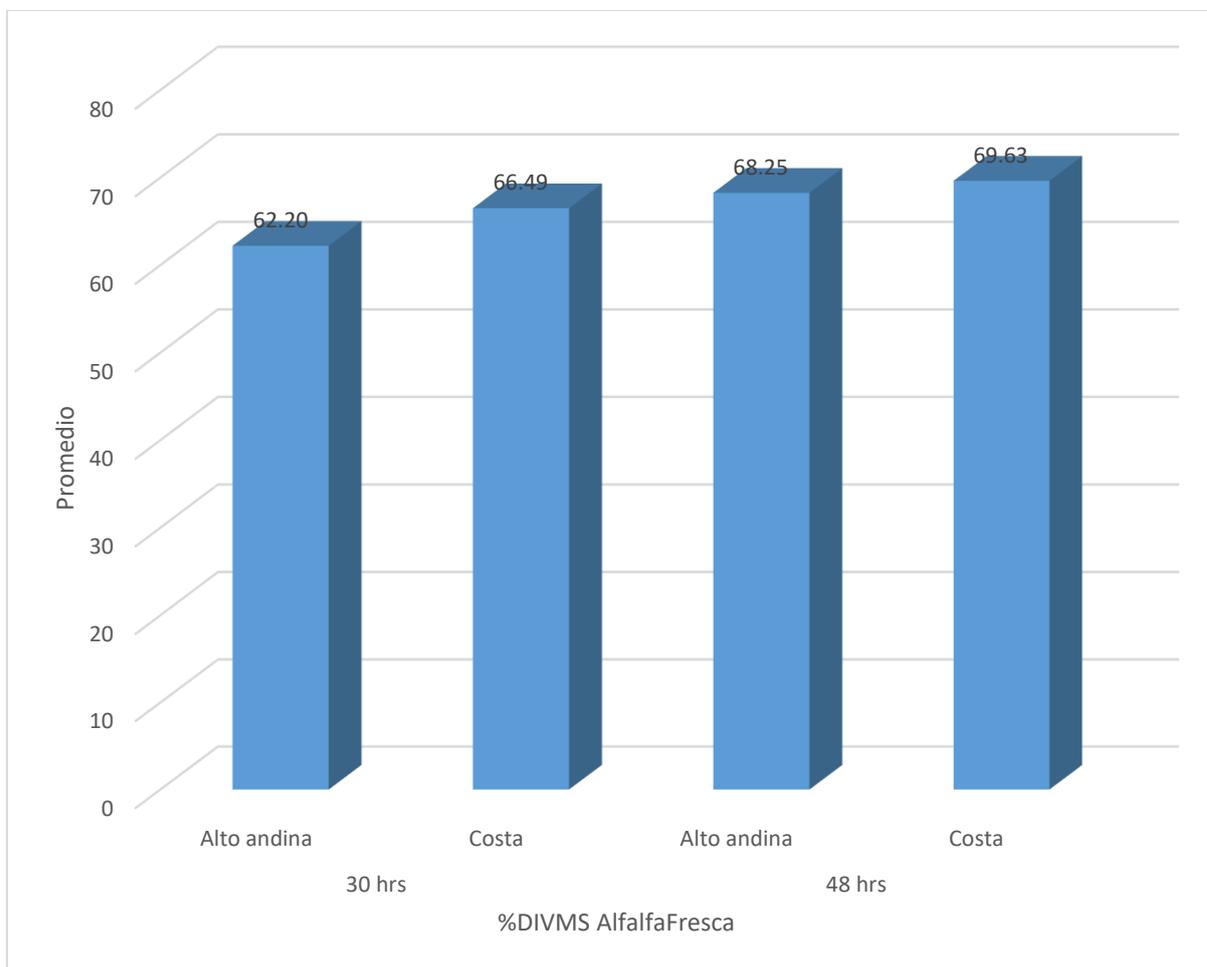
Asimismo según la prueba de *t de student* muestra que el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la alfalfa fresca entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 30 y 48 horas no presentó diferencia estadística significativa ($P>0.05$).

Según Guevara H. (2000) en un trabajo de investigación donde evaluó el valor nutritivo de la alfalfa con diferentes estados fenológicos en ovinos indico que en la digestibilidad de todos los nutrientes de la alfalfa a diferente época de corte, la materia seca tiene un comportamiento decreciente a medida que avanza la edad de la planta observándose que no existe diferencias significativas en las dos primeras edades de corte es decir en el día 35 al 42, con 65,66 y 63,42% respectivamente. Por otro lado Bernadette, J. et al (1997) quien realizo un trabajo de investigación para reportar datos de digestibilidad de 7 diferentes variedades de la alfalfa que están entre 67,73% a 69,30% al empezar la floración y que no existen diferencias significativas entre estos alfalfares. Así como también según López C. (1998) nos reporta un rango de digestibilidad desde 67,14 para el día 46 y que va en orden decreciente a medida que avanza la edad de la planta hasta 58,92% al día 76, este estudio nos indicó que estos coeficientes son más bajos pero el rango entre épocas de corte es más estrecho esto es debido a la variedad, y a la forma en cómo se suministró el material, debido a que este autor hizo las pruebas con material verde. Comparando con nuestros resultados digestibilidad de la materia seca de la alfalfa fresca en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas de incubación fue de 62.20% y a las 48 horas de incubación fue de 68.25%, lo que nos indica que esta se encontraba en una

edad temprana, aproximadamente entrando a un inicio de floración, apoyando las teorías de López C. (1998), Bernadette J., et al.(1997) y Guevara H. (2000).

%MS	30 hrs		48 hrs	
	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Media	62,20	66,49	68,25	69,63
DS	4,77	0,22	3,41	0,23
Máximo	67,52	66,63	71,92	69,90
Mínimo	58,31	66,24	65,18	69,48
	t=1.55	P=0.19	t=0.70	P=0.52

Grafico N° 2 : Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación



5. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA DE PASTO NATURAL ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 13: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de pasto natural entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 13 se observa que el porcentaje de digestibilidad promedio de la materia seca del pasto natural en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %45.66 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %40.91.

A las 48 horas la digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue del %45.16 para los ovinos criados en zonas alto andina , mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %44.85.

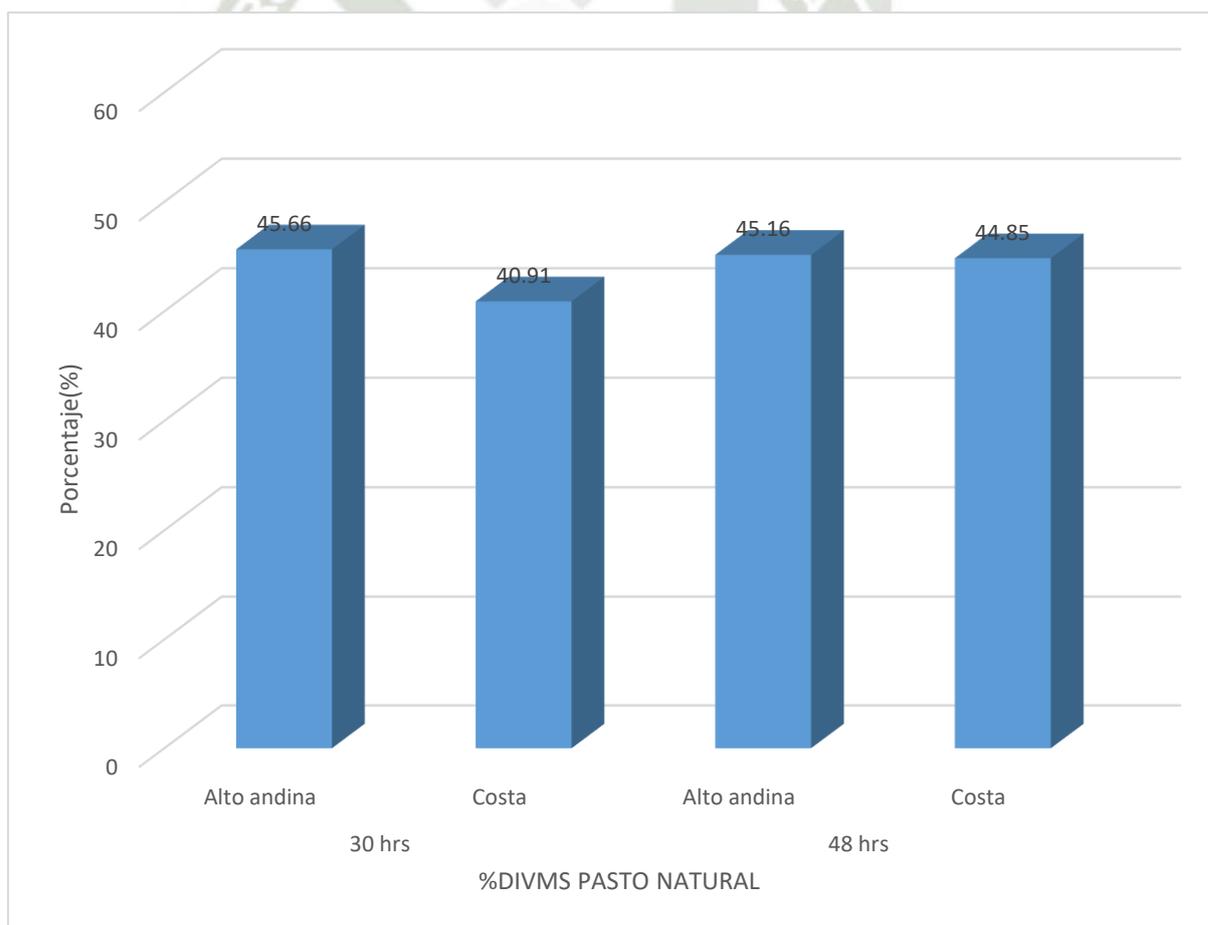
Asimismo, según la prueba de t de student ($t=5.12$) muestra que el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de pasto natural entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 30 horas de incubación presentó diferencia estadística significativa ($P<0.05$) pero no a las 48 horas.

Según Molina E. (1997) en el estudio que realizo de la digestibilidad *in vitro* de pastos naturales en sus diferentes estadios, con líquido ruminal de ovinos y cabras indica que el rango de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto natural que el utilizo se establece en un rango de %44.70 a %71.60 comparado con nuestros resultados obtenidos en la digestibilidad de la materia seca del pasto natural, la cual si presento diferencia estadística a las 30 horas de incubación con %45.66 para ovinos alto andinos y %40.91 para ovinos de la costa.

Nos encontramos dentro del rango en el caso de los ovinos alto andinos a 30 horas de incubación, sin embargo en el caso de los ovinos de la costa nos encontramos un 4% por debajo del rango establecido por Molina E. (1997) , así como también en el trabajo de investigación de Hoffman P., et al, 2007, indica que el rango de valores que encontró en la digestibilidad *in vitro* a 30 horas de incubación es de 21.7% a 61.6% ,coincidiendo sus rangos con los datos que obtuvimos en este trabajo de investigación.

%MS Pasto	30 hrs		48 hrs	
	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Media	45,66	40,91	45,16	44,85
DS	1,31	0,93	1,06	1,53
Máximo	46,62	41,93	46,36	46,30
Mínimo	44,17	40,10	44,34	43,25
	t=5.12	P=0.01	t=0.28	P=0.79

Grafico N° 3 : Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación.



6. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRA DEL HENO DE ALFALFA ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y

OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 14: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra del heno de alfalfa entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 14 se observa que el porcentaje de digestibilidad de fibra detergente neutra del heno de alfalfa en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %27.97 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %24.48.

A las 48 horas la digestibilidad de fibra detergente neutra del heno de alfalfa fue del %17.26 para los ovinos criados en zonas alto andina, mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %28.85.

Asimismo, según la prueba de t de student ($t=9.42$) muestra que el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra del heno de alfalfa entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras presentó diferencia estadística significativa ($P<0.05$) a las 30 y a las 48 horas de incubación.

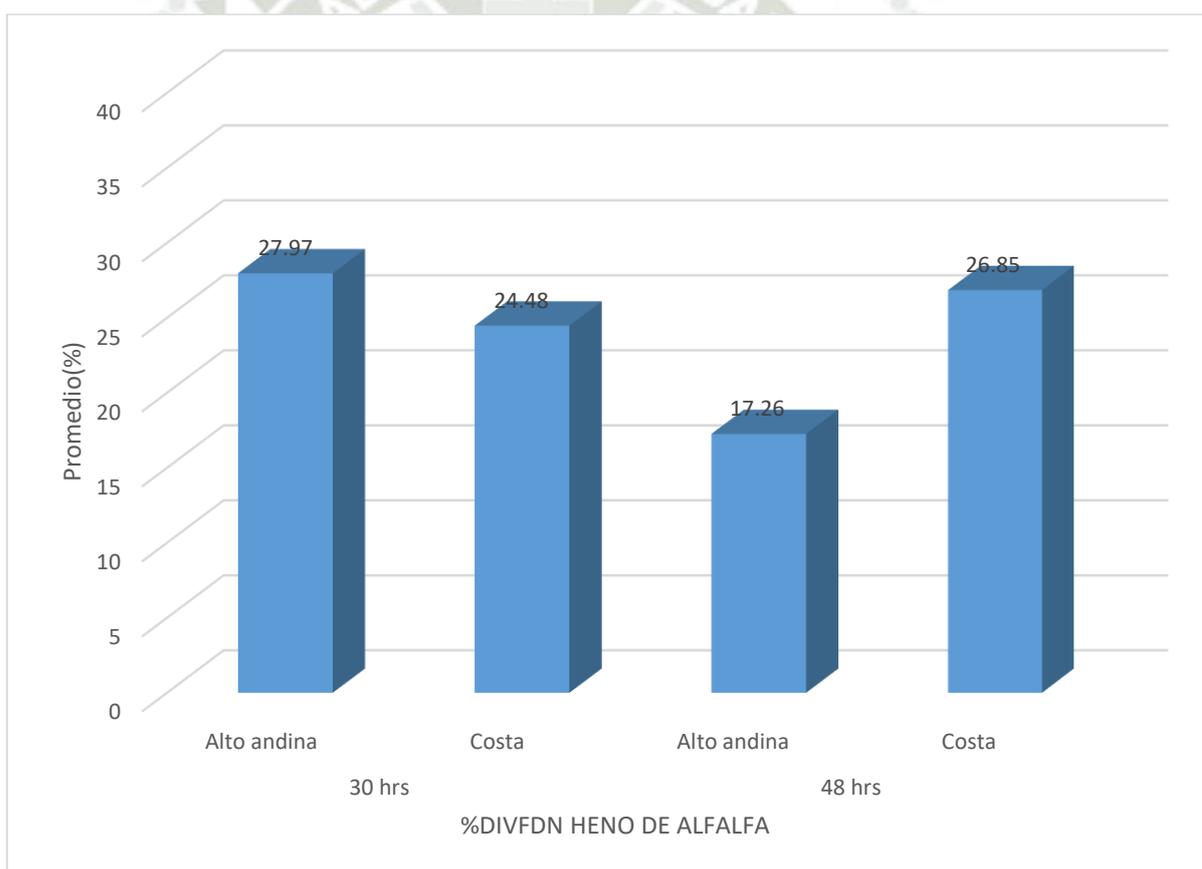
En el caso del estudio *in vitro* del FDN según los resultados de Hoffman P. (2007) en un estudio para diferenciar la digestibilidad *in vitro* del FDN a 30 y 48 Horas de incubación se obtuvo como resultados que a mayor tiempo de incubación mayor % de digestibilidad del FDN. La ventaja de incubación a las 30 horas es que puede representar mejor la cantidad de FDN digerido por el rumiante (vaca) a un nivel de consumo de mantenimiento, mientras que comparado con incubación a 48 horas, esta puede ligeramente sobre estimar o sub estimar la digestibilidad del FDN a un consumo para mantenimiento (Hoffman P., et al, 2007). En el caso del heno de alfalfa resultados de la digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra nos indican que si existe diferencia estadística significativa en el heno de alfalfa a las 30 y 48 horas entre ovinos costeros. Más en el caso de los ovinos altos andinos observamos que a las 48 horas de incubación disminuye el %FDN apoyando la teoría de Hoffman, considerando que ingreso a un estado de mantenimiento y sub estimo el valor de FDN.

30 hrs

48 hrs

%FDN	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Heno				
Media	27,97	24,48	17,26	26,85
DS	0,88	1,54	0,97	1,47
Máximo	28,98	25,42	17,90	28,55
Mínimo	27,39	22,71	16,15	25,95
	t=3.41	P=0.03	t=9.42	P=0.00

Grafico N° 4: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra del heno de alfalfa entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación



7. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRA DE LA ALFALFA FRESCA ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 15: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra de la alfalfa fresca entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 15 se observa que el porcentaje de digestibilidad de fibra detergente neutra de la alfalfa fresca en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %23.11 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %11.54.

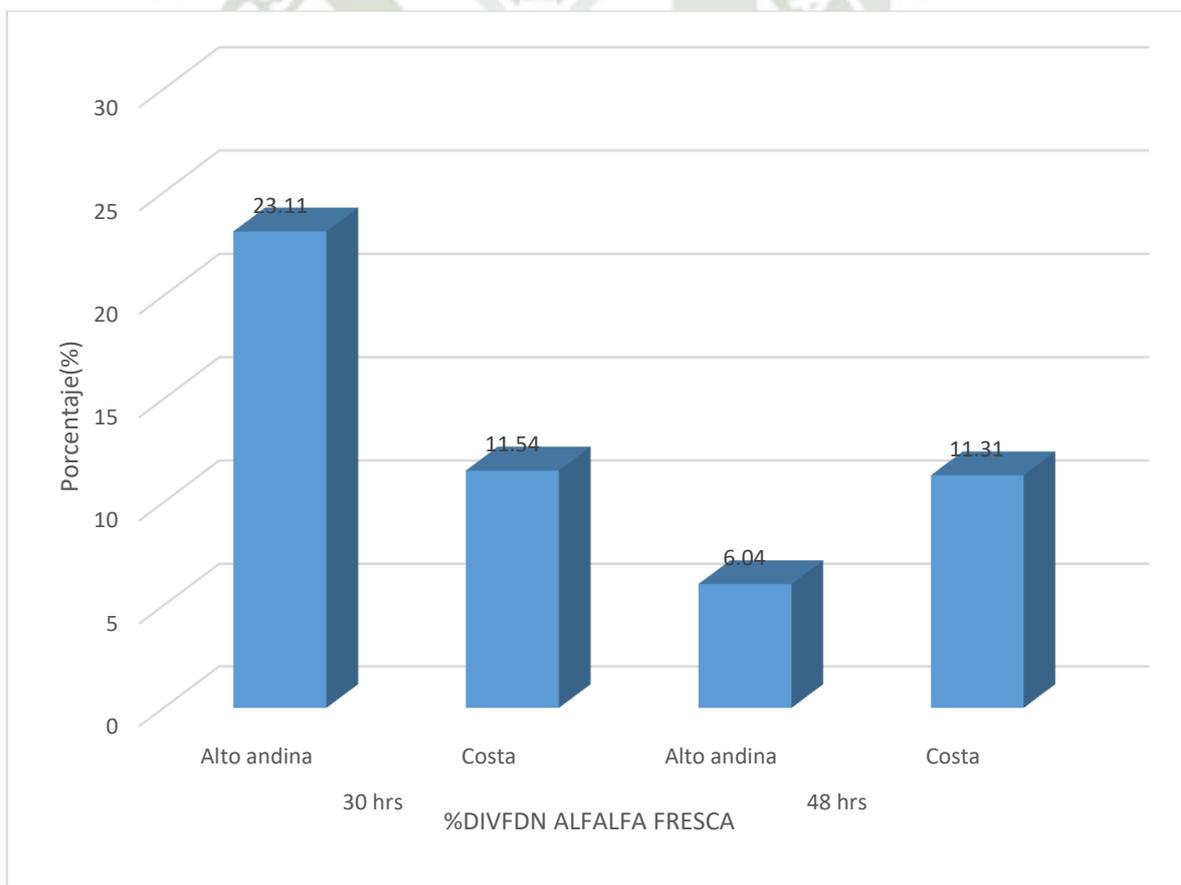
A las 48 horas la digestibilidad de fibra detergente neutra de la alfalfa fresca fue del %6.04 para los ovinos criados en zonas alto andina, mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %11.31.

Asimismo según la prueba de t de student ($t=5.66$) muestra que el porcentaje de digestibilidad de la fibra detergente neutra de la alfalfa entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 30 horas de incubación presentó diferencia estadística significativa ($P<0.05$).

En el caso de la digestibilidad *in vitro* del FDN según Hoffman P., et al, (2007) donde cita que la digestibilidad *in vitro* de FDN a las 48 horas se podrían sobre estimar o sub estimar los datos ligeramente, nuestros datos arrojaron que se sub estima demasiado el valor de la alfalfa fresca a las 48 horas (%6.04) con el licor ruminal derivado de ovinos criados en zonas alto andinas, con respecto a las 30 horas (%23.11), consideramos que debido a que la alfalfa es muy digerible y que su porcentaje de FDN es bajo, a las 48 horas ya no habría FDN que digerir , entonces por ese motivo los valores son muy bajos.

%FDN	30 hrs		48 hrs	
	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Media	23,11	11,54	6,04	11,31
DS	3,09	1,73	4,32	1,89
Máximo	25,90	13,53	9,57	12,53
Mínimo	19,79	10,41	1,22	9,14
	t=5.66	P=0.01	t=1.94	P=0.12

Grafico N° 5 : Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra de la alfalfa fresca entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación



8. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRA DEL PASTO NATURAL ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIADOS EN LAS ZONAS COSTERAS A LAS 30 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

Cuadro N° 16: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra del pasto natural entre licores ruminales de ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación

El Cuadro N°. 16 se observa que el porcentaje de digestibilidad de fibra detergente neutra del pasto natural en ovinos de zonas alto andinas a las 30 horas es del %63.48 con respecto a la digestibilidad de los ovinos criados en zonas costeras que fue del %62.01.

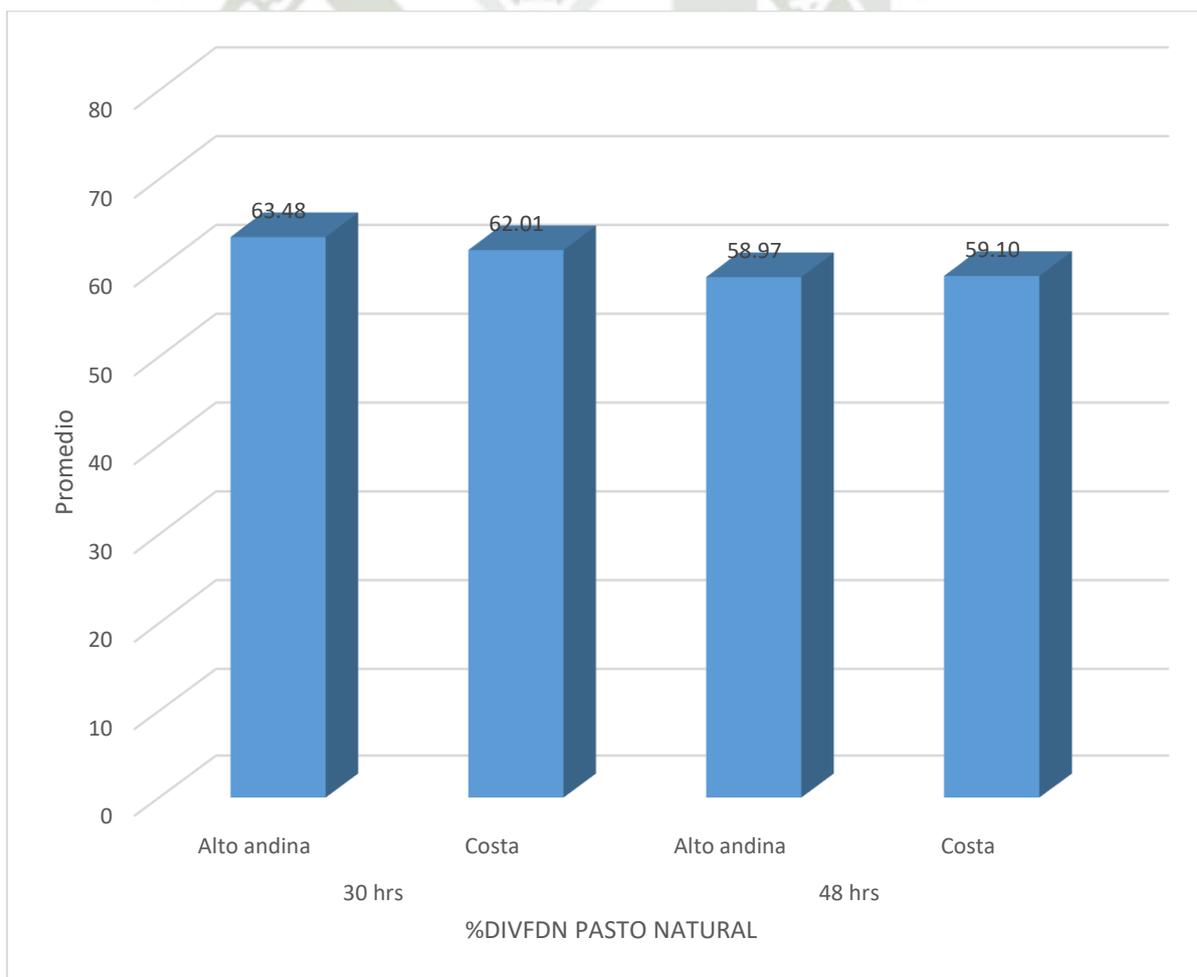
A las 48 horas la digestibilidad de fibra detergente neutra del pasto natural fue del %58.97 para los ovinos criados en zonas alto andina, mientras que el promedio en los ovinos de zonas costeras a las 48 horas fue del %59.10.

Asimismo según la prueba de t de student muestra que el porcentaje de digestibilidad de la fibra detergente neutra del pasto natural entre los ovinos de zonas alto andinas y costeras a las 30 y 48 horas de incubación no presentó diferencia estadística significativa ($P>0.05$).

No se presentó diferencia estadística significativa en la digestibilidad *in vitro* del FDN en el pasto natural a las 30 y 48 horas de incubación entre ambos ovinos. Encontramos que existe diferencia negativa entre horas de incubación en la digestibilidad de la fibra detergente neutra, es decir, que no se sigue el principio de a más tiempo de incubación mayor porcentaje de fibra digerido, ya que según Hoffman 2007 la incubación a 48 horas, puede ligeramente sobre estimar o sub estimar la digestibilidad del FDN a un consumo para mantenimiento.

%FDN	30 hrs		48 hrs	
	Alto andina	Costa	Alto andina	Costa
Media	63,48	62,01	58,97	59,10
DS	0,94	0,68	0,67	1,19
Máximo	64,52	62,41	59,57	60,29
Mínimo	62,71	61,22	58,24	57,91
	t=2.19	P=0.19	t=0.17	P=0.87

Grafico N° 6: Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra del pasto natural entre ovinos criados en zonas alto andinas y ovinos criados en las zonas costeras a las 30 y 48 horas de incubación



VI. CONCLUSIONES

Primera: El porcentaje de digestibilidad efectiva de los licores ruminales de los ovinos criados en zonas alto andinas a las 30 horas de incubación para el heno de alfalfa fue de MS (60.59%) FDN (27.97%), de la alfalfa fresca fue MS (62.20%) FDN (23.11%), mientras que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue (45.66%) y de la fibra detergente neutra (63.48%).

En cuanto al porcentaje de digestibilidad del licor ruminal de los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje de digestibilidad a las 30 horas de incubación para el heno de alfalfa fue de MS (59.58%) FDN (24.48%), de la alfalfa fresca fue MS (66.49%) FDN (11.54%), mientras que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue (40.91%) y de la fibra detergente neutra (62.01%).

El porcentaje de digestibilidad efectiva del licor ruminal de los ovinos criados en zonas alto andinas a las 48 horas de incubación para el heno de alfalfa fue de MS (63.22%) FDN (17.26%), de la alfalfa fresca fue MS (68.25%) FDN (6.04%), mientras que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue (45.16%) y de la fibra detergente neutra (58.97%).

En cuanto al porcentaje de digestibilidad del licor ruminal de los ovinos de zonas costeras presentaron un porcentaje de digestibilidad a las 48 horas de incubación para el heno de alfalfa fue de MS (58.77%) FDN (26.58%), de la alfalfa fresca fue MS (69.63%) FDN (11.31%), mientras que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca del pasto natural fue (44.85%) y de la fibra detergente neutra (59.10%).

Segunda: Deducimos que los parámetros encontrados en este trabajo de investigación para la digestibilidad in vitro de Materia Seca en líquidos ruminales recolectados de Ovinos Alto andinos, obtuvimos que el Heno de Alfalfa oscilo entre 59.03 - 61.93% a 30 Horas de Incubación y de 62.42 - 64.19% a 48 Horas de Incubación , de Alfalfa Fresca oscilo entre 58.31 -

67.52% a 30 Horas de Incubación y de 65.18 - 71.92% a 48 Horas de Incubación y del Pasto Natural oscilo entre 44.17 - 46.62% a 30 Horas de Incubación y de 44.34 - 46.36% a 48 Horas de Incubación; para la digestibilidad in vitro de Materia Seca en líquidos ruminales de Ovinos Criollos Costeros del Heno de Alfalfa oscilo entre 58.89 - 60.37% a 30 Horas de Incubación y de 58.38 - 59.26% a 48 Horas de Incubación, de Alfalfa Fresca oscilo entre 66.24 - 66.63% a 30 Horas de Incubación y de 69.48 - 69.90% a 48 Horas de Incubación y del Pasto Natural oscilo entre 40.1 - 41.93% a 30 Horas de Incubación y de 43.25 - 46.3% a 48 Horas de Incubación.

Para la digestibilidad in vitro de FDN de los líquidos ruminales de Ovinos Criollos Alto andinos del Heno de Alfalfa oscilo entre 27.36 - 28.98% a 30 Horas de Incubación y de 16.15 - 17.9% a 48 Horas de Incubación, de Alfalfa Fresca oscilo entre 19.79 - 25.90% a 30 Horas de Incubación y de 1.22 - 9.57% a 48 Horas de Incubación y del Pasto Natural oscilo entre 62.71 - 64.52% a 30 Horas de Incubación y de 58.24 - 59.57% a 48 Horas de Incubación; para la digestibilidad in vitro de FDN en líquidos ruminales de Ovinos Criollos Costeros del Heno de Alfalfa oscilo entre 22.71 - 25.42% a 30 Horas de Incubación y de 25.95 - 28.55% a 48 Horas de Incubación, de Alfalfa Fresca oscilo entre 10.41 - 13.53% a 30 Horas de Incubación y de 9.14 - 12.53% a 48 Horas de Incubación y del Pasto Natural oscilo entre 61.22 - 62.41% a 30 Horas de Incubación y de 57.91 - 60.29% a 48 Horas de Incubación

Tercera: En este trabajo de investigación deducimos que, si existe diferencia entre los parámetros de digestibilidad de los licores ruminales de ovinos criollos criados en zonas alto andinas y costeras, principalmente según el factor “licor ruminal”, debido a que este varía según el tipo de alimentación recibido, así como también el factor de “horas de incubación” (30 y 48 horas), nuestros resultados nos indican que existe diferencia significativa entre ovinos alto andinos y costeros a 48 horas en la digestibilidad in vitro de la materia seca del heno de alfalfa y a las 30 horas en la digestibilidad in vitro de la materia seca del pasto natural; también encontramos que en la digestibilidad in vitro del FDN a las 30 y 48 horas para el heno de alfalfa existe diferencia significativa entre licores ruminales y

tiempos de incubación , así como también a las 30 horas en el estudio del FDN de alfalfa fresca. No se encontraron diferencias estadísticas en el estudio de la digestibilidad in vitro del FDN del pasto natural entre los tipos de licores y horas de incubación.



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abarca G.2015. Comparación de tres tipos de ensayos de digestibilidad “in vitro” de alfalfa (*Medicago sativa*) con la digestibilidad “in vivo” en cuyes (*Cavia porcellus*), Ecuador.

Anderson, M.J. 1976. Factors that influence nutritive value of irrigated alfalfa forage. Pp. 204-211. In: Proceedings, First International Symposium Feed Composition Animal Nutrient Requeriments and Computerization of Diets. Utah State University, Logan, Utah, USA. 318p.

ANKOM Technology. (2005): Procedures (for NDF and ADF). <http://www.ankom.com/> (20 de agosto de 2018).

ANKOM Technology. (2006). In vitro True Digestibility using the Daisy II Incubator ANKOM TECHNOLOGY. <https://www.ankom.com/> (20 de agosto de 2018).

Aguirre C. et al.(2017) Cinética de fermentación y degradabilidad ruminal in vitro de dietas con diferente fuente de nitrógeno Quevedo, Ecuador

Araujo Febres O. Vergara López J. Propiedades Físicas y Químicas del Rumen, XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, Arch. Latinoamericano de Producción Animal Vol. 15 (Sulp. 1) 2007

Bernadette, J. Huyghe, C. Ecalte, C., Growth and cultivar effects on alfalfa digestibility, tomada del Internet. 1997

Bustillo, E.1990. Heno de calidad, sinónimo de beneficio. In: Soto P. (Ed.). Seminario Producción y utilización de alfalfa zona centro Sur y Sur. Chillan, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu. Serie Quilamapu N°24: 238-248.

Burns, J., Pond, K y Fisher, D. 1994. Base on the National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization. University of Nebraska. United States.281p.

Cabrera, P. 1990. El ovino Criollo en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Carmona JC, Bolívar DM, Giraldo LA. (2005): El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 18:49-63.

Carrillo L, (2003), Microbiología Agrícola. Universidad Nacional de Salta <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri.htm> (05 de febrero del 2015).

Chakeredza, S.; Meulen, U.; Vearasilp, T. 1998. A review of some alternative techniques to the determination of nutrient digestibility for ruminant animals. Journal of Agricultural 14 (3): 300-310. Consultado 14 octubre del 2018 .Disponible en: http://web.agri.cmu.ac.th/agjournal/pdf/J00057_C00325.pdf

Choque, J.M. (2005). Producción y manejo de especies forrajeras. 1ra Edición. Editorial Universitaria UNA Puno, Perú. 306 pp.

Colucci, P. E., G. K. MacLeod, W.L. Grovum, I. McMillan y D.J. Barney (1990). “Digesta Kinetics in Sheep and Cattle Fed Diets with Different Forage to Concentrate Ratios at Low and High Intake”. J. Dairy Sci., núm. 73, pp. 2143-2156.

Contraras A y Noro M. (2010) : Rumen: morfología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. 3° ed., Valdivia: América, Chile.

Coronel O. J. 2007 Manual para el Manejo del Ganado Ovino, INICTEL-UNI Lacabamba ,Ancash ,2007.

Czerkawski J.; y Breckenridge, G. 1977. Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). British Journal of Nutrition. 38: 371-384.

United Kingdom. [Internet] [4 octubre 2018] Disponible en:
www.journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext

Díaz R. y Oviedo F. 2013 Cadena Productiva de Ovinos DGCA, Perú , 2013
Fedna, 2016. Introducción a los forrajes. [en línea]
<http://www.fundacionfedna.org/forrajes/introducci%C3%B3n> [consulta: 30 Agosto
de 2018]

Florez, A. y Malpartida, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región
altoandina del Perú. Pag 615-618. Editorial “ABRIL S.A Editoriales e impresiones”

Flórez, A. y E, Malpartida. 1988. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región
Alto Andina del Perú. Tomo II. Banco Agrario. Lima. Perú.

Florez, A et.al (1992) Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas andinas. Red
de rumiantes menores- SR-CRSP, INIAA. Lima – Perú.

García Galicia I.A.2002 Nutrición en Rumiantes 2002

García Tobar J. e Gingins M. 1969. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de
los rumiantes Sitio Argentino de Producción Animal, Conferencia en Dpto.
Zootecnia, Fac. Agr. y Vet. UBA. Argentina 1969.

Goering, H.; Van Soest, P. 1970. Forage Fiber Analyses. Apparatus, reagents,
procedures, and some applications. Agricultural Handbook. N°379. Agricultural
Research Service. United States Department of Agriculture. United States of
América.

Guaita, M.S., Gaggiotti, M.C, Fay, J.P. y Fernández, H.M. Comparación de la
digestibilidad in vitro de diferentes alimentos obtenida en dos laboratorios. Revista
Argentina de Producción Animal Vol 29 Supl. 1. 2009

Guevara H., Valor nutritivo de la alfalfa (Medicago Sativa) con diferentes estados
fenológicos en ovinos, 2000.

Hoffman P, Lundberg K., Bauman L, Randy D. Shaver, y Francisco E. Contreras-Govea (Traductor) 2007. Digestibilidad in vitro del FDN (fibra detergente neutro): El debate de 30 vs 48 horas. University of Wisconsin Board of Regents. Focus on Forage - Vol 5: No. 16

Hungate, 1966. Clasificación de las principales especies de protozoos ruminales con los substratos de fermentación referentes.

Huhtanen, P., Nousiainen, J., Rinne, M., 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. Agric. Food Sci. 15,293–323.

Kellems, R. O. y D. C. Church (2001). Livestock Feeds and Feeding. 5.a edición. New Jersey: Prentice Hall.

Klein, F. 1989. Alternativas de alimentación para enfrentar el período estival en un sistema productivo de leche. 61-97. In: Bortolameolli G. (Ed.). Seminario Aspectos Técnicos y Perspectivas de la Producción de Leche. INIA, Estación Experimental Remehue, Osorno, Chile. 243p.

Lovett, D. K., L. Stack, S. Lovell, J. Callan, B. Flynn, M. Hawkins, F. P. O'Mara. 2006. Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers. Livestock Science 102: 23– 32.

Lopez, C. Digestibilidad in vivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) a diferente edad en ovinos y efecto del tiempo de corte en la producción. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador. 1998

Loyo A ,et al 2015 Fisiología Digestiva de los Rumiantes dabajuro, Enero 2015

Manríquez J. 2015, La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente Chile 2015 .[Internet][19 noviembre 2018]Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S08.html>

Marten, G.C. and R.F. Barnes. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems. In: W.J. Pridgen, CC Balch, M.Graham (Eds.). Standardization of Analytical Methodology for Feeds. pp. 61-71. IDRC.Ottawa, Canada.

Miranda (1995) Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forrajes. Serie manuales N° 2. Coordinadora interinstitucional del sector alpaquero. Arequipa - Perú.

Molina E., et al (1997) The in vitro digestibility of pastures from semi- arid Spanish lands and its use as a predictor of degradability, Lindberg J.E. (ed.) , Gonda H.L. (ed.) , Ledin I. (ed.) . Recent advances in small ruminant nutrition Zaragoza : CIHEAM, 1997.

Oscanoa Rodriguez, C. M. (2011). Caracterización de la crianza de ovinos criollos en la comunidad campesina de San Pedro de Cajas. Universidad Nacional del Centro del Perú

Padilla, F. M. 2006. Crianza de Ovinos en Costa y Sierra. Editorial Macro. Lima. Perú.

Palomino, D. 2010. "Evaluación y Determinación de la Soportabilidad de los Pastizales en la Comunidad Campesina de Yauli - La Oroya" Huancayo, Perú, 2010.

Parga, J. y Klein, F. 1989. La alfalfa como pradera suplementarias para el verano en la Xª Región, Remehue, Chile. Investigación y Progreso Agropecuario. 10: 44-48.

Phillipson, A. T. 1981. Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. H. H. Dukes y M. J. Swenson (Eds.). Aguilar Editor S.A. México.

Quispe, R (2003) Clausura y repoblamiento con esquejes para la recuperación de pastizales alto andinos en la sierra central. Huancayo - Perú.

Roque, B. (2012). Nutrición animal. Texto de formación universitaria. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Editorial Centro papelero de norte S.A. 198 pp.

Sainz Ramírez A. 2016, Comparación de dos métodos in vitro para estimar la digestibilidad de ensilados de maíz (*Zea Mays*) de sistemas de producción de leche en pequeña escala, Toluca, México 2016.

Saro Higuera C. 2012 Estructura de las comunidades microbianas ruminales de ovejas alimentadas con diferentes dietas León, 2012.

Sisson S y Grossman J. (1982): Anatomía de los animales domésticos. 5º Ed. Elsevier Masson, España.

Soto, P. 1983. Alfalfa. Recomendaciones para su establecimiento en la zona Centro Sur de riego. Instituto de Investigación Agropecuaria, Quilamapu, Chile. Investigación y Progreso Agropecuario. 17: 2-9.

Speedig, C.R.W. y Diekmahns, E.C. 1972. Grasses and Legumes in British Agriculture. Grassland Research Institute, Hurley, Inglaterra. 511p.

Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. British Grassland society 18:104-111.

Tovar, O (1989) Manual de identificación de pastos naturales de los andes del sur peruano (gramíneas) Proyecto Alpacas. Puno – Perú.

Relling A y Mattioli G. (2003). Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. 2° ed., Universidad Nacional de la Plata y University of Ohio, EDULP, USA.

Van Soest P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2a ed. Cornell University Press. London, England.

Weiss, W.P. 1994. Estimation of digestibility of forages by laboratory methods. In: G.C.Fahey (ed.). Forage Quality, Evaluation and Utilization. pp. 644-681. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Wright A, Klieve A. (2011): Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation?. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167:248-253.

Yang WZ, Beauchemin KA, Vedres DD, Ghorbani GR, Colombatto D, Morgavi DP. (2004): Effects of direct-fed microbial supplementation on ruminal acidosis, digestibility, and bacterial protein synthesis in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 114:179-193.

VII. ANEXOS

SISTEMATIZACION DE DATOS

Cuadro de Contenido Nutricional de Alfalfa Fresca, Heno de Alfalfa y Pasto Natural (%)

%	ALIMENTOS		
	Alfalfa Fresca	Heno de Alfalfa	Pasto Natural
MS	93.93	93.62	92.53
PC	17.18	11.46	7.73
EE	1.68	1.01	0.96
FDN	38.06	41.4	59.54
FDA	28.1	33.04	36.54
LIGNINA	7.74	9.65	10.26
HEMICELULOS A	9.96	8.36	23.00
CELULOSA	20.36	23.4	26.28
PIDN	4.52	2.46	3.96
NIDA	0.77	2.61	3.11
CENIZA	8.93	8.74	7.72

Cuadro de Digestibilidad In Vitro de Materia Seca (DIVMS) en Ovinos Criados en Zonas Alto andinas y Costeras a Dos Tiempos de Incubación (30 y 48)

DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE MATERIA SECA				
	OVINO ZONA ALTOANDINA		OVINO ZONA COSTA	
	30 HRS	48 HRS	30 HRS	48 HRS
	MS%	MS%	MS%	MS%
Heno de Alfalfa	59.03	62.42	58.89	58.66
Heno de Alfalfa	61.93	63.06	60.37	58.38
Heno de Alfalfa	60.8	64.19	59.49	59.26
Alfalfa Fresca 10%	67.52	71.92	66.6	69.48
Alfalfa Fresca 10%	58.31	67.64	66.24	69.9
Alfalfa Fresca 10%	60.77	65.18	66.63	69.51
Pasto Natural	46.62	44.77	40.1	43.25
Pasto Natural	44.17	46.36	40.7	46.3
Pasto Natural	46.19	44.34	41.93	45.01

Cuadro de Digestibilidad In Vitro de Fibra Detergente Neutra (DIVFDN) en Ovinos Criados en Zonas Alto andinas y Costeras a Dos Tiempos de Incubación (30 y 48)

	OVINO ZONA ALTOANDINA		OVINO ZONA COSTA	
	30 HRS	48 HRS	30 HRS	48 HRS
	FDN%	FDN%	FDN%	FDN%
Heno de Alfalfa	27.55	17.9	25.42	26.05
Heno de Alfalfa	28.98	16.15	22.71	28.55
Heno de Alfalfa	27.39	17.74	25.32	25.95
Alfalfa Fresca 10%	19.79	1.22	10.67	12.53
Alfalfa Fresca 10%	23.65	9.57	13.53	9.14
Alfalfa Fresca 10%	25.9	7.33	10.41	12.27
Pasto Natural	62.71	59.09	62.4	60.29
Pasto Natural	64.52	58.24	62.41	57.91
Pasto Natural	63.2	59.57	61.22	59.11

FOTOGRAFIAS:

1.- RECURSOS ALIMENTICIOS



HENO DE ALFALFA / ALFALFA FRESCA



PASTO NATURAL

RECOLECCION DE DATOS:

Se recolectaron los datos obtenidos de las muestras en formatos específicos para el análisis de la Digestibilidad de Líquido Ruminal de Zona Costera

* Líquido Ruminal *Cajón Criollo Costero*
 * FICHA 2 30mls
 * FICHA 3 48mls

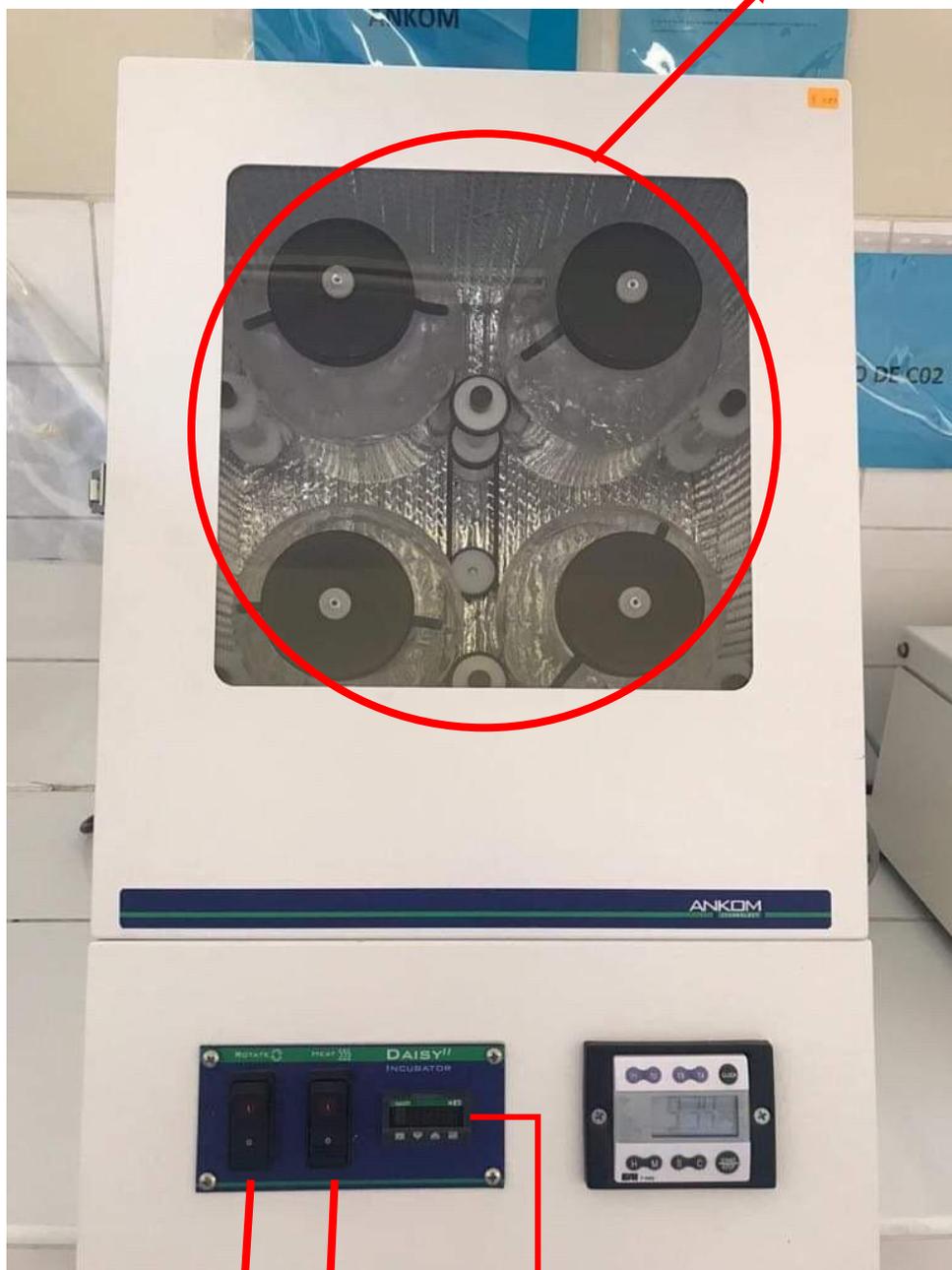
FORMATO Nº LFQ-F-008
 VIGENCIA DESDE Abril 2019
 VERSION: 01
 Pesaje en el día Fecha: 04/05/2019.
pesaje en el día

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL UCSM
 Realizada por:

CODIGO	Descripción	ANÁLISIS DE DIGESTIBILIDAD				Peso Bolsa Salida	Peso de Muestra que Ingresó al Incubador	Peso Bolsa Salida
		Nº Bolsa (g)	Peso Bolsa (g)	Peso Muestra (g)	Peso Bolsa Salida			
044-19	Heno de Alfalfa	25	0.4955	0.5027	0.7695			
044-19	" " "	26	0.4842	0.5014	0.7478			
044-19	" " "	27	0.4838	0.5011	0.7397			
044-19	" " "	28	0.5120	0.5004	0.7723			
045-19	Alfalfa Fresca 10% F	29	0.4839	0.5007	0.7406			
045-19	" " "	30	0.5160	0.5054	0.7707			
045-19	" " "	31	0.5338	0.5042	0.7612			
045-19	" " "	32	0.4982	0.5008	0.7213			
046-19	Pasto Cabanilla	33	0.4998	0.5033	0.7861			
046-19	" " "	34	0.4896	0.5028	0.8051			
046-19	" " "	35	0.5254	0.5029	0.7832			
048-19	" " "	36	0.4532	0.5094	0.7692			
048-19	Pasto Tirino	37	0.5169	0.5016	0.7885			
048-19	" " "	38	0.5054	0.5013	0.7770			
048-19	" " "	39	0.5028	0.5075	0.7525			
048-19	" " "	40	0.5382	0.5013	0.7858			
049-19	Pasto Fibroso	41	0.4504	0.5030	0.7453			
049-19	" " "	42	0.5248	0.5026	0.8252			
049-19	" " "	43	0.4982	0.5048	0.7809			
049-19	" " "	44	0.5071	0.5081	0.7966			
050-19	Pasto Paja	45	0.4480	0.5067	0.8062			
050-19	" " "	46	0.5111	0.5070	0.8739			
050-19	" " "	47	0.4842	0.5047	0.8282			
050-19	" " "	48	0.4863	0.5043	0.8195			
B1	Blanco	B1	0.53667		0.5386			
B3	Blanco	B3	0.5369		0.5411			

INCUBADOR DAISY ANKOM II

JARRAS DE DIGESTION



ROTACION

CALOR

TEMPERATURA

FOTOGRAFIA N°1:

Muestra de Heno de Alfalfa



FOTOGRAFIA N°2:

Muestra de Pasto Natural

FOTOGRAFIA N°3:
Se pesa la cantidad de muestra que se llevó de cada requerimiento nutricional



FOTOGRAFIA N°4:
En el caso de llevar la muestra fresca como es el caso de la Alfalfa, se someterá a ingresarla a la estufa para perdida de agua

FOTOGRAFIA N°5:

Una vez secada la muestra de alfalfa y las muestras ya secas (Heno y Pasto natural) se muelen y luego se pesan en cada bolsita Ankom F-57 (0.5 gr)



FOTOGRAFIA N°6:

Una vez pesadas se sellaran y se guardaran hasta el día de la recolecta de licor ruminal

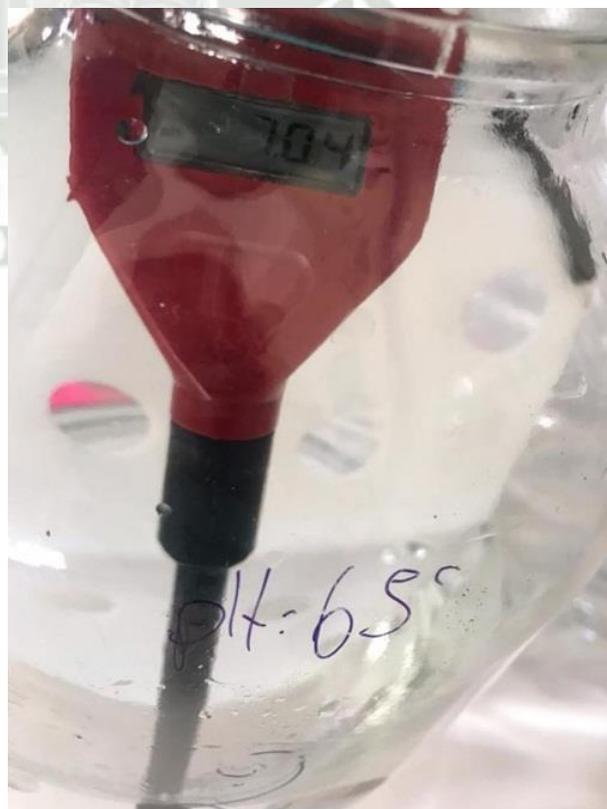


FOTOGRAFIA N°7:

Preparamos las soluciones buffer para la incubación

FOTOGRAFIA N°8:

Una vez juntas la solución A y B medimos el pH, que debería estar entre 6.5 - 7.5





FOTOGRAFIA N°9:

Adaptamos un Cooler para poder transportar la muestra desde el camal Metropolitano hasta el Laboratorio de Nutrición

FOTOGRAFIA N°10:

Camal Metropolitano Sección Ovinos





FOTOGRAFIA N°11:

Una vez recolectada la muestra controlamos la temperatura del Cooler, debe estar entre 39.5 +5

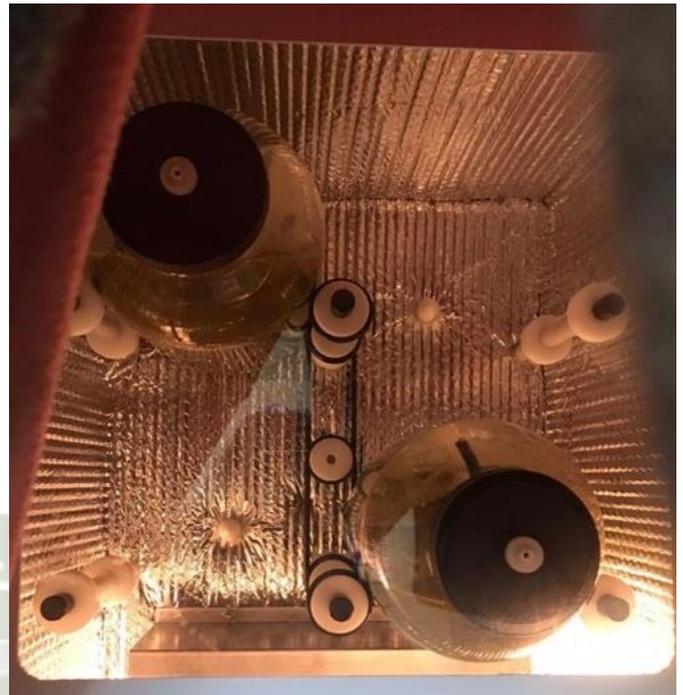


FOTOGRAFIA N°12:

En el laboratorio, juntamos las soluciones agregamos el líquido ruminal previamente filtrado e insuflamos CO2 por 2 minutos.

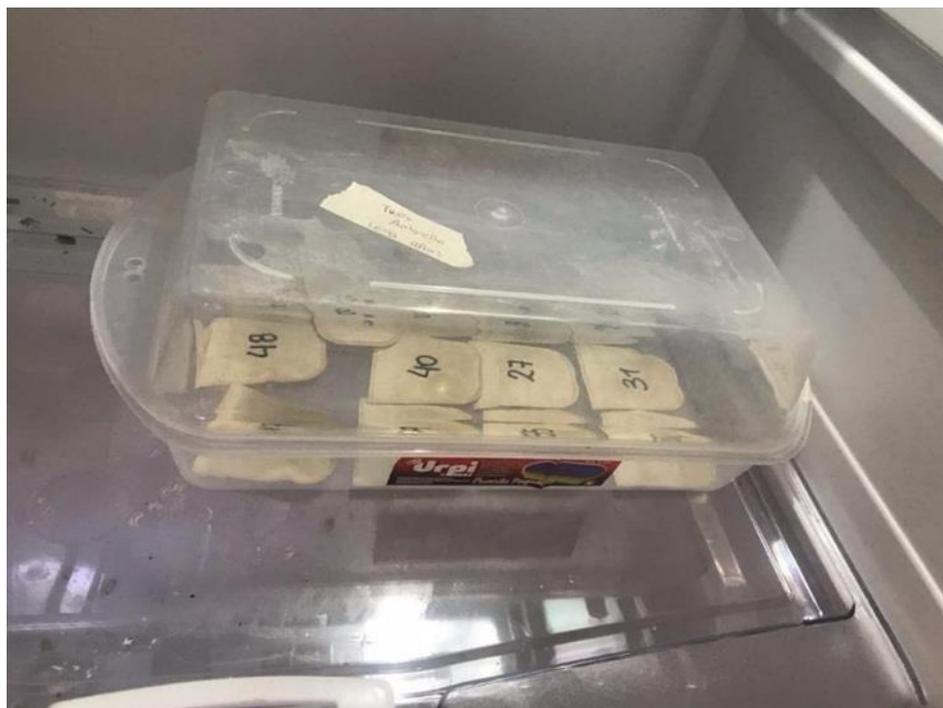
FOTOGRAFIA N°13:

Se colocan los frascos en la incubadora Daisy ANKOM II previamente calentada



FOTOGRAFIA N°14:

Una vez terminado el tiempo de incubación, se retiran las bolsas, se enjuagan con agua del grifo y se colocan en el desecador



FOTOGRAFIA N°15:

Para la preservación de las muestras se colocan en el refrigerador.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO ENTRE LICORES RUMINALES DE OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN ZONAS ALTO ANDINAS Y OVINOS CRIOLLOS CRIADOS EN ZONAS COSTERAS, AREQUIPA – 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

32%

INDICE DE SIMILITUD

31%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet 4%

2 cybertesis.uach.cl Fuente de Internet 3%

3 www.biblioteca.ueb.edu.ec Fuente de Internet 3%

4 doczz.net Fuente de Internet 2%

5 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante 2%

6 www.produccionbovina.com Fuente de Internet 2%

7 www.uwex.edu Fuente de Internet 1%

docslide.us

8	Fuente de Internet	1 %
9	ktacosta5.blogspot.com Fuente de Internet	1 %
10	issuu.com Fuente de Internet	1 %
11	revistas.uteq.edu.ec Fuente de Internet	1 %
12	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1 %
13	Clara Rúa B, Ricardo Rosero N, Sandra Posada O. "Efecto del sistema de producción sobre producción de leche y consumo de alimento en cabras", Revista MVZ Córdoba, 2017 Publicación	1 %
14	www.produccion-animal.com.ar Fuente de Internet	1 %
15	agroaldia.minagri.gob.pe Fuente de Internet	1 %
16	Submitted to tec Trabajo del estudiante	1 %
17	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	1 %
18	rccp.udea.edu.co Fuente de Internet	1 %

19	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
20	google.redalyc.org Fuente de Internet	1 %
21	gustavounefm1.blogspot.com Fuente de Internet	1 %
22	1library.co Fuente de Internet	1 %
23	www.uco.es Fuente de Internet	1 %
24	www.worldcat.org Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado