

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**Tesis**

**“EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRITIVA DEL ENSILADO  
DE CONTENIDO RUMINAL DE BOVINOS MEDIANTE LA  
DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* EN OVINOS EN SAN PEDRO-  
CANCHIS-CUSCO”**

Presentado por el bachiller en Ciencias Agrarias:

**FREDY AGUILAR YUPANQUI,**

Para Optar al Título Profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA.

**ASESORES:** Ing. Zoot. M.Sc. ABRAHAM MACHACA MAMANI.

Ing. Zoot. ZORAIDA BRENDA FLOREZ TACO.

**CUSCO – PERÚ**

**2019**

## DEDICADO

Con inmenso cariño, amor y gratitud a mis Queridos padres: **JUAN AGUILAR RUPAILLA** y **GENERA YUPANQUI GONZALES**, como muestra de admiración y reconocimiento a sus infatigables esfuerzos y sacrificios para darme una profesión digna.

Con un inmenso amor y admiración a mis hermanos: Alejandro, Roger, Richard, Marco, Reyder, Ronaldo y Juan Carlos por su valiosa colaboración y apoyo moral. A mi pareja Lilia Zaida Rodríguez quien siempre estaba en mi lado en la conducción de la investigación, A mi princesa Kaori Shannell quien es el motivo para seguir adelante.

A mis familiares Buenaventura Rodriguez, Anastasia Cumpa, Ruth Yaneth Rodriguez, con inmenso amor y cariño por su apoyo y colaboración en el presente trabajo.

## AGRADECIMIENTO

- ❖ Mi especial y profundo agradecimiento a mi asesor al **Ing. Zoot. M.Sc. ABRAHAM MACHACA MAMANI** por su apoyo y orientación brindado en la conducción del trabajo de tesis.
  
- ❖ Al Ing.zoot. **DAVID LUCIANO CASTRO CACERES**, por la enseñanza y apoyo brindado en la realización y conducción de dicha investigación.
  
- ❖ Mi agradecimiento a mis docentes de la escuela profesional de Zootecnia por su valiosa enseñanza.
  
- ❖ A cada uno de mis amigos y compañeros, con quienes compartimos momentos gratos e inolvidables durante mi formación académica y en la conducción de dicha investigación.

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| INDICE DE CUADROS .....  | vi   |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....   | vii  |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....                                       | viii |
| CLOSARIO DE TERMINOS .....                                       | ixx  |
| RESUMEN.....   | x    |
| INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| CAPITULO I.....  | 3    |
| 1.1. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO .....                            | 3    |
| 1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION .....                             | 4    |
| 1.2.1. OBJETIVOS .....   | 4    |
| 1.2.1.1. Objetivo general. ....                                  | 4    |
| 1.2.1.2. Objetivos específicos. ....                             | 4    |
| 1.3. JUSTIFICACION .....   | 5    |
| CAPITULO II.....   | 7    |
| REVISION BIBLIOGRAFICA .....                                     | 7    |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....                      | 7    |
| 2.2. DIGESTIBILIDAD. ....  | 9    |
| 2.2.1. Digestibilidad de alimentos .....                         | 9    |
| 2.2.2. Tipos de digestibilidad.....                              | 10   |
| 2.2.2.1. Digestibilidad Aparente. ....                           | 10   |
| 2.2.2.2. Digestibilidad Verdadera.....                           | 10   |
| 2.2.3. Digestibilidad aparente vs digestibilidad verdadera. .... | 11   |
| 2.2.4. Pruebas de digestibilidad .....                           | 11   |
| 2.2.5. Digestibilidad “in vivo” .....                            | 12   |
| 2.2.6. Ensayos del método in vivo.....                           | 12   |
| 2.2.7. Digestibilidad por diferencia .....                       | 13   |
| 2.2.8. Factores que influyen en la digestibilidad .....          | 13   |
| 2.3 VALORACIÓN ENERGÉTICA.....                                   | 14   |
| 2.4. NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES.....                         | 14   |
| 2.5. CONTENIDO RUMINAL.....                                      | 15   |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.1. Características del contenido ruminal (CR).....          | 15 |
| 2.5.2. Composición química del contenido ruminal.....           | 15 |
| 2.5.3. Microorganismos ruminales. ....                          | 16 |
| 2.5.4. Fermentación Ruminal. ....                               | 17 |
| 2.6. EL OVINO.....  | 18 |
| 2.6.1. El estómago del rumiante. ....                           | 19 |
| 2.6.2. Requerimientos nutricionales en los ovinos.....          | 20 |
| 2.7. ENSILADO. ....   | 21 |
| 2.7.1. Procesos Bioquímicos que ocurren en el ensilado.....     | 22 |
| 2.7.2. Calidad del Ensilaje.....                                | 23 |
| 2.7.3. Evaluación del Ensilaje. ....                            | 24 |
| 2.7.4. Ensilaje en microsilos.....                              | 26 |
| 2.7.5. Ensilaje en bolsas plásticas. ....                       | 27 |
| 2.7.6. Embolsado. ....  | 27 |
| 2.7.7. Ventajas del ensilaje en bolsas plásticas:.....          | 27 |
| 2.7.8. Características del producto ensilado. ....              | 28 |
| 2.8. LA ALFALFA.....  | 28 |
| 2.8.1. Posición taxonómica ....                                 | 29 |
| 2.8.2. Características botánicas de la planta de alfalfa.....   | 29 |
| 2.8.3. Calidad del forraje. ....                                | 30 |
| 2.8.4. Uso de alfalfa ....                                      | 31 |
| CAPITULO III .....  | 32 |
| MATERIALES Y METODOS .....                                      | 32 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACION .....                                 | 32 |
| 3.1.1 Ubicación del campo pre experimental. ....                | 32 |
| 3.1.2 Ubicación del campo experimental. ....                    | 32 |
| 3.1.3 Duración del experimento. ....                            | 33 |
| 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS .....                                  | 33 |
| 3.2.1 materiales para el tratamiento del contenido ruminal..... | 33 |
| 3.2.3 Materiales y equipo de gabinete .....                     | 34 |
| 3.2.4. Para la evaluación de Digestibilidad “In vivo” .....     | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.5. Material biológico .....  | 35 |
| 3.2.6. Instalaciones .....   | 35 |
| 3.2.6.1. Construcción de tarima .....  | 35 |
| 3.2.6.2. Construcción de jaulas para la digestibilidad .....                     | 35 |
| 3.3 METODOLOGIA .....  | 36 |
| 3.3.1. Acopio de contenido ruminal .....   | 36 |
| 3.3.2. Elaboración de contenido ruminal para el ensilaje .....                   | 36 |
| 3.3.3. Elaboración del ensilaje de contenido ruminal. ....                       | 36 |
| 3.3.4. Período de acostumbramiento .....   | 37 |
| 3.3.5. Periodo de colección de heces .....                                       | 39 |
| 3.3.6. Análisis de laboratorio .....   | 39 |
| 3.4. VARIABLES A EVALUAR.....  | 39 |
| 3.4.1. Análisis químico .....  | 39 |
| 3.4.2. Coeficiente de digestibilidad.....  | 40 |
| 3.4.3. Energía Digerible. ....   | 40 |
| 3.4.4. Para nutrientes digeribles totales .....                                  | 41 |
| CAPITULO IV .....  | 42 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES .....   | 42 |
| 4.1 Composición físico química del ensilado de contenido ruminal del vacuno..... | 42 |
| 4.2. Determinación de la digestibilidad .....                                    | 45 |
| 4.3 Nutrientes digestibles totales .....   | 46 |
| 4.4 Energía digestible .....   | 47 |
| CAPITULO V .....   | 48 |
| CONCLUSIONES .....   | 48 |
| CAPITULO VI .....  | 49 |
| RECOMENDACIONES .....  | 49 |
| CAPITULO VII .....   | 50 |
| BIBLIOGRAFIA.....  | 50 |
| ANEXO .....  | 55 |
| PANEL FOTOGRÁFICO.....   | 66 |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| CUADRO 01. Composición físico químico de ensilado de avena con diferentes porcentajes del contenido ruminal.....          | 16 |
| CUADRO 02. Uso del contenido ruminal para el consumo del animal .....   | 18 |
| CUADRO 03. Calidad del ensilaje .....   | 24 |
| CUADRO 04 Caracterización organoléptica del ensilado.....   | 25 |
| CUADRO 05. Duración del experimento. ....   | 33 |
| CUADRO 06. Composición física química del ensilado de contenido ruminal .....   | 37 |
| CUADRO 07. Composición física química de la alfalfa .....   | 38 |
| CUADRO 08. Coeficiente de digestibilidad de la alfalfa en ovinos. ....  | 38 |
| CUADRO 09. Método del análisis físico químico.....  | 40 |
| CUADRO 10. Composición Físico -Químico de ensilado de contenido ruminal de vacunos (%)......                              | 42 |
| CUADRO 11. Composición físico química de ensilados de contenido ruminal del vacuno en comparación con otros autores. .... | 43 |
| CUADRO 12. Coeficiente de digestibilidad del ensilado del contenido ruminal.....  | 45 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| ANEXO 01. Materia seca y nutrientes ingeridos excretados y digeridos (g) de alfalfa ensilado. ....                             | 55 |
| ANEXO 02. Materia seca consumida de alfalfa y ensilado (g). ....   | 55 |
| ANEXO 03. Consumo de nutrientes de ensilado y alfalfa expresado en (g).....  | 55 |
| ANEXO 04. Materia seca de heces de ovino.....  | 55 |
| ANEXO 05. Heces de nutrientes de ensilado y alfalfa.....   | 56 |
| ANEXO 06. Consumo, coeficiente de digestibilidad fracción digerible y excreta de alfalfa.....                                  | 56 |
| ANEXO 07. Materia seca y nutrientes en las heces y en las fracciones de las mismas comprendientes a la alfalfa y ensilado..... | 56 |
| ANEXO 08. Coeficiente de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal. ....  | 56 |
| ANEXO 09. Cálculo de nutrientes digeribles totales de ensilado de contenido ruminal.   | 57 |
| ANEXO 10. Energía digerible de ensilado de contenido ruminal.....  | 57 |
| ANEXO 11. Registro de suministro rechazado y consumido del alfalfa y ensilado (g) (base fresca).....                           | 58 |
| ANEXO 12. Peso de heces de ovino alimentados con ensilado y alfalfa (g) (base fresca) .....                                    | 60 |
| ANEXO 13. Resultado de composición física química de heces de laboratorio (base fresca) .....                                  | 60 |
| ANEXO 14. Muestras de heces de laboratorio en (base fresca) a (base seca).....   | 61 |
| ANEXO 15. Composición química de la alfalfa de (base fresca) a (base seca). ....   | 61 |
| ANEXO 16. Composición física química del ensilado de (base fresca) a (base seca)..   | 61 |
| ANEXO 17. Informes de análisis físico química de muestras (laboratorio) .....  | 62 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| FOTOGRAFÍA 01. Construcción de tarima.....  | 66 |
| FOTOGRAFÍA 02. Tarima construida.....   | 66 |
| FOTOGRAFÍA 03. Tarima con malla racial extendida.....                             | 67 |
| FOTOGRAFÍA 04. Acopio de contenido ruminal del camal municipal de k'ayra. ....    | 67 |
| FOTOGRAFÍA 05. Distribución de contenido ruminal en las tarimas. ....             | 68 |
| FOTOGRAFÍA 06. Volteado de contenido ruminal. ....                                | 68 |
| FOTOGRAFÍA 07. Oreado de contenido ruminal. ....                                  | 69 |
| FOTOGRAFÍA 08. Diferenciación de los colores de contenido ruminal acopiado. ....  | 69 |
| FOTOGRAFÍA 09. Material apto para realizar el ensilaje.....                       | 70 |
| FOTOGRAFÍA 10. Homogenización de contenido ruminal para el ensilaje.....          | 70 |
| FOTOGRAFÍA 11. Materiales e insumos para el ensilaje.....                         | 71 |
| FOTOGRAFÍA 12. Proceso de ensilaje. ....  | 71 |
| FOTOGRAFÍA 13. Extracción del aire con aspiradora del embolsado. ....             | 72 |
| FOTOGRAFÍA 14 procedimiento de sellado con cinta de embalaje.....                 | 72 |
| FOTOGRAFÍA 15. Proceso de fermentación del ensilaje.....                          | 73 |
| FOTOGRAFÍA 16. Enumerado de las jaulas metabólicas de 1 hasta 7. ....             | 74 |
| FOTOGRAFÍA 17. Comedero y bebedero dentro de la jaula ....                        | 75 |
| FOTOGRAFÍA 18. Los 7 ovinos en cada jaula. ....                                   | 75 |
| FOTOGRAFÍA 19. Adaptación de los ovinos a las jaulas.....                         | 76 |
| FOTOGRAFÍA 20. Bolsas recolectoras de heces.....                                  | 76 |
| FOTOGRAFÍA 21. Pesado de ensilado.....  | 77 |
| FOTOGRAFÍA 22. Pesado de alfalfa.....   | 77 |
| FOTOGRAFÍA 23. Ovino consumiendo el ensilado.....                                 | 78 |
| FOTOGRAFÍA 24. Colección de heces ....  | 78 |
| FOTOGRAFÍA 25. Pesado de las heces ....   | 79 |
| FOTOGRAFÍA 26. Pesado de la muestra 01 – 10 para el análisis en laboratorio. .... | 79 |

## CLOSARIO DE TERMINOS

|     |   |                                |
|-----|---|--------------------------------|
| CR  | : | Contenido ruminal              |
| MS  | : | Materia seca                   |
| PC  | : | Proteína cruda                 |
| EE  | : | Extracto etéreo                |
| FC  | : | Fibra cruda                    |
| ELN | : | Extracto libre de nitrógeno    |
| CHO | : | Carbohidratos                  |
| NDT | : | Nutrientes digestibles totales |
| ED  | : | Energía digestible             |
| EB  | : | Energía Bruta                  |
| PF  | : | Porción Fresca                 |
| NRC | : | National Research Council      |

## RESUMEN

Se realizó el estudio. “Evaluación de la calidad nutritiva del ensilado de contenido ruminal de bovinos mediante la digestibilidad *in vivo* en ovinos” ubicado en el distrito de San Pedro, provincia de Canchis Departamento de Cusco; de Setiembre a Diciembre 2017, con el objetivo de determinar la digestibilidad de la materia seca, nutrientes digestibles totales (NDT) y energía digestible (ED) del ensilado del contenido ruminal del vacuno, por el método *in vivo*, por colección total de heces para lo cual se utilizó 7 jaulas individuales y siete ovinos machos adultos distribuidos al azar en cada jaula metabólica, a cada ovino se le alimento de 2200gr de ensilado del contenido ruminal por las mañanas y 2200gr de alfalfa en base fresca en las tardes, el agua fue suministrados *ad libitum* a cada ovino, el experimento comprendió de dos etapas 1) adaptación al alimento y a la jaula con una duración de ocho días, 2) etapa experimental con una duración de diez días de colección de heces.

Los resultados obtenidos fueron en base seca del ensilado de contenido ruminal fue; proteína total 14.75%, extracto etéreo 4.68%, fibra cruda 41.73%, extracto libre de nitrógeno 24.75%, ceniza 14.1%. La digestibilidad del ensilado de contenido ruminal resultó. Para las siguientes fracciones MS 30.33%, PT 86.56%, EE 39.23%, ELN 51.17%, FC 26.10%. Con un valor energético en nutrientes digeribles totales (NDT) 40.45%, y 1.77 (M cal ED/kg MS) de energía digestible.

**Palabras claves:** digestibilidad, contenido ruminal, ensilado, energía digestible, nutrientes digeribles totales, ovino.

## INTRODUCCIÓN

Una opción a la problemática en la alimentación animal es la utilización de sub productos no convencionales de sectores industriales

En el país existen una gran variedad de residuos agrícolas que se utilizan para fines alimenticios, por otra parte el contenido ruminal es poco conocido en la alimentación pero se podrían aprovechar con mayor éxito, conociendo mejor su valor nutritivo mediante la digestibilidad. Uno de los sub productos es el ensilado de contenido ruminal del vacuno obtenido de la matanza de los animales que representa el alimento ingerido que son desechados al momento del sacrificio del cual se producen aproximadamente entre 1 a 2 TM/día de contenido ruminal en el camal municipal de K'ayra. Sarmiento (2018).

El ensilaje representa una alternativa de solución al problema de alimentación en época de seca en ovinos, ya que permite la conservación de forrajes que se producen durante la época de lluvias logrando atenuar el déficit nutricional. En la región de Cusco, los desechos orgánicos provenientes de los camales como el contenido ruminal que se producen precisamente en forma abundante durante todo el año, que correctamente procesados sería aprovechable en temporadas de seca, asimismo contrarrestar los problemas que ocasiona de la contaminación ambiental; en el presente trabajo de investigación se plantea procesar el contenido ruminal para luego ensilarlo y luego administrarlo en la alimentación de ovinos para evaluar la digestibilidad *in vivo*. Los ovinos dan buena aceptabilidad y palatabilidad a este tipo de alimento, por esta razón se deben considerar nuevas alternativas alimenticias para lograr reducir los costos de alimentación.

El análisis químico proximal permite conocer la composición química de un alimento, sin embargo, no es capaz de indicar el grado de aprovechamiento que

efectúa el animal sobre el mismo, pues durante los procesos de digestión, absorción, metabolismo se producen pérdidas de nutrientes.

Es así que la digestibilidad es utilizada para expresar el porcentaje de material alimenticio o algún nutriente específico del mismo el cual es degradado en tracto digestivo para ser absorbido y utilizado por el organismo.

El autor.

## **CAPITULO I**

### **1.1. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

Según los diferentes trabajos de investigación realizados en la facultad de ciencias agrarias K'ayra con el uso del contenido ruminal dieron resultados favorables, pero no se encontró información de su digestibilidad en ovinos .

Hay escasa disponibilidad de insumos alimenticios para ovinos, el ensilaje representa una alternativa de solución al problema de alimentación ovina, ya que permite la conservación de forrajes para la época crítica del año donde los ovinos se ven afectados, para ello se propone una solución de alimentar con ensilado de contenido ruminal.

Actualmente no se conoce el valor nutritivo del ensilado de contenido ruminal, pero se sabe que produce contaminación, por la eliminación de estos residuos al rio de agua dulce que está cerca del camal, municipal del Cusco- K'ayra, por falta de implementación para el procesamiento de sub productos de camal.

Para ello es imprescindible disponer de información nutricional del ensilado de contenido ruminal, generando respuestas sobre valor nutricional, principalmente su digestibilidad.

Las consideraciones anteriores motivan la realización de la presente investigación.

## 1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

### 1.2.1. OBJETIVOS

#### 1.2.1.1. Objetivo general.

Evaluar la calidad nutritiva del ensilado de contenido ruminal de bovinos mediante la digestibilidad *in vivo* en ovinos en San Pedro-Canchis-Cusco.

#### 1.2.1.2. Objetivos específicos.

- Determinar la composición físico químico del ensilado de contenido ruminal bovino en términos de materia seca, proteína total, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda, ceniza. del ensilado de contenido ruminal
- Determinar el coeficiente de digestibilidad *in vivo* de la materia seca, (MS) proteína total (PT), Extracto etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra cruda (FC) del ensilado de contenido ruminal de bovino.
- Estimar la energía digestible (ED) y nutrientes digestibles totales (NDT) del ensilado de contenido ruminal bovino.

### 1.3. JUSTIFICACION

No se registraron trabajos acerca de pruebas de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal. Lo cual sería importante para aumentar la fuerte alimenticias para el productor.

El procesamiento del contenido ruminal no solo elimina al desecho producido del camal, si no también contribuiría a la escasez de alimento, pero actualmente son considerados como desperdicios contaminantes.

No se conoce la digestibilidad del ensilado de contenido ruminal a pesar de ser un recurso forrajero de alto valor proteico de fácil accesibilidad. Por la cual este trabajo de investigación se realiza en la región de Cusco.

Se debe proponer una alternativa de recurso forrajero para contribuir y generar un adecuado manejo del contenido ruminal en la alimentación y nutrición para mejorar la alimentación de los ovinos, es por eso, que es de suma importancia el conocimiento de su digestibilidad para así poner un valor nutricional y con su tecnificación contribuir a la menos contaminación del medio ambiente por la contaminación que este provoca ríos y quebradas adyacentes a los centros de faenado y en algunos pocos lugares es aprovechado depositándolo directamente a los cultivos, especialmente a los pastizales; esta práctica, aunque eficiente desde el punto de vista de deshacerse del problema en el lugar de su generación. Los residuos sólidos producidos por el camal municipal son desechados directamente al rio Huatanay, al aire libre sin tratamiento, emanan malos olores, provocando la presencia de vectores los cuales afectan a la salud de los vecinos aledaños.

La presente investigación beneficiará al sector pecuario, a la industria productora de alimentos balanceados y al productor de ovinos con la cual podrán formar

cadena productiva por ende el óptimo aprovechamiento de los residuos industriales en gran volumen, minimizando los problemas de contaminación ambiental en consecuencia obtendrán una mejor rentabilidad con mayores ganancias por su fácil accesibilidad. Por otra parte, permite planificar la investigación, producción y comercialización de nuevos productos alimentarios.

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

(Sarmiento, 2018), en su investigación “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos en el Centro Agronómico de K’ayra-cusco “fue realizada en el ámbito de la granja K’ayra en el distrito de San Jerónimo-Cusco. Con el objeto de Evaluar la composición química (PT, FC, ELN, EE, MS) y valor nutricional de (% DPT y valor energético) del ensilaje de ruminaza y borra de chicha. Evaluar las características organolépticas (olor, color y textura) así como realizar pruebas de aceptabilidad en cuyes y ovinos. La ruminaza fue obtenida a partir del proceso de oreado y secado del contenido ruminal que se obtuvo del camal Municipal del Cusco. La composición Química fue determinada en el laboratorio del Departamento de Química de la UNSAAC, para materia seca se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), los mayores contenidos de este componente, materia orgánica (PT, EE, FC, ELN) y Ceniza se observaron en el tratamiento T2, con un promedio de 36.067g siendo superior frente a los demás tratamientos. Para la evaluación de las características organolépticas (olor, color y textura) se realizó mediante la fórmula de Kasper y con la participación de 5 personas, donde calificaron y se obtuvo una valoración en olor igual para los tratamientos T1 y T4 con el 25% y para el tratamiento T2 y T3 el 100%, para el color una valoración de 50% en los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) y para las características de textura se obtuvo una valoración del 50% también en los cuatro tratamientos. Se realizó la prueba de aceptabilidad en ovinos en donde los cuatro tratamientos T1 (111.29 g), T2 (106.43 g), T3 (100.71g) y T4 (85.57g), fueron iguales no

presentando diferencias estadísticas. Los consumos del ensilado fueron iguales. La aceptabilidad del ensilado en cuyes entre los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en cuyes donde el tratamiento T3 con una media de 51.61g fue superior frente a los tratamientos T2 (31.36 g), T1 (16.72g) y T4 (14.29 g) respectivamente encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.005$ ). Afirmándose que el T3 tiene mejor aceptación en cuyes. Composición físico química de contenido ruminal PC=13.03, EE=6.23, FC=59.16, ELN=13.09.

Ccama (2019) en su trabajo de investigación, determinar la composición físico – química del ensilado de contenido ruminal de vacunos; determinar la digestibilidad “*in vivo*” de los nutrientes digestibles y por último determinar el contenido de nutrientes digestibles totales y energía digestible que se llevó a cabo en la Granja K’ayra de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Para tal efecto (digestibilidad *in vivo* por el método de diferencia) se ha empleado 10 cuyes machos adultos de 3 meses de edad distribuidos al azar, cada uno mantenidos en jaulas metabólicas individuales. El alimento fue suministrado de manera restringida y el agua fresca *ad libitum* a cada animal. El periodo de evaluación comprendió dos etapas: 1°, etapa de acostumbramiento a la dieta experimental correspondiente (siete días) y 2°, etapa de colección de heces (diez días). La composición química se determinó por los métodos oficiales de la AOAC (1995) y el valor energético por deducción de la digestibilidad. Los resultados obtenidos en la composición físico – química del ensilado para la materia seca 27.80 %; proteína cruda 14.75%; extracto etéreo 4.68%; fibra cruda 41.73%; extracto libre de nitrógeno 24.75 %. En cuanto al grado de utilización digestiva de los nutrientes del ensilado de contenido ruminal resultó para PC 48.94 %, EE 93.49 % y CHO 26.27 %. El nivel energético obtenido para NDT es 34.52 % y para ED 1.52 Kcal/g

## **2.2. DIGESTIBILIDAD.**

(Champton, Harris, 1972), indican que el término de digestibilidad es normalmente usado, para indicar que los nutrientes o sustancias afines son absorbidas por el tracto digestivo, al momento de ser atacados por alguna enzima o desintegrados por la micro flora.

(Aninison, 1966), reporta que la digestibilidad indica la proporción de la proteína ingerida que no es excretada en las materias fecales, a diferencia del valor biológico que es la medida de la eficiencia de los materiales nitrogenados absorbidos en la reparación y reconstrucción de los tejidos, la digestibilidad es un parámetro importante en la evaluación del valor nutritivo del forraje.

Halley (1983) y Morrison (1977), mencionados por Mollo, (1994), afirman que la digestibilidad es el alimento que se digiere (es decir que desaparece) a su paso por el tubo gastrointestinal, este proceso es comúnmente expresado en términos de coeficiente que es el porcentaje digerido de cada principio nutritivo Las pruebas de digestibilidad permiten calcular por diferencia el grado de desaparición de los nutrientes debido a la absorción, además de conocer el contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT).

### **2.2.1. Digestibilidad de alimentos**

Según Secured (1979), menciona que la digestibilidad es cuando el alimento es degradado hasta su absorción por las velocidades del intestino. La energía, el trabajo o el gasto de esta digestión son mayores o menores según las clases de alimentos y según estado fisiológico del animal o se haya lignificada o suberizada, y los que están en estado naciente y sin lignificar, de igual modo que hay alimentos que son difícilmente atacables, por otra parte, es útil la celulosa en

las raciones para dar a estas volumen o materia seca, ya que para el buen funcionamiento del complicado aparato digestivo de los herbívoros, y especialmente de los rumiantes, precisa una cantidad de esta bastante considerable y en relación con el volumen de aquel , aunque de ordinario se relacione con el peso vivo de los animales.

### **2.2.2. Tipos de digestibilidad**

Existen dos tipos de determinación de la digestibilidad como son la digestibilidad aparente y verdadera.

#### **2.2.2.1. Digestibilidad Aparente.**

Según Córdoba (2009), menciona que con este método no se conoce la proporción de la proteína que proviene de la dieta o de la secreción de nitrógeno endógeno (NE), y solo permite asumir que cantidad del alimento fue asimilado por el animal. Las principales pérdidas de NE provienen de mucoproteínas, enzimas pancreáticas e intestinales, saliva, secreciones biliares y gástricas, y células descamadas de la mucosa intestinal, así como de la proteína de origen bacteriano, los valores de DA son afectados por el nivel de proteína cruda (PC) en la dieta.

#### **2.2.2.2. Digestibilidad Verdadera.**

Córdoba (2009), indica que este método contempla la excreción de nitrógeno endógeno en sus cálculos, por lo cual ofrece un valor más exacto de la digestión de algún alimento. Como consecuencia, los valores de digestibilidad verdadera no son afectados por el contenido de proteína cruda de la dieta. Este método permite elaborar dietas en las cuales los requerimientos del alimento sean aportados de

manera apropiada. Además, para el caso de la proteína, ayudará a suplir a los animales de manera adecuada.

### **2.2.3. Digestibilidad aparente vs digestibilidad verdadera.**

Mc Donald (1986), menciona que, al determinar el coeficiente de la digestibilidad como la diferencia entre los nutrientes ingeridos y excretados, se está ignorando el hecho de que no todo el material que compone las heces es realmente alimento no digerido. Parte de las heces está formado por enzimas, sustancias secretadas al intestino y células de descamación epitelial, las heces además contienen una cantidad apreciable de sustancias extraíbles por éter y minerales de origen metabólico, porque las heces son la ruta de excreción de ciertos minerales, particularmente calcio.

### **2.2.4. Pruebas de digestibilidad**

Lachmann et al., (2009), menciona que se dan a conocer tres tipos de digestibilidad que son:

Prueba de digestibilidad *in vivo*, se estima bajo cierto número de animales se le da una cantidad exacta del alimento en estudio que se ve afectada por la eficiencia metabólica animal

Prueba de digestibilidad *in vitro*, se simula el proceso natural de digestión en laboratorio en condiciones anaeróbicas para tal efecto se utiliza el fluido ruminal difícilmente pueda recrear las transformaciones que ocurren in vivo.

Prueba de digestibilidad *in situ*, se estima en animales fistulados, se colocando en alimento en el rumen

### **2.2.5. Digestibilidad “*in vivo*”**

MC Donald (2002), la digestibilidad es un criterio importante porque mide directamente la proporción de nutrientes del alimento que están disponibles para su absorción por el organismo.

### **2.2.6. Ensayos del método *in vivo***

#### **a) Colección total de heces**

Lachmann et al., (2009), el método de colección total de heces, es el más confiable, ya que involucra factores directos del alimento con el animal. Lo ofrecido al animal, lo rechazado y muestras de heces son analizados en laboratorio y así, determinar la digestibilidad del nutriente del alimento, como ya mencionamos, la digestibilidad de un alimento o nutriente es esencial para determinar cuánto de lo que el animal consume en una dieta es realmente absorbido y por consiguiente, determinar la calidad de una dieta.

#### **b) Indicadores o marcadores**

Lachmann et al., (2009).El uso de indicadores como óxido de cromo, presenta antecedentes de eficiencia como sistema de marcaje para estimar digestibilidad *in vivo*. Sin embargo, la determinación analítica es costosa y requiere de un delicado manejo, siendo la lignina un marcador interno que permite ahorrar tiempo y recursos económicos

Un indicador debe de ser inerte y no tóxico, no tener efectos fisiológicos, no ser absorbido ni metabolizado en su paso por el tracto digestivo y debe ser recuperado completamente tanto de materias primas como de alimentos procesados, debe mezclarse bien con el alimento y mantenerse uniformemente

distribuido en la digesta, no tener influencia sobre las secreciones alimentarias, digestión, absorción, motilidad del tracto digestivo o sobre la excreción, no tener efecto sobre la microflora del tracto digestivo del hospedero; además debe tener cualidades que permitan su medición precisa y ser barato (Rodríguez et al., 2007)..

### **2.2.7. Digestibilidad por diferencia**

Martinez (2005), menciona que en rumiantes, la determinación de la digestibilidad de las materias primas no forrajeras requiere conocer la digestibilidad del forraje utilizado como ración basal. Luego se determina la digestibilidad conjunta del forraje y la materia prima problema. La digestibilidad de la materia prima investigada se calcula como la diferencia entre la digestibilidad de la ración completa y la del forraje base.

### **2.2.8. Factores que influyen en la digestibilidad**

Holmes et al, (1992), menciona que existen principalmente cuatro factores que afectan la digestibilidad. Tales factores estarían relacionados con el tipo de animal, los niveles de consumo, la composición de la ración y los tratamientos de los respectivos componentes de la ración, la digestibilidad es una propiedad más bien del alimento que del animal; varía entre vegetales y de una especie a otra. El nivel de alimentación es otro factor que influye sobre la digestibilidad, ya que altos niveles de consumo producen un aumento en la tasa de pasaje del alimento y disminuye la digestibilidad debido a que las partículas de alimento estarían expuestas a los organismos y enzimas digestivas por menor período de tiempo. Este efecto se acentúa cuando el alimento es de baja digestibilidad, produciéndose pocas diferencias con alimentos de mayor digestibilidad.

### 2.3 VALORACIÓN ENERGÉTICA.

Aguilera (2001), hace referencia que el contenido de energía nutricionalmente útil para fines rutinarios y de servicio no puede ser determinado en forma *in vivo*, dado el tiempo y lo aparatoso de la determinación *in vivo* para la obtención de resultados, por lo que necesariamente se recurre a su estimación a partir de análisis de laboratorio. La mayoría de los laboratorios utilizan ecuaciones de regresión entre uno o más parámetros químicos, biológicos o estimaciones de ambos y el valor energético determinados *in vivo*, existen diferentes formas de expresar el valor energético de los alimentos dependiendo del nivel de uso de dicha energía por parte del animal.

### 2.4. NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES.

Es la suma de la proteína digestible, carbohidratos no estructurales digestibles, FDN digestible y 2,25 veces el contenido de grasa o EE digestible. Como se muestra en la siguiente ecuación (Roque, 2015).

$$\text{NDT} = \frac{(\%PC * \%DPC) + (\%EE * \%DEE) * 2.25 + (\%FC * DFC) + (\%ELN * DELN)}{100}$$

Los nutrientes digestibles totales (NDT) se estimaron por deducción a partir del consumo de alimento, la composiciones químicas de alimento y heces, en la composición, extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), proteína total (PT), ceniza total (CT) y extracto libre de nitrógeno (ELN) cada una de estas multiplicado por su coeficiente de digestibilidad finalmente dividido por 100%.

## **2.5. CONTENIDO RUMINAL.**

Botero (1998), el contenido ruminal del ganado bovino es el alimento (generalmente pasto) que el animal ingirió antes de su faena y permaneció en el estómago al momento del sacrificio, este residuo, se obtiene en grandes cantidades en los frigoríficos y es considerado un desperdicio de la industria, no obstante, a partir de investigaciones teóricas y experiencias prácticas, fue posible sacarle provecho al material proveniente del rumen de los vacunos, ya que resulta muy útil como fertilizante natural para el suelo.

### **2.5.1. Características del contenido ruminal (CR).**

Domínguez, (2013), explica que el CR es un material por lo general pasto que es ingerido, el contenido ruminal es de color amarillo verdoso y contiene una cantidad considerable de flora y fauna microbiana.

Castro (2003), el contenido ruminal según sus características puede ser procesado en la Planta de Subproductos en forma similar al procesamiento de la sangre (deshidratación). El producto obtenido se utiliza en la industria de alimentos balanceados, para ser incluido en la formulación de algunas dietas alimenticias

### **2.5.2. Composición química del contenido ruminal.**

Según Quespas (2016), menciona que el contenido ruminal tiene alto contenido de flora y fauna y puede ser utilizado como un subproducto, los resultados en su trabajo de tesis titulada Ensilado de avena con 20% de contenido ruminal reporto un resultado de composición físico química de PC=10.37, EE=2.85, FC=32.39.

Quespas L (2016), reporto en su trabajo de tesis titulada Silo de maíz + 9% de contenido ruminal los resultados de composición físico química de PC=8.14, EE=1.69, FC=20.97, ELN=61.88, se presenta un cuadro que muestra la composición del contenido ruminal del Laboratorio de nutrición animal y bromatología

**CUADRO 01.** Composición físico químico de ensilado de avena con diferentes porcentajes del contenido ruminal.

| Parámetro        | Niveles de contenido ruminal |       |       |       |       |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 0%                           | 5%    | 10%   | 15%   | 20%   |
| Humedad %        | 76.58                        | 75.51 | 75.81 | 77.7  | 80.04 |
| Materia seca %   | 23.43                        | 24.50 | 24.19 | 22.30 | 19.96 |
| Proteína Cruda % | 10.91                        | 12.14 | 11.81 | 12.16 | 11.34 |
| Fibra cruda %    | 31.20                        | 32.24 | 30.19 | 31.48 | 29.69 |
| Grasa %          | 5.28                         | 4.09  | 4.39  | 4.56  | 5.08  |
| Cenizas %        | 9.27                         | 8.79  | 10.99 | 9.14  | 9.47  |
| Materia Orgánica | 90.73                        | 91.22 | 89.50 | 90.87 | 90.54 |

Fuente: Valencia J (2005)

### 2.5.3. Microorganismos ruminales.

Allison (1985), menciona que el sistema microbiano ruminal es un activo proceso regulado mediante complejos mecanismos bioquímicos. En el rumen existe una fase gaseosa donde podemos encontrar metano (CH<sub>4</sub>) y CO<sub>2</sub>, y otra acuosa que tiene dos estratos: estrato ventral (90 % agua y 10 % MS), donde están las

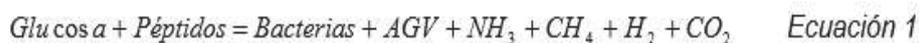
partículas de alimento de mayor densidad y de forraje con más de 12 h de digestión; estrato superior (80 % agua y 20 % MS) conformado por un manto de forraje de baja densidad. Por tanto, los estratos difieren en composición y actividad microbiana; en la fase acuosa los microorganismos son anaerobios estrictos, con una menor cantidad de anaerobios facultativos. Las bacterias forman la mayor parte de esos microorganismos, hay un máximo de 40 % de protozoarios y menos de 8 % de hongos.

Costerton, (1980), menciona que los microorganismos del rumen pueden ser clasificados en tres grupos: (I) los microorganismos que se adhieren a la pared del rumen, (II) los que viven libremente y (III) los que están adheridos a las partículas del alimento. Este último grupo representa 75 % del total de microorganismos ruminales y desde el punto de vista ecológico son los que presentan las mayores ventajas, ya que los otros pueden ser removidos del rumen más rápidamente por el flujo de la digesta.

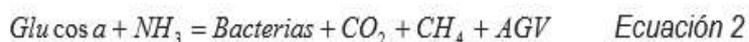
Hespell (1979), indica que un factor importante para alcanzar una actividad microbiana óptima es que los microorganismos dispongan de los sustratos necesarios para su mantenimiento y crecimiento. En ausencia de energía fermentable y algunos otros nutrientes exógenos, el 60 % de las bacterias ruminales podrían morir en un lapso de tiempo de 2 horas y alrededor del 30 % o más podrían lisiarse debido a la inanición.

#### **2.5.4. Fermentación Ruminal.**

Tamayo (2007), indica que el proceso metabólico de la fermentación ruminal es realizado por la flora y la fauna del sector gástrico que es anterior al digestivo se presenta en la siguiente forma



(Cunningham, 1997).



(Van Soest, 1994).

## CUADRO 02. Uso del contenido ruminal para el consumo del animal

| PRESENTACIÓN                                | PROCESO                               | PRODUCTO FINAL                  |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| Contenido ruminal<br>Húmedo                 | Seco                                  | Contenido ruminal semi-seco     |
| Contenido ruminal Seco                      | Seco y molido                         | Contenido ruminal seco          |
| Contenido ruminal Solo o con otros desechos | secado completo                       | Harina forrajera                |
|   | secado al ambiente                    | Contenido ruminal seco mezclado |
|   | Secado al ambiente o por aire forzado | Bloques nutricionales           |
|   | secado completo en digestores         | Harina forrajera y carne        |

Fuente: Frigorífico Guadalupe.

### 2.6. EL OVINO.

Según Galaviz y Rodríguez. (2011), los ovinos y caprinos se los considera como los rumiantes que mejor aprovechan los principios nutritivos incluso en el caso de la celulosa de baja digestibilidad. Así, la optimización de raciones y su utilización eficiente es un aspecto importante en la alimentación animal con el objetivo de

lograr mezclas de alimentos de mínimo costo y con alto valor nutricional aprovechando recursos forrajeros no convencionales, convirtiéndolos en una alternativa que resulte económica y viable.

Cooper y Thomas, (1978). Indican el mayor interés en la producción ovina es la gran capacidad de adaptación a diferentes climas, su rusticidad, resistencia a periodos de carencia de alimento, y su gran capacidad de aprovechamiento de recursos pobres.

### **2.6.1. El estómago del rumiante.**

Howard (2007), menciona que el aparato digestivo tiene entre sus funciones permitir la aprehensión y digestión de los alimentos consumidos (por ejemplo pastos, suplementos, concentrados), para después absorber y utilizar sus nutrientes (agua, proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, minerales y vitaminas), el sistema digestivo está formado por dos componentes;

1) el tubo digestivo que comienza en la cavidad oral (que incluye los dientes, labios, lengua y hocico), continúa en el esófago, estómago, intestinos delgado y grueso y termina en el ano.

2) Las glándulas accesorias, salivales, el hígado y el páncreas, tienen conductos que desembocan en el tubo digestivo, ya sea en la cavidad oral o intestino delgado.

Según Howard (2007), menciona los caprinos y ovinos se clasifican como rumiantes o especies cuyo estomago consta de cuatro compartimientos y que mastican el mismo alimento varias veces, este mecanismo de re masticación cíclica se conoce como rumia y ocurre en cuatro pasos;

1) regurgitación

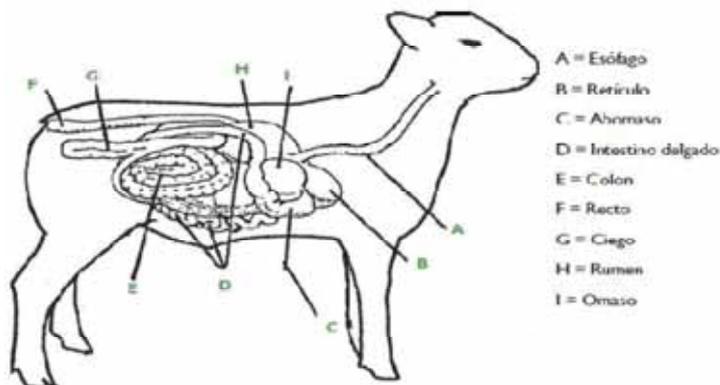
2) re-masticación

3) re-insalivación

4) re-deglución

Según Howard (2007), indica que durante la rumia, el animal regurgita una parte del alimento ya consumido procedente de dos de los cuatro compartimientos estomacales, el rumen, uno de estos dos compartimientos presenta pliegues, pilares o proyecciones musculares que, en conjunto con el esófago, formado en el rumiante por músculo tipo estriado, hacen posible que el alimento se regurgite a modo controlado para ser masticado y mezclado nuevamente con saliva antes de la re-deglución (tragado). Una vez el alimento parcialmente digerido pasa al tercer compartimiento del estómago (el omaso), ya no se somete a la rumia.

FIGURA 1. El sistema digestivo del ovino



Howard, (2007).

### 2.6.2. Requerimientos nutricionales en los ovinos.

Según Villalobos *et al.* (2000), dentro de los requerimientos, las necesidades de mantenimiento y producción, son las que cubren el adecuado funcionamiento de los diferentes estados fisiológicos (reproducción, crecimiento, etc.) y productivos

(ceba, lactancia, etc.). Estos requerimientos en los rumiantes se satisfacen por dos fuentes:

- a) proteína de origen microbiano que está disponible a nivel post-ruminal
- b) proteína de la dieta que escapa de la digestión ruminal, pero es digerida en el intestino delgado. La proteína de sobrepaso puede provenir del forraje o del suplemento, y normalmente se conoce como proteína no degradable.

## **2.7. ENSILADO.**

Rosa (2005), indica que el ensilaje es un método para conservar verde el forraje, principalmente los desechos agroindustriales. Mediante un proceso de fermentación anaerobia controlada, se mantiene estable la composición del material ensilado durante largo tiempo a través de la acidificación del medio.

Según Rosa (2005), menciona que el alimento a ensilar, que se comprime con el fin de evitar la presencia de oxígeno y su posible descomposición, experimenta una serie de transformaciones bioquímicas que permiten conservarlo a través del tiempo gracias a la acción de las enzimas en la planta, que tienen lugar en los procesos respiratorios y posteriormente en el metabolismo bacteriano de los carbohidratos y proteínas del material ensilado, en este método de preservación se lleva a cabo una serie de distintos procesos fermentativos, como la fermentación acética, donde en las células vegetales se desarrollan ciertas bacterias coniformes que producen ácido acético a partir del ácido láctico y cuya actividad requiere una temperatura de 18 a 25 °C. La fermentación láctica, a su vez, corre a cargo de bacterias lácticas que degradan los azúcares y otros carbohidratos solubles presentes en el forraje hasta producir ácido láctico. Las

bacterias que llevan a cabo esta fermentación necesitan condiciones sin oxígeno, las fermentaciones secundarias son procesos bacterianos indeseables y que es preciso minimizar. La más peligrosa es la fermentación butírica, producida por bacterias que se desarrollan entre 20-40 °C. El incremento de amoníaco generado por esas bacterias tiende a favorecer la proliferación de especies del género *Bacillus*, que generan aún más amoníaco, y algunos microorganismos nocivos que pudren el alimento almacenado

### **2.7.1. Procesos Bioquímicos que ocurren en el ensilado.**

Lino y Alejandro (2014), explican que, a partir del período de recolección y picado del forraje, hasta finalizar el proceso de ensilaje, ocurren procesos muy importantes:

**Fase 1 - Fase aeróbica.** En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

**Fase 2 - Fase de fermentación.** Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

**Fase 3 - Fase estable.** Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo. Más adelante se discutirá la actividad de *L. buchneri*.

**Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico.** Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos.

### **2.7.2. Calidad del Ensilaje.**

Según Rosa (2005), indica que para que exista una fermentación óptima y además controlada es necesaria la adecuada proporción entre las bacterias lácticas y los carbohidratos solubles, sin embargo, debido a la falta de tales carbohidratos o un bajo contenido de materia seca en algunos forrajes a ensilar, para evitar que produzcan un ensilaje de mala calidad se pueden emplear diferentes aditivos para inducir y optimizar el proceso fermentativo, como la

melaza, la pulpa de cítricos o el maíz triturado, que proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico, estabilizando así el medio, si el forraje ensilado posee más de 70% de humedad, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso, otra forma de optimizar la fermentación es mediante la introducción de enzimas que actúan sobre el sustrato, lo que se hace inoculando bacterias lácticas que están disponibles comercialmente y que, al ser agregadas, incrementan la población bacteriana y mejoran el proceso de fermentación.

### **CUADRO 03.** Calidad del ensilaje

| DETALLE                    | BUENA CALIDAD     | MALA CALIDAD |
|----------------------------|-------------------|--------------|
| Ph                         | 4.0               | 5.5          |
| Ácido láctico (% en M.S.)  | 8.5               | 1.1          |
| Ácido acético (% en M.S.)  | 1.5               | 3.0          |
| Ácido butírico (% en M.S.) | 0.5               | 3.5          |
| Nitrógeno amoniacal        | 1.0               | 4.0          |
| Color                      | Verde Amarillento | Negro        |
| Olor                       | Agradable         | Pútrido      |
| Apariencia                 | Sin hongos        | Con hongos   |
| Humedad                    | 68%               | >71 y < 68%  |
| Sabor (consumo)            | Avidez            | Rechazo      |

Fuente: Masuko *et al*, (1992)

#### **2.7.3. Evaluación del Ensilaje.**

Rosa (2005), indica que la característica de un ensilaje elaborado correctamente son el olor, la ausencia de moho, el color y la palatabilidad del producto, en efecto, debe poseer un agradable olor alcoholácido como resultado de la

fermentación, en contraste con el olor fétido del mal ensilaje; no debe haber moho en él, pues de haberlo no será apto como alimento; el color que debe tener es verde pardusco, uniforme en el exterior y en el interior, así como la palatabilidad apropiada, lo que hace que el ensilado sea bien aceptado e ingerido por el animal

**CUADRO 04** Caracterización organoléptica del ensilado.

| INDICADOR      |  | PATRÓN DE FERMENTACIÓN                              | CALIDAD   |
|----------------|--|---|-----------|
| <b>Color</b>   | Verde aceituna o amarillo oscuro   | Fermentación láctica<br>Temperatura entre 25 y 30°C | Excelente |
| <b>Olor</b>    | A miel o azucarado de fruta madura   |   |           |
| <b>Textura</b> | El forraje conserva sus contornos continuos, bien definidos. Las hojas permanecen unidas a los tallos.                 |   |           |
| <b>Color</b>   | Verde amarillento  | Fermentación láctica                                | Buena     |
| <b>Olor</b>    | Agradable, con ligero olor a vinagre   |   |           |
| <b>Textura</b> | El forraje conserva sus contornos continuos, bien definidos. Las hojas permanecen unidas a los tallos.                 |   |           |
| <b>Color</b>   | Verde oscuro   | Acética   | Regular   |
| <b>Olor</b>    | Fuerte, ácido, semejante al vinagre  |   |           |
| <b>Textura</b> | Las hojas se separan fácilmente de los tallos. Las hojas tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos |   |           |
| <b>Color</b>   | Marrón oscuro, casi negro ó negro.   | Butírica<br>Temperaturas altas                      | Mala      |
| <b>Olor</b>    | Desagradable, a mantequilla rancia   |   |           |
| <b>Textura</b> | No se aprecia diferencia entre hojas y tallos, masa amorfa, jabonosa al tacto, húmeda y brillante.                     |   |           |

Bernal y Chaverra, (2000)

#### **2.7.4. Ensilaje en microsilos.**

Lino y Alejandro (2014), mencionan que uno de los factores que más afecta a los pequeños ganaderos, es la limitada disponibilidad de forrajes de buena calidad nutritiva durante la época seca, la oferta de forraje guarda estrecha relación con la disponibilidad de germoplasma, las condiciones del suelo, del clima y del manejo que le proporcione el productor. Los forrajes constituyen la fuente más económica de nutrientes para el ganado y su disponibilidad se caracteriza por épocas de abundancia que coinciden con las lluvias; y de escasez, que coinciden con la sequía, aspecto que conduce al sobrepastoreo, a la disminución de la producción de leche, a la pérdida de peso de los animales, al retraso en el crecimiento, al incremento de los costos de producción y a un menor ingreso percibido. De estas generalidades, no se escapan los pequeños ganaderos.

Para superar estas limitantes, se requieren estrategias de conservación de forrajes que conduzcan a la disponibilidad de forraje de buena calidad en forma permanente y a bajo costo durante la época crítica del verano. Existen forrajes adaptados a las diferentes zonas agroecológicas, aspectos que de alguna manera conoce el ganadero, pero con serias deficiencias en su aprovechamiento y en especial, de improvisaciones para las contingencias resultantes de la escasez. La manera más conocida de conservar forrajes es como heno y ensilado. Sin embargo, los procesos de conservación generalmente son costosos por que implican el uso de maquinaria especializada, la cual no siempre está disponible para los pequeños productores. Una alternativa es el ensilaje en bolsas plásticas, una práctica de menor costo y que está al alcance de pequeños y medianos ganaderos con bajos recursos económicos.

### **2.7.5. Ensilaje en bolsas plásticas.**

Según los autores Argel y Peters (2002), mencionaron que el ensilaje en bolsas plásticas se presenta como una de las alternativas existentes debido a su fácil elaboración y a que no demanda una gran infraestructura ni costos elevados. es la de desencadenar, en la biomasa tratada, fermentaciones lácticas, reducción del pH, estabilidad en el olor y en el aspecto.

### **2.7.6. Embolsado.**

Lino y Alejandro (2014), explican en su libro que este es el paso más importante en todo el proceso y por eso es absolutamente necesario que la bolsa quede herméticamente sellada y con la mínima cantidad de aire dentro de ella, ya que se desencadenarían procesos butílicos de fermentación, acidificación, desarrollo de hongos y bacterias que dañan el ensilado. Para garantizar un sello hermético, se recomiendan bolsas plásticas de calibre N°. 3, que es un plástico grueso, lo que garantiza que no se va a romper con trozos de ramas.

Una vez llena la bolsa y bien compactada, lo cual se hace con las manos, se cierra y se amarra fuertemente la parte superior de ella, en seguida se dobla el moño hacia abajo para hacer un nuevo amarre. Esto nos garantiza que, 30 días después de ensilado el material esté listo para almacenar por muchos años sin que pierda su calidad nutritiva.

### **2.7.7. Ventajas del ensilaje en bolsas plásticas:**

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año y especialmente en la época seca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo.
- Conserva el buen sabor durante el tiempo de almacenamiento

- Disminuye la utilización de alimentos concentrados (Argel *et al* 2002).



**Foto 01** Material ensilado almacenado

### **2.7.8. Características del producto ensilado.**

Según los autores Argel *et al.* (2002), indican que durante el llenado de la bolsa, se pueden adicionar ciertos productos destinados a mejorar su conservación pero lo más importante es que este bien apisonado, como la melaza al 5% del peso total. Hay componentes que son muy importantes y se deben vigilar durante el proceso de ensilaje: olor, aspecto acidez, textura.

### **2.8. LA ALFALFA**

Harson (1972), menciona que en cuanto a la producción, la importancia económica y distribución geográfica, la alfalfa es un cultivo muy extendido en los países de clima templado en correspondencia con la ganadería intensiva que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria dando lugar al cultivo de la alfalfa cuya finalidad es abastecer a la industria de piensos, la importancia de cultivo de alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales así como la contribución

paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna, además es importante reducción energética que supone la fijación de simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo.

Harson (1972), menciona que el fenómeno de la tolerancia al frío es una combinación de los factores ambientales que influyen en forma distinta a las variedades de alfalfa, son atribuciones de cambios en el predominio relativo de ciertas reacciones químicas. También menciona que las plántulas son sensibles a los daños que causan las heladas a partir del momento en los cotiledones emergen del suelo hasta que forma las 4 - 5 hojas las plantas bien desarrolladas pueden volverse más tolerantes al frío.

### **2.8.1. Posición taxonómica**

Gajon (1950), menciona que el cultivo de alfalfa posee la siguiente clasificación:

Reino :Vegetal  
Clase : Angiospermas  
Subclase :Dicotiledónea  
Familia : Leguminosa  
Subfamilia : Papilionácea  
Género : Medicago  
Especie : Sativa  
Nombre científico : *Medicago sativa*  
Nombre vulgar : Alfalfa

### **2.8.2. Características botánicas de la planta de alfalfa.**

**a) Raíz:** La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5m. de longitud) con numerosas raíces secundarios, posee una corona que sale del terreno, de lo cual emergen los brotes que dan lugar a los tallos: Gajon (1950).

**b) Tallos:** Son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias: Gajon (1950).

**c) Hojas:** Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, los márgenes son lisos y con bordes superiores ligeramente dentados Gajon (1950).

**d) Flores:** La flor característica de esta familia es la de la sub familia papilionoideae. Son de color azul o púrpura, con inflorescencias racimos que nacen de las axilas de las hojas, en algunos casos se presenta flores moradas, violetas con distintas tonalidades agrupadas en racimos: Gajon (1950).

**e) Fruto:** Es una legumbre indehiscente sin espinas que contiene entre 2 a 6 semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm de longitud 1000 semillas pueden pesar 2.1 a 2.5 gramos: Gajon (1950).

### **2.8.3. Calidad del forraje.**

Cantú (2003), menciona de los nutrimentos en los forrajes que proporcionan energía son los carbohidratos, proteínas y lípidos, los primeros son los más importantes, porque generan más del 80% de la energía. La alfalfa se caracteriza por una concentración alta de proteína cruda, de la cual la mayor parte es proteína degradable en el rumen del 74-79 %. Existen investigaciones que indican que la alfalfa disminuye su digestibilidad en verano en comparación a la primavera esto debido a que en la primavera los días son más largos y capta mayor luz, lo

cual es un factor que promueve síntesis de carbohidratos solubles y por lo tanto aumenta la digestibilidad de la alfalfa durante esta estación.

Núñez (2000), reporta que cuando las temperaturas son altas disminuyen la digestibilidad por aumento de concentración de la fibra y reducción de carbohidratos solubles y proteínas; además, que promueve un aumento del grosor de las paredes celulares. Otro factor que influye en la calidad porcentual de la digestibilidad es el tipo de variedad de alfalfa.

#### **2.8.4. Uso de alfalfa**

- a) **En verde.** - La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad y digestibilidad. Lo recomendable es usarlo al corte y pastoreo. Si usa “al corte” el cultivo puede durar 15 años en el campo y 8 años “al pastoreo”. Además, el cultivo segado fresco utilizado para el consumo ganadero. Implica costos en mano de obra de la siega. Lo contrario sucede con el pastoreo directo, pues éste constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, Promarena (2008).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación empleado fue el descriptivo y experimental

##### 3.1.1 Ubicación del campo pre experimental.

Preparación del alimento (ensilado de contenido ruminal)

###### a) Ubicación Política y Geográfica.

El trabajo pre experimental de elaboración del ensilado del contenido ruminal del vacuno se ubicó en la facultad de zootecnia UNSAAC K'ayra, Distrito de San Jerónimo, Provincia y departamento del Cusco. Con una temperatura de 12.7°C Humedad relativa anual de 65%. Según estación meteorológica k'ayra (2018).

##### 3.1.2 Ubicación del campo experimental.

El campo experimental desde la adaptación del presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de San Pedro, Provincia de Canchis, Región Cusco.

###### a) Ubicación geográfica

<https://es.wikipedia> distrito de San Pedro Canchis, su ubicación geográfica está comprendida entre las coordenadas 14° 11' 10" de latitud sur, 71° 20' 36" de longitud Oeste. El distrito de San Pedro es uno de los 8 distritos de la provincia de Canchis, ubicado en Región de Cusco.

### 3.1.3 Duración del experimento.

La duración del experimento fue dentro de los cuatro meses (Setiembre 2017 – Diciembre 2017) con una duración de 106 días como se muestra en el siguiente cuadro.

**CUADRO 05.** Duración del experimento.

|  | ACTIVIDADES                          | FECHA INICIO | FECHA FINALIZACION | TOTAL DIAS |
|--|--------------------------------------|--------------|--------------------|------------|
| Proceso de obtención Del ensilado de contenido ruminal del vacuno. | Construcción de tarima               | 08/09/2017   | 15/09/2017         | 8          |
|  | Acopio de contenido ruminal          | 19/09/2017   | 05/11/2017         | 48         |
|  | Ensilado de contenido ruminal.       |              |                    |            |
| Acondicionamiento  | Acondicionamiento de ambiente        | 08/11/2017   | 10/11/2017         | 3          |
|  | Construcción de jaulas metabólicas   | 11/11/2017   | 9/12/2017          | 29         |
|  | Selección de ovinos                  |              |                    |            |
| Pre experimental   | Adaptación al nuevo alimento y jaula | 11/12/2017   | 18/12/2017         | 8          |
| Experimental   | Digestibilidad                       | 19/12/2017   | 28/12/2017         | 10         |
| Total, días  |                                      |              |                    | 106        |

## 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.2.1 materiales para el tratamiento del contenido ruminal

- Tinglado
- Tarimas acondicionadas.
- Carretilla

- Pala
- Rastrillo
- Mameluco
- Botas
- Casco
- Barbijo

### **3.2.2 Materiales y equipo para el ensilaje del contenido ruminal del vacuno.**

- Contenido ruminal de vacunos del camal.
- Melaza
- Batea 60 litros de
- Bolsas
- Balanza electrónica
- Aspiradora manual de aire
- Elásticos
- Rastrillo y pala

### **3.2.3 Materiales y equipo de gabinete**

- Equipo de computadora
- Cámara digital
- Fichas de registro
- Materiales de oficina
- Plumones

#### **3.2.4. Para la evaluación de Digestibilidad “*In vivo*”**

- 07 Bolsas colectora de heces
- Fundas de plástico
- Balanza de 30 kg
- Jaula metabólica 1.50m x 0.80m x 1.80m
- Comederos
- Bebederos

#### **3.2.5. Material biológico**

Para evaluar la digestibilidad se utilizaron 07 ovinos machos de raza Criollo con 3 a 4 años de edad aproximadamente, sanos distribuidos al azar en cada jaula uno por animal con su respectiva identificación donde cada animal conformara una unidad experimental.

#### **3.2.6. Instalaciones**

##### **3.2.6.1. Construcción de tarima**

La construcción de tarimas se realizó en el interior del camal municipal de k'ayra, las medidas fueron 5 metros de largo por 2 metros de ancho, se utilizó madera en tablas y carrizo, luego se tendió la malla raschel para el oreo del contenido ruminal.

##### **3.2.6.2. Construcción de jaulas para la digestibilidad**

Para la investigación se utilizó un ambiente acondicionado en el distrito de San Pedro- Canchis, la medida de las jaulas fue: 1.50 metros de largo por 0.80 metros de ancho y 1.80 metros de altura, con una puerta de 1.50 X 0.80 metros de medida.

Con una altura de 30 centímetros, del piso concreto a la base de las jaulas; con el fin de evitar acumulación de orina en cada una de las jaulas y para facilitar la limpieza. El material que se utilizó para la construcción de las jaulas fue madera trabajada y tablas. Cada jaula fue limpiada, desinfectada con cal antes de colocar a los animales al azar en las jaulas se instaló recipientes de madera de un diámetro 40cm de largo y 20cm de ancho y 20cm de altura fueron utilizadas como comederos, seguido de baldes de 4 litros de capacidad para utilizar como bebederos.

### **3.3 METODOLOGIA**

#### **Etapa pre-experimenta**

##### **3.3.1. Acopio de contenido ruminal**

El contenido ruminal se ha acopiado del Camal Municipal de K'ayra inmediatamente después de sacrificio del animal, utilizando pala y carretilla, para luego depositarlo en las tarimas a una altura no mayor a 10cm para impedir su putrefacción y facilite el volteado.

##### **3.3.2. Elaboración de contenido ruminal para el ensilaje**

La deshidratación y disipación del metano se izó bajo sombra hasta que llegue a un aproximado de 60 a 70 % de humedad para que llegue a ese porcentaje tenían que pasar 5 días de oreo seguidamente se procedió al ensilaje.

##### **3.3.3. Elaboración del ensilaje de contenido ruminal.**

El proceso del ensilaje consistió en el pesaje del contenido ruminal pre secado se trabajaron con 30 kg el cual se ha vertido en una tina de 60 litros de capacidad para luego ser mezclado con 2400 gramos de melaza luego se realizaron los

micro silos utilizando las bolsas de polietileno de 1m largo x 0.40cm de ancho los cuales se compactaron lo mejor que sea posible luego se ha aspirado todo el aire que estaba en la bolsa con una aspiradora para su buena fermentación y acidificación, para luego ser selladas las bolsas, en esas condiciones se depositaron en un ambiente seco y bajo sombra. Concluido el tiempo del ensilaje que duró 48 días, se abrió las bolsas y realizó muestreo para laboratorio y así determinar de digestibilidad en los ovinos.

### 3.3.4. Período de acostumbramiento

El duro un lapso de ocho días con los siguientes pasos.

- a) Se Identificó y se pesó cada ovino
- b) El alimento fue ofrecido a los animales, en una cantidad de 4400 g/día 50% de alfalfa y 50% de ensilado de contenido ruminal divididos en dos etapas, 2200 g por la 8am de alfalfa y 2200 g en la 12.00pm de ensilado del contenido ruminal del vacuno base fresca, en horario fijo (mañana y tarde) respectivamente.

**CUADRO 06.** Composición física química del ensilado de contenido ruminal

| componente                  | Ensilado    |           |
|-----------------------------|-------------|-----------|
|                             | Base fresca | Base seca |
| Materia seca                | 27.8        | 100       |
| Proteína total              | 4.1         | 14.75     |
| Extracto etéreo             | 1.3         | 4.68      |
| Fibra cruda                 | 11.6        | 41.73     |
| Extracto libre de nitrógeno | 6.88        | 24.75     |
| Ceniza                      | 3.92        | 14.10     |

Fuente: Ccama (2019)

**CUADRO 07.** Composición física química de la alfalfa

| componente                  | Alfalfa     |           |
|-----------------------------|-------------|-----------|
|                             | Base fresca | Base seca |
| Materia seca                | 21.20       | 100.00    |
| Proteína total              | 4.14        | 19.53     |
| Extracto etéreo             | 1.78        | 8.40      |
| Fibra cruda                 | 8.60        | 40.57     |
| Extracto libre de nitrógeno | 4.38        | 20.66     |
| Ceniza                      | 2.30        | 10.85     |

Fuente: Elaboración propia.

Las características físico químicas de la alfalfa se asemejan a la investigación de Church *et al* (2003) que reportó 20.19% para proteína total, 28.23% para extracto etéreo, 41% para fibra cruda, de cual extraemos la digestibilidad de la alfalfa en ovejas (anexo 06).

**CUADRO 8.** Coeficiente de digestibilidad de la alfalfa en ovinos.

|                                     | MS    | PT | EE | ELN | FC |
|-------------------------------------|-------|----|----|-----|----|
| DIGESTIBILIDAD ALFALFA EN OVINO (%) | 76.56 | 72 | 75 | 69  | 45 |

c) El agua se dio cada mañana durante todo el periodo de la investigación cambiando junto con el alimento. 8 am

## **Etapa experimental**

### **3.3.5. Periodo de colección de heces**

El período de colección tuvo una duración de 10 días, para lo cual se tomó en cuenta los registros del ensilado de contenido ruminal ofrecido consumido y rechazado de igual modo para la alfalfa, las heces se colectaron en horas de la mañana siguiendo el respectivo protocolo para seguidamente ponerlos en una bolsa de palen con su identificación del día y el número de ovino.

### **3.3.6. Análisis de laboratorio**

Se analizan las muestras para determinar si los resultados están dentro de los límites normales. La alfalfa y el ensilado de contenido ruminal es el alimento de lo cual el producto (heces) se llevaron a análisis físico químico para determinar: materia seca MS; proteína total PT; extracto etéreo EE; fibra cruda FC; extracto libre de nitrógeno ELN; ceniza C : para lo cual se realizó un cuarteo y se obtuvo muestras representativas por animal.

## **3.4. VARIABLES A EVALUAR**

### **3.4.1. Análisis químico**

Una vez obtenida las muestras fueron conservadas en papel en condiciones para laboratorio, hasta realizar los análisis químicos. Para determinar el porcentaje de nutrientes en el ensilado de contenido ruminal se utilizoel sistema de análisis Weende.

**CUADRO 09.** Método del análisis físico químico.

| <b>DETERMINACIÓN</b> | <b>MÉTODO</b>  |
|----------------------|--|
| Humedad              | Método de % gravimétrico (deshidratación. Total), Briceños (1978)                              |
| Ceniza               | Método de % gravimétrico (incineración. Total) Briceños (1978)                                 |
| Grasa                | Método de % extracción con solventes (equipo Soxhlet)  |
| Fibra Bruta          | Método de % ebullición de la muestra con ácidos y álcalis                                      |
| Proteína cruda       | Método de % digestión a base de concentración determinado semi micro Kjeldahl. Briceños (1978) |

Fuente elaboración propia

**3.4.2. Coeficiente de digestibilidad.**

Según Crampton y Harris (1974), realizo con la fórmula:

$$CD, \% = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente consumida}} \times 100$$

C.D = Coeficiente de digestibilidad

**3.4.3. Energía Digerible.**

se realizó siguiendo la formula descrita por (Roque, 2015 )

$$ED, \text{Kcal/kg MS} = \frac{(\text{NDT \%} \times 4400)}{100}$$

E D: Energía digestible

NDT: Nutrientes digeribles totales.

#### 3.4.4. Para nutrientes digeribles totales

(Roque, 2015), los nutrientes digeribles totales (NDT) se obtiene por medio de la digestibilidad de un determinado alimento siguiendo la siguiente ecuación.

$$\% \text{ NDT} = \frac{(\% \text{PC} \times \% \text{DPT}) + (\% \text{EE} \times \% \text{DEE}) * 2.25 + (\% \text{FC} \times \% \text{DFC}) + (\% \text{ELN} \times \% \text{DELN})}{100}$$

Los nutrientes digeribles totales (NDT) se estimaron por deducción a partir del consumo de alimento, la composiciones químicas de alimento y heces, en la composición, extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), proteína total (PT), ceniza total (CT) y extracto libre de nitrógeno (ELN) cada una de estas multiplicado por su coeficiente de digestibilidad ( %DPT) y finalmente dividido por 100.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Composición físico química del ensilado de contenido ruminal del vacuno.

Los resultados de la composición físico química del ensilado de contenido ruminal bovina, en términos de porcentaje. Se observa un contenido de proteína cruda de 14.75%, extracto etéreo 4.68%, fibra cruda 41.73%, extracto libre de nitrógeno 24.75% y finalmente ceniza 14.1%.

**CUADRO 10.** Composición Físico -Químico de ensilado de contenido ruminal de vacunos (%).

| <b>ENSILADO DEL CONTENIDO RUMINAL</b> | <b>BASE FRESCA</b> | <b>BASE SECA</b> |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|
| Materia seca                          | 27.8               | 100              |
| Proteína cruda                        | 4.1                | 14.75            |
| Extracto etéreo                       | 1.3                | 4.68             |
| Fibra cruda                           | 11.6               | 41.73            |
| Extracto libre de nitrógeno           | 6.88               | 24.75            |
| Ceniza                                | 3.92               | 14.1             |
| <b>Total</b>                          | <b>27.8</b>        | <b>100</b>       |

Fuente: Elaboración propia

En comparación, respecto al resultado de composición química de ensilado de contenido ruminal del vacuno, con otros autores que utilizaron el mismo producto los resultados difieren según el cuadro 10.

**CUADRO 11.** Composición físico química de ensilados de contenido ruminal del vacuno en comparación con otros autores.

| Alimento  | Composición físico química del ensilado de<br>CR del vacuno |      |       |       |       | Autores          |
|---|---|------|-------|-------|-------|------------------|
|   | (PT)  | (EE) | (FC)  | (ELN) | (C)   |                  |
| Ensilado de avena con 5% de contenido ruminal.    | 19.70   | 6.64 | 52.36 | 7.11  | 14.26 | Valencia (2005)  |
| Ensilado de avena con 20% de contenido ruminal.   | 18.91   | 8.47 | 49.52 | 7.30  | 15.70 | Valencia (2005)  |
| Ensilado de contenido ruminal                     | 13.03   | 6.23 | 59.16 | 13.09 | 8.47  | Sarmiento (2018) |
| Ensilado de contenido ruminal con borra de chicha | 10.90   | 5.19 | 52.94 | 23.15 | 7.82  | Sarmiento (2018) |

Fuente: Elaboración propia.

la presente investigación está con un 27.8% de materia seca en base fresca del ensilado de contenido ruminal. Y es considerado un ensilaje de buena calidad por tener en u aproximado al 30 % de materia seca según Soto et al (2002)

Los resultados muestran un menor porcentaje respecto a proteína total en Sarmiento (2018) que obtuvo 13.035 de proteína total del ensilado de contenido ruminal y 10.90% en ensilado de contenido ruminal con borra de chicha, mientras Valencia (2005) obtuvo mayor resultado 18.91% en ensilado de avena con 205 de contenido ruminal y 19.70% en ensilado de avena con 55 de contenido ruminal.

Así mismo el extracto etéreo es menor en comparación con los otros autores mostrados en el (cuadro 10) es probablemente por la adición de otros insumos genero influencia en el ensilaje.

El extracto etéreo fue 4.68% en el ensilado de contenido ruminal del vacuno siendo bajo en comparación con los diferentes autores mostrados en el cuadro 10 pero similares a los aliemntos que se encuentran el cuadro de FEDNA que reporta para: avena 3.55, trigo 4.53%, maíz 4.25%, cebada 3.39%,

Respecto al contenido de fibra cruda obtenido en esta investigación resulta un valor relativamente bajo con respecto a los autores en comparación, siendo 41.73% comparación de Sarmiento (2018) que obtuvo un 59.16% de fibra cruda en el ensilado de contenido ruminal y un 52.94 en ensilado de contenido ruminal con borra de chicha y valencia (2005) que obtuvo un 52.36 De ensilado de contenido ruminal con 5% de avena y un 49.52 en ensilado de contenido ruminal con 20% de avena.

Respecto contenido de extracto libre de nitrógeno 24.75% es mayor a diferencia de otros autores esto puede ser por la diferencia de lugares de donde provinieron los vacunos y sistema de alimentación al que fue sometido el animal.

Las diferencias o similitudes con respecto al ensilado de contenido ruminal sin ninguna adición es posiblemente por la alimentación recibida por el vacuno antes de que sea sacrificado en el camal y la época de beneficio que también afecta al consumo de nutrientes.

## 4.2. Determinación de la digestibilidad

Los resultados obtenidos con respecto a la de digestibilidad del ensilado del contenido ruminal de bovino resulto para materia seca 30.33%, proteína total 86.56% extracto libre de nitrógeno 51.17% extracto etéreo 39.23% y finalmente fibra total 26.10% como se puede observar en el siguiente cuadro.

**CUADRO 12.** Coeficiente de digestibilidad del ensilado del contenido ruminal.

|                                  | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| consumo de ensilado              | 0.474 | 0.070 | 0.022 | 0.117 | 0.198 |
| heces de ensilado                | 0.330 | 0.009 | 0.013 | 0.057 | 0.146 |
| Digerido de ensilado             | 0.144 | 0.060 | 0.009 | 0.060 | 0.052 |
| % de digestibilidad del ensilado | 30.33 | 86.56 | 39.23 | 51.17 | 26.10 |

La digestibilidad para materia seca es menor respecto a Ccama (2019) que reportó un 40.39% en ensilado de contenido ruminal en cuyes, a diferencia de Salgado (1993) que reportó un 44%, 41%, 47% y 47%. Para materia seca en diferentes tiempos de inoculación 6 horas, 12 horas, 24 horas y 48 horas de afrecho de cerveza.

Los resultados obtenidos en la presente investigación en digestibilidad de ensilado de contenido ruminal para proteína cruda 86.56%, resultando superior al reportado por Ccama (2019) que obtuvo un 48.94% para la digestibilidad del ensilado de contenido ruminal en cuyes, con respecto a Ordoñez (2012) que reporto un 75% a la digestibilidad aparente del maní forrajero en estado de pre-floración, según Salgado(1993) en su investigación de degradación de afrecho de

cerveza en diferentes tiempos de inoculación 6 horas, 12 horas, 24 horas y 48 horas cuyos resultados fueron 56% 52% 68% y 67% respectivamente para proteína total. El alto porcentaje de digestibilidad de proteína total es probablemente porque el nitrógeno para los microorganismos procede normalmente de la proteína de la ración.

Con respecto a extracto etéreo es 39.23% difiere en comparación con Ccama (2019) que reporto 93.49% en digestibilidad de ensilado de contenido ruminal en cuyes, respecto a Ordoñez en 2012 que reporto 66.65% en la digestibilidad aparente de maní forrajero en estado de pre floración siendo un valor alto con respecto al ensilado de contenido ruminal.

El extracto libre de nitrógeno 51.17% y fibra cruda 26.10% son superiores con respecto a Ccama (2019) que ha reportado como carbohidratos (fibra cruda y extracto libre de nitrógeno) un valor de 26.27%.

#### **4.3 Nutrientes digestibles totales.**

Los resultados de nutrientes digestibles totales del trabajo de investigación dando como resultado 40.45% que es bajo frente al reportado por Domínguez (2007) que obtuvo 58.89% en digestibilidad del ensilado de contenido ruminal mas rastrojo de maíz en la alimentación en ovinos, los resultados probablemente difieren por la adición de maíz en el ensilado. Pero superior a lo reportado por Ccama (2019) que determino en el ensilado de contenido ruminal en cuyes un valor de 34.52% para nutrientes digeribles totales.

#### **4.4 Energía digestible**

Los resultados de la energía digestible de ensilado de contenido ruminal de vacuno fue 1.77 Mcal/kg el resultado es alto respecto a Sarmiento (2018), que reporto energía digerible de 1.45 Mcal/kg para ensilado de contenido ruminal más borra de chica con melaza, también mayores con respecto a lo reportado por Ccama (2019) con un valor de 1.52 Mcal/kg.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

Según los resultados mostrados anteriormente y bajo las condiciones de la investigación en que fue desarrollado el presente trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones.

1.- La composición físico químico del ensilado de contenido ruminal de vacunos tiene valores promedios aceptables y puede ser utilizados como insumo en la alimentación animal.

2. El porcentaje de digestibilidad del ensilado del contenido ruminal de vacunos para cada componente nutricional proteína cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda, es buena

3. Los nutrientes digestibles totales (%NDT) 40.45%y energía digestible (MCal/kg MS) de 1.77 muestran valores bajos, pero eso no quita la utilidad del ensilado de contenido ruminal para la alimentación y reducción de la contaminación del medio ambiente.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Según los resultados de la investigación y bajo las condiciones en que fue desarrollado el presente trabajo se pueden recomendar:

- 1.- A partir de los resultados del ensilado de contenido ruminal de vacuno, diseñar raciones para la alimentación en ovinos.
- 2.- Realizar más trabajos de investigación sobre la utilización de desechos del camal.
- 3.- Elaborar proyectos de utilización de recursos (contenido ruminal y sub productos agrícolas) a nivel de pequeño productor.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

**AGUILERA (2001).** Valoración energética de pequeños rumiantes, artículos relacionados sobre valoración energética.

**ALLISON (1985).** Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. Journal of Range Management, 305-311.

**ANINISON (1966).** Digestibilidad -803811: Nutrición Animal Veterinaria.

**ARGEL, P. J.; GIRALDO, G.; PETERS, M.; Y LASCANO, C. (2002).** “Producción artesanal de semillas de *Cratylia* (*Cratylia argentea*)”. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Colombia), BMZ, GTZ (Alemania).

**BERNAL Y CHAVERRA (2000).** El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Tercer Mundo Editores. p. 15,16, 43, 51.

**BOTERO (1998).** Biotecnología en los microorganismos del rumen. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Medellín. p. 8, 17, 20.

**CANTU, (2003).** Principios de Bromatología Animal. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna. Departamento de producción.

**CASTRO C.A., (2003).** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Autónoma de Yucatán, Apdo. 4-116 Mérida, Yucatán, 97100 México

**CCAMA (2019).** En su tesis de grado. Determinación de nutrientes digestibles y energía de ensilado de contenido ruminal del vacuno en cuyes (*cavia porcellus* L) en la granja k'ayra- UNSAAC-Cusco Perú

**CRAMPTON,E.;HARRIS,L . (1974).** Nutricion animal aplicada 2° ed. Edit. Acribia Epaña.

**CHURCH, D.C. (2003).** “Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes”. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.

**COSTERTON, C. (1980).** Microorganismos ruminales,postularon que los microorganismos del rumen pueden ser clasificados en tres grupos.

**CÓRDOBA (2009).** Importance of the use of different digestibility techniques in pig nutrition and food formulation

**COOPER, M., & THOMAS, R. (1978).** Producción del cordero. Caracteres de más interés económico para su mejora. Traducción Graupera, F. Farming Press Ltd.

**MCDONALD. (1986).** Evaluacion de los alimentos atravez de los diferentes metodos de digestibilidad. Costa Rica

**DOMÍNGUEZ, G. (2013).** “Uso del Contenido Ruminal. Michoacan”, México

**FRIGORÍFICO GUADALUPE. SANTAFÉ DE BOGOTÁ.(1994).** Página web en línea} Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agap/frg/aph134/cap7.htm>.

**GAJON, (1950).** Cultivo de Alfalfa. México D.F. Bartolometrucco editorial. 287 p

**GALAVIZ Y RODRIGUEZ. (2011).** Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. Revista Mexicana de

Ciencias Pecuarias, vol 2, núm (1): pp 53-68 Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Morelos, México

**HARSON, (1972).** Ciencia y Tecnología de Alfalfa. Montevideo: Hemisferio Sur.

**HALLE 1983 MORRISON 1977 MENTIONED POR MOLLO 1994** In: Bolsen, K.K.; Baylor, J.E.; McCullough, M.E. (Eds.). Field Guide for Hay and Silage Management in North America, National Feed Ingredients Association. p. 33–66.

**HESPELL (1979).** “Efficiency of growth by ruminal bacteria”.EUA Microorganismos ruminales.

**HOLMES ET AL. (1992).** metodologias para determinar la digestibilidad de los alimentos.

**HOWARD (2007).** El estomago de los rumiantes. Sistemas de alimentación en ovejas”La Revista del 108 borrego; México.

**LACHMANN, M.; ARAUJO FEBRES, O. 2009** La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. [online] [consulta: 28/4/2009]

**LINO Y ALEJANDRO (2014),** “Ensilaje de Forrajas en Bolsas Plásticas” - Una alternativa para los pequeños ganaderos de conservar forrajes en la época seca - San Cayetano, Mpio. San Luis de la Paz, Guanajuato.

**MARTÍNEZ MARÍN ANDRÉS 2005.** Departamento de producción animal universidad de córdoba nutrición y alimentación animal valoración energética de alimentos

**MASUKO (1992).** Effects of inoculation with lactic acid bacterial culture al ensiling on the fermentative quality and flora of lactic acid bacteria of grass silage. anim. – SCI. - Technol. Vol. 63 No.11. p 1182-1187

**MC DONALD, (1986).** Nutrición Animal 3°. Editorial Acribia, Zaragoza (España).

**NUÑEZ H, (2000).** Valor Nutritivo de la Alfalfa. Pp 157 – 166. In; Producción y Utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Libro Técnico No 2. Primera Edición.SAGAR.INIFAP, CIRNOC, CELALA - Comarca Lagunera. 171 p.

**PROMARENA. (2008).** Cultivo de alfalfa dormante en regiones de la puna de Bolivia. La Paz.

**QUESPAS 2016** en su tesis Adición de contenido ruminal en la elaboración de silo de maíz forrajero, para ser utilizado en la alimentación de ganado lechero del Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.”

**RODRIGUEZ M., N.; SIMOES SALIBA, E. O.; GUIMARAES-JUNIOR, R. 2007.** Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. Rev. Col. Cienc. Pec. 2007; 20:4

**ROQUE, (2015).** Nutrición y alimentación animal consumo y digestibilidad de alimentos, facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Nacional de Altiplano Puno- Perú.

**ROSA D., B. (2005).** El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. *Memorias de la IV Jornada de Alimentación Animal* (pp. 1-20). Madrid.

**SARMIENTO. (2018).** “uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos en el Centro Agronómico de K´ayra-cusco . cusco: tesis de grado.Cusco

**SALGADO. (1993).** En su tesis determinación de la digestibilidad in situ del afrecho de cerveza Managua Nicaragua.

**SECURED. (1979).** Evaluacion de los alimentos a traves de los diferentes metodos de digestibilidad.

**TAMAYO. (2007).** ¿Qué produce el rumen?. Despertar Lechero. Edición No. 22. p. 58-71.

**VALENCIA (2005).** en su tesis efecto de la utilización de pasto de avena con diferentes niveles de contenido ruminal en la alimentación cuyes riobamba ecuador .

**VILLALOBOS, ET AL. (2000).** Digestibilidad de los nutrientes y parametros de fermentacion ruminal en ovinos. Mexico

## ANEXO

**ANEXO 01.** Materia seca y nutrientes ingeridos excretados y digeridos (g) de alfalfa y ensilado.

| COMPOSICION | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consumido   | 0.940 | 0.161 | 0.061 | 0.214 | 0.387 |
| Excretado   | 0.439 | 0.035 | 0.023 | 0.087 | 0.250 |
| Digerido    | 0.501 | 0.126 | 0.038 | 0.126 | 0.137 |

**ANEXO 02.** Materia seca consumida de alfalfa y ensilado (g).

| Materia seca        | Consumo promedio |      |       |
|---------------------|------------------|------|-------|
|                     | PF               | %MS  | MS    |
| Consumo de alfalfa  | 2.200            | 21.2 | 0.466 |
| Consumo de ensilado | 1.703            | 27.8 | 0.474 |

**ANEXO 03.** Consumo de nutrientes de ensilado y alfalfa expresado en (g).

| Alimento            | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    | C     |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consumo de alfalfa  | 0.466 | 0.091 | 0.039 | 0.096 | 0.189 | 0.051 |
| Consumo de ensilado | 0.474 | 0.070 | 0.022 | 0.117 | 0.198 | 0.067 |
| Total               | 0.940 | 0.161 | 0.061 | 0.214 | 0.387 | 0.117 |

**ANEXO 04.** Materia seca de heces de ovino.

| Componente | Heces | MS heces | MS    |
|------------|-------|----------|-------|
| Heces      | 0.97  | 45.40    | 0.439 |

**ANEXO 05.** Heces de nutrientes de ensilado y alfalfa.

| Componente               | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    | C     |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Heces alfalfa y ensilado | 0.439 | 0.035 | 0.023 | 0.087 | 0.250 | 0.044 |

**ANEXO 06.** Consumo, coeficiente de digestibilidad fracción digerible y excreta de alfalfa.

| Alfalfa                       | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consumo de nutrientes alfalfa | 0.466 | 0.091 | 0.039 | 0.096 | 0.189 |
| Digestibilidad alfalfa (%)    | 76.56 | 72.00 | 75.00 | 69.00 | 45.00 |
| Fracción digerible de alfalfa | 0.357 | 0.066 | 0.029 | 0.066 | 0.085 |
| Fracción heces alfalfa        | 0.109 | 0.026 | 0.010 | 0.030 | 0.104 |

**ANEXO 07.** Materia seca y nutrientes en las heces y en las fracciones de las mismas comprendientes a la alfalfa y ensilado.

| Heces                    | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Heces alfalfa y ruminaza | 0.439 | 0.035 | 0.023 | 0.087 | 0.250 |
| Fracción alfalfa heces   | 0.109 | 0.026 | 0.010 | 0.030 | 0.104 |
| Fracción ensilado heces  | 0.330 | 0.009 | 0.013 | 0.057 | 0.146 |

**ANEXO 08.** Coeficiente de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal.

| Componentes          | MS    | PT    | EE    | ELN   | FC    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Consumo de ensilado  | 0.474 | 0.070 | 0.022 | 0.117 | 0.198 |
| Heces de ensilado    | 0.330 | 0.009 | 0.013 | 0.057 | 0.146 |
| Digerido de ensilado | 0.144 | 0.060 | 0.009 | 0.060 | 0.052 |
| % de digestibilidad  | 30.33 | 86.56 | 39.23 | 51.17 | 26.10 |

**ANEXO 09.** Cálculo de nutrientes digeribles totales de ensilado de contenido ruminal.

$$\text{NDT} = \frac{(\%PC \cdot \%DPC) + (\%EE \cdot \%DEE) \cdot 2.25 + (\%FC \cdot \%DFC) + (\%ELN \cdot \%DELN)}{100}$$

%PC: composición físico química de proteína

% DPC: coeficiente de digestibilidad de la proteína del ensilado

$$\text{NDT} = \frac{(14.75 \cdot 86.56) + (4.68 \cdot 39.23) \cdot 2.25 + (41.73 \cdot 26.10) + (24.75 \cdot 51.17)}{100}$$

$$\text{NDT} = 40.45 \%$$

**ANEXO 10.** Energía digerible de ensilado de contenido ruminal.

La ED del trabajo de investigación es:

$$\text{ED} = \frac{\text{NDT} \% \cdot 4400}{100}$$

$$\text{ED} = \frac{40.45 \cdot 4400}{100}$$

$$\text{ED} = 1779.8 \text{ (kcal ED/kg ms), equivalente a } 1.78 \text{ (kcal/g).}$$

**ANEXO 11.** Registro de suministro rechazado y consumido del alfalfa y ensilado (g) (base fresca).

|            | día | Alimento alfalfa kg |           |           | alimento ensilado de contenido ruminal kg |           |           | total consumido de ensilado (g) | promedio consumido Ensilado (g) |
|------------|-----|---------------------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
|            |     | suministro          | rechazado | consumido | suministro                                | rechazado | consumido |                                 |                                 |
| OVINO N° 1 | 1   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.082     | 2.118     | 17.199                          | 1.720                           |
|            | 2   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.700     | 1.500     |                                 |                                 |
|            | 3   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.060     | 2.140     |                                 |                                 |
|            | 4   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.600     | 1.600     |                                 |                                 |
|            | 5   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.102     | 2.098     |                                 |                                 |
|            | 6   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.700     | 1.500     |                                 |                                 |
|            | 7   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.716     | 1.484     |                                 |                                 |
|            | 8   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.712     | 1.488     |                                 |                                 |
|            | 9   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.609     | 1.591     |                                 |                                 |
|            | 10  | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.520     | 1.680     |                                 |                                 |
| OVINO N° 2 | 1   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.065     | 2.135     | 16.488                          | 1.649                           |
|            | 2   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.710     | 1.490     |                                 |                                 |
|            | 3   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.002     | 2.198     |                                 |                                 |
|            | 4   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.120     | 2.080     |                                 |                                 |
|            | 5   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.800     | 1.400     |                                 |                                 |
|            | 6   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.803     | 1.397     |                                 |                                 |
|            | 7   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.802     | 1.398     |                                 |                                 |
|            | 8   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.801     | 1.399     |                                 |                                 |
|            | 9   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.796     | 1.404     |                                 |                                 |
|            | 10  | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.613     | 1.587     |                                 |                                 |
| OVINO N° 3 | 1   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.032     | 2.168     | 19.156                          | 1.916                           |
|            | 2   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.920     | 1.280     |                                 |                                 |
|            | 3   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.006     | 2.194     |                                 |                                 |
|            | 4   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 1.010     | 1.190     |                                 |                                 |
|            | 5   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.600     | 1.600     |                                 |                                 |
|            | 6   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.062     | 2.138     |                                 |                                 |
|            | 7   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.052     | 2.148     |                                 |                                 |
|            | 8   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.064     | 2.136     |                                 |                                 |
|            | 9   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.056     | 2.144     |                                 |                                 |
|            | 10  | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.042     | 2.158     |                                 |                                 |
| OVINO N° 4 | 1   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.072     | 2.128     | 18.929                          | 1.893                           |
|            | 2   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.500     | 1.700     |                                 |                                 |
|            | 3   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.000     | 2.200     |                                 |                                 |
|            | 4   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 1.012     | 1.188     |                                 |                                 |
|            | 5   | 2.200               | 0.000     | 2.200     | 2.200                                     | 0.802     | 1.398     |                                 |                                 |

|                     |    |       |       |       |                     |       |       |        |       |
|---------------------|----|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|--------|-------|
|                     | 6  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.074 | 2.126 |        |       |
|                     | 7  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.100 | 2.100 |        |       |
|                     | 8  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.203 | 1.997 |        |       |
|                     | 9  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.201 | 1.999 |        |       |
|                     | 10 | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.107 | 2.093 |        |       |
| OVINO N° 5          | 1  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.108 | 2.092 | 16.145 | 1.615 |
|                     | 2  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.800 | 1.400 |        |       |
|                     | 3  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.020 | 2.180 |        |       |
|                     | 4  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.997 | 1.203 |        |       |
|                     | 5  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.700 | 1.500 |        |       |
|                     | 6  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.403 | 1.797 |        |       |
|                     | 7  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.713 | 1.487 |        |       |
|                     | 8  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.704 | 1.496 |        |       |
|                     | 9  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.708 | 1.492 |        |       |
|                     | 10 | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.702 | 1.498 |        |       |
| OVINO N° 6          | 1  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.101 | 2.099 | 16.040 | 1.604 |
|                     | 2  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.600 | 1.600 |        |       |
|                     | 3  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.010 | 2.190 |        |       |
|                     | 4  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.926 | 1.274 |        |       |
|                     | 5  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.801 | 1.399 |        |       |
|                     | 6  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.602 | 1.598 |        |       |
|                     | 7  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.807 | 1.393 |        |       |
|                     | 8  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.801 | 1.399 |        |       |
|                     | 9  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.706 | 1.494 |        |       |
|                     | 10 | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.606 | 1.594 |        |       |
| OVINO N° 7          | 1  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.310 | 1.890 | 15.273 | 1.527 |
|                     | 2  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.662 | 1.538 |        |       |
|                     | 3  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.090 | 2.110 |        |       |
|                     | 4  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.982 | 1.218 |        |       |
|                     | 5  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.814 | 1.386 |        |       |
|                     | 6  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.703 | 1.497 |        |       |
|                     | 7  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.826 | 1.374 |        |       |
|                     | 8  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.813 | 1.387 |        |       |
|                     | 9  | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.811 | 1.389 |        |       |
|                     | 10 | 2.200 | 0.000 | 2.200 | 2.200               | 0.716 | 1.484 |        |       |
| Promedio            |    |       |       | 2.200 | Promedio            |       |       |        | 1.703 |
| Desviación estándar |    |       |       | 0E+00 | Desviación estándar |       |       |        | 0.149 |
| C. de variabilidad  |    |       |       | 0     | C. de variabilidad  |       |       |        | 8.741 |

**ANEXO 12.** Peso de heces de ovino alimentados con ensilado y alfalfa (g) (base fresca)

| OVINOS              | día   | total peso de heces (g) | promedio de heces (g) |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-----------------------|
|                     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |                         |                       |
| 1                   | 0.98  | 0.994 | 0.992 | 0.997 | 0.982 | 0.904 | 0.907 | 0.969 | 0.965 | 0.966 | 9.656                   | 0.966                 |
| 2                   | 0.748 | 0.999 | 1.106 | 0.893 | 0.973 | 0.934 | 0.912 | 1.009 | 1.002 | 1.013 | 9.589                   | 0.959                 |
| 3                   | 0.992 | 1.006 | 1.02  | 1.108 | 0.996 | 0.915 | 0.934 | 1.011 | 1.04  | 1.052 | 10.074                  | 1.007                 |
| 4                   | 0.982 | 1.008 | 1.108 | 1.904 | 1.006 | 0.911 | 0.875 | 0.994 | 0.993 | 0.997 | 10.778                  | 1.078                 |
| 5                   | 0.876 | 1.002 | 1.004 | 1.204 | 0.889 | 0.889 | 0.795 | 0.907 | 0.892 | 0.986 | 9.444                   | 0.944                 |
| 6                   | 0.799 | 0.96  | 0.987 | 0.962 | 0.843 | 0.854 | 0.823 | 0.986 | 0.974 | 0.983 | 9.171                   | 0.917                 |
| 7                   | 0.752 | 0.993 | 0.978 | 0.897 | 0.856 | 0.778 | 0.789 | 0.988 | 0.983 | 0.991 | 9.005                   | 0.901                 |
| Promedio            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | 0.967                 |
| Desviación estándar |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | 0.060                 |
| C. de variabilidad  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | 6.173                 |

**ANEXO 13.** Resultado de composición física química de heces de laboratorio (base fresca)

| días                | H     | MS    | PC    | EE   | FC    | ELN   | C     |
|---------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1                   | 51.40 | 48.60 | 3.69  | 2.45 | 29.20 | 10.55 | 4.73  |
| 2                   | 55.40 | 44.60 | 3.50  | 2.42 | 26.80 | 9.52  | 4.37  |
| 3                   | 60.50 | 39.50 | 3.06  | 2.33 | 22.80 | 9.49  | 3.83  |
| 4                   | 64.70 | 35.30 | 2.88  | 2.40 | 19.30 | 9.43  | 3.40  |
| 5                   | 62.10 | 37.90 | 3.06  | 2.33 | 20.77 | 10.04 | 3.71  |
| 6                   | 54.80 | 45.20 | 3.69  | 2.40 | 27.40 | 9.33  | 4.39  |
| 7                   | 52.50 | 47.50 | 3.88  | 2.50 | 29.12 | 8.51  | 5.60  |
| 8                   | 56.00 | 44.00 | 4.00  | 2.38 | 26.80 | 7.59  | 5.24  |
| 9                   | 54.70 | 45.30 | 4.19  | 2.40 | 27.40 | 8.26  | 5.07  |
| 10                  | 54.20 | 45.80 | 4.13  | 2.42 | 28.92 | 7.31  | 5.04  |
| Promedio            | 56.63 | 45.37 | 3.61  | 2.40 | 25.85 | 9.00  | 4.54  |
| Desviación estándar | 4.34  | 4.34  | 0.47  | 0.05 | 3.59  | 1.05  | 0.72  |
| C. de variabilidad  | 7.66  | 10.00 | 13.02 | 2.12 | 13.89 | 11.66 | 15.97 |

**ANEXO 14.** Muestras de heces de laboratorio en (base fresca) a (base seca).

|     | Base fresca | Base seca |
|-----|-------------|-----------|
| MS  | 45.4        | 100       |
| PC  | 3.61        | 7.94      |
| EE  | 2.40        | 5.29      |
| FC  | 25.85       | 56.94     |
| ELN | 9.00        | 19.83     |
| C   | 4.54        | 10.00     |

**ANEXO 15.** Composición química de la alfalfa de (base fresca) a (base seca).

|     | Base fresca | Base seca |
|-----|-------------|-----------|
| MS  | 21.2        | 100       |
| PC  | 4.14        | 19.53     |
| EE  | 1.78        | 8.40      |
| FC  | 8.6         | 40.57     |
| ELN | 4.38        | 20.66     |
| C   | 2.3         | 10.85     |

**ANEXO 16.** Composición física química del ensilado de (base fresca) a (base seca).

|     | Base fresca | Base seca |
|-----|-------------|-----------|
| MS  | 27.8        | 100       |
| PC  | 4.1         | 14.75     |
| EE  | 1.3         | 4.68      |
| FC  | 11.6        | 41.73     |
| ELN | 6.88        | 24.75     |
| C   | 3.92        | 14.10     |

**ANEXO 17.** Informes de análisis físico química de muestras (laboratorio)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANALISIS QUIMICO

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA**

**INFORME DE ANÁLISIS**

**SOLICITANTE: ABEL CCAMA MENDIGURE**

**DISTRITO: SAN JERONIMO**

**PROVINCIA: CUSCO**

**MUESTRA: ENSILADO DE CONTENIDO RUMINAL DE VACUNO**

**FECHA: C/03/12/2017**

**RESULTADO ANÁLISIS FISICO QUÍMICO:**

**RESULTADO EN BASE HUMEDA.**

| BASE FRESCA       |        |
|-------------------|--------|
| Humedad %         | 72.2   |
| Proteína %        | 4.1    |
| Extracto etéreo % | 1.3    |
| Ceniza %          | 3.92   |
| Fibra cruda %     | 11.6   |
| ELN %             | 18.48  |
| Materia seca %    | 27.8   |
| Energía %         | 102.02 |

Fuente:Ccama (2019)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0771-17-LAQ

SOLICITANTE: FREDY AGUILAR YUPANQUI

MUESTRA : ALFA ALFA

FECHA : 0/11/12/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|                  |       |
|------------------|-------|
| Humedad %        | 78.80 |
| Proteína %       | 4.14  |
| Grasa %          | 1.78  |
| Ceniza %         | 2.30  |
| Fibra %          | 8.60  |
| Carbohidratos %  | 12.98 |
| Energía Kcal/100 | 84.50 |

Cusco, 29 de Diciembre 2017



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

*[Signature]*  
 Responsable del Laboratorio  
 de Análisis Químico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

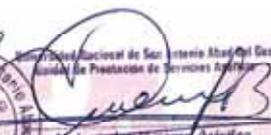
Nº0769-17-LAQ

SOLICITANTE: FREDY AGUILAR YUPANQUI  
 MUESTRA : HECES DE OVINO (MUESTRA REPRESENTATIVA)  
 FECHA : C/11/12/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|                       | M-1    | M-2    | M-3    | M-4    | M-5    |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Humedad %             | 51.40  | 55.40  | 60.50  | 64.70  | 62.10  |
| Nitrógeno %           | 0.59   | 0.56   | 0.49   | 0.46   | 0.49   |
| Grasa %               | 0.44   | 0.41   | 0.32   | 0.30   | 0.32   |
| Ceniza %              | 4.73   | 4.37   | 3.83   | 3.40   | 3.71   |
| Fibra %               | 32.20  | 29.80  | 25.80  | 22.30  | 23.77  |
| Carbohidratos Total % | 39.75  | 36.32  | 32.29  | 28.73  | 30.81  |
| Energía Kcal/100      | 177.68 | 162.97 | 144.28 | 129.10 | 138.36 |

Cusco, 29 de Diciembre 2017

  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 CA. QUÍMICA  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0770-17-LAQ

SOLICITANTE: FREDY AGUILAR YUPANQUI  
 MUESTRA : HECES DE OVINO (MUESTRA REPRESENTATIVA)  
 FECHA : C/11/12/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|                  | M-6    | M-7    | M-8    | M-9    | M-10   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Humedad %        | 54.80  | 52.50  | 56.00  | 54.70  | 54.20  |
| Nitrógeno %      | 0.59   | 0.62   | 0.64   | 0.67   | 0.66   |
| Grasa %          | 0.39   | 0.40   | 0.37   | 0.39   | 0.41   |
| Ceniza %         | 4.39   | 5.60   | 5.24   | 5.07   | 5.04   |
| Fibra %          | 30.40  | 32.12  | 29.80  | 30.40  | 31.92  |
| Carbohidratos %  | 36.73  | 37.63  | 34.39  | 35.66  | 36.23  |
| Energía Kcal/100 | 165.19 | 169.60 | 156.89 | 162.87 | 165.09 |

Cusco, 29 de Diciembre 2017

  
 Responsable Técnico del Laboratorio de Análisis Químico

## PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTOGRAFÍA 01.** Construcción de tarima.



**FOTOGRAFÍA 02.** Tarima construida



**FOTOGRAFÍA 03.** Tarima con malla racial extendida.



**FOTOGRAFÍA 04.** Acopio de contenido ruminal del camal municipal de k'ayra.



**FOTOGRAFÍA 05.** Distribución de contenido ruminal en las tarimas.



**FOTOGRAFÍA 06.** Volteado de contenido ruminal.



**FOTOGRAFÍA 07.** Oreado de contenido ruminal.



**FOTOGRAFÍA 08.** Diferenciación de los colores de contenido ruminal acopiado.



**FOTOGRAFÍA 09.** Material apto para realizar el ensilaje



**FOTOGRAFÍA 10.** Homogenización de contenido ruminal de las 3 tarimas para el ensilaje



**FOTOGRAFÍA 11.** Materiales e insumos para el ensilaje.



**FOTOGRAFÍA 12.** Proceso de ensilaje.



**FOTOGRAFÍA 13.** Extracción del aire con aspiradora del embolsado.



**FOTOGRAFÍA 14** procedimiento de amarrado de la bolsa y sellado con cinta de embalaje



**FOTOGRAFÍA 15.** Proceso de fermentación del ensilaje.



**FOTOGRAFÍA 16.** Enumerado de las jaulas metabólicas de 1 hasta 7.



**FOTOGRAFÍA 17.** Comedero y bebedero dentro de la jaula



**FOTOGRAFÍA 18.** Los 7 ovinos en cada jaula.



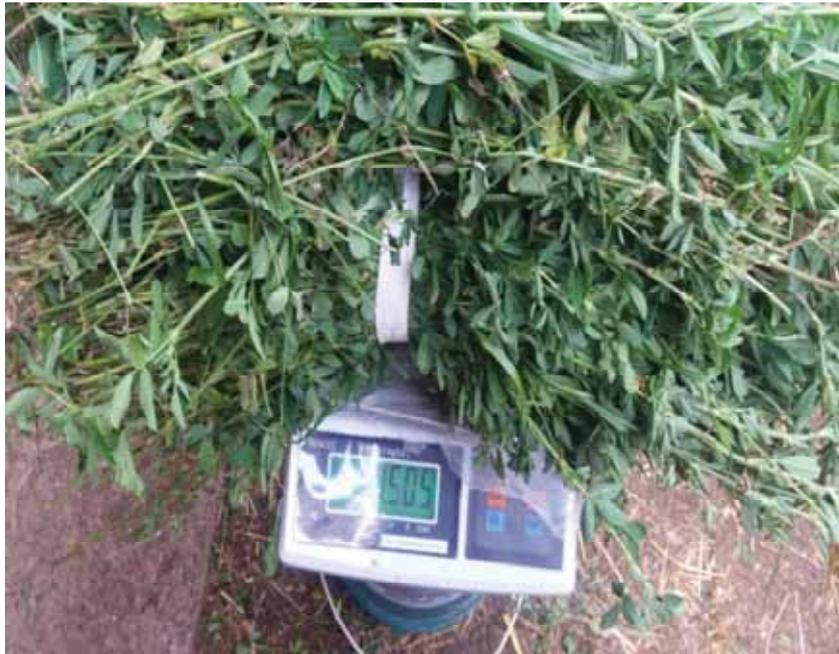
**FOTOGRAFÍA 19.** Adaptación de los ovinos a las jaulas



**FOTOGRAFÍA 20.** Bolsas recolectoras de heces.



**FOTOGRAFÍA 21.** Pesado de ensilado.



**FOTOGRAFÍA 22.** Pesado de alfalfa



**FOTOGRAFÍA 23.** Ovino consumiendo el ensilado.



**FOTOGRAFÍA 24.** Colección de heces



**FOTOGRAFÍA 25.** Pesado de las heces

**FOTOGRAFÍA 26.** Pesado de la muestra 01 – 10 para el análisis en laboratorio.



**FOTOGRAFÍA N° 27** Pesado de la muestra 01 para el análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 28** Pesado de la muestra 02 para análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 29** Pesado de la muestra 03 para análisis en laboratorio



FOTOGRAFÍA N° 30 Pesado de la muestra 04



FOTOGRAFÍA N° 31 Pesado de la muestra 05



**FOTOGRAFÍA N° 32.** Muestra 06 Para su análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 33.** Muestra 07 Para su análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 34.** Muestra 08 Para su análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 35.** Muestra 09 Para su análisis en laboratorio



**FOTOGRAFÍA N° 36.** Muestra 10 Para su análisis en laboratorio