

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

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



Tesis

**“EVALUACION DE LA DIGESTIBILIDAD *IN-VIVO* DE LA
RUMINAZA BOVINA Y ALFALFA EN CUYES (*Cavia porcellus* L.)
EN EL CENTRO AGRONOMICO K'AYRA”**

Presentado por la Bachiller en Ciencias Agrarias :
LILIA ZAIDA RODRIGUEZ CUMPA Para optar al
Título Profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA

ASESORES:

Ing. Zoot. M.Sc. ABRAHAM MACHACA MAMANI
Ing. Zoot. DAVID CASTRO CACERES.
Ing. Zoot. ZORAIDA BRENDA FLOREZ TACO

CUSCO – PERU

2019

DEDICATORIA

A DIOS

Por acompañarme en todos momentos, darme salud y conducirme por el camino del bien.

A MI MADRE ANASTASIA CUMPA FLORES

Por su invaluable amor que siempre me demostró

A MI PADRE BUENAVENTURA RODRÍGUEZ AYMACHOQUE

Por su motivación y esfuerzo para que salga adelante

A MI HERMANA RUTH YHANETH RODRÍGUEZ CUMPA Y MI CUÑADO WERNER VAN MAMANI QUISPE Y MI SOBRINO DIEGO ABNER MAMANI RODRIGUEZ

Por ser mi mejor ejemplo y estímulo para seguir adelante y por todo su apoyo incondicional toda mi gratitud para ustedes.

A FREDY AGUILAR YUPANQUI KAORI AGUILAR RODRIGUEZ

Que son mi fuente de esfuerzo y perseverancia, por su amor incondicional.

A SRA: BELINDA FIGUEROA ZAPATA

Por su confianza apoyo y cariño por darme el tiempo que le pertenecía.

LILIA ZAIDA.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores: **ING. DAVID CASTRO CACERES, M.Sc. ABRAHAM MACHACA MAMANI**, por sus conocimientos, dedicación, interés. tiempo y valiosa ayuda para la elaboración de esta investigación.

A mis dictaminarte, **MSc. EDGAR ALBERTO VALDEZ GUTIERREZ y Ing: JIM CARDENAS RODRIGUEZ**, por su orientación y consejos en la mejora de la presente investigación

A todos los docentes de la **ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**, que me dieron los conocimientos y enseñanzas durante mi formación profesional y personal.

A todos mis amigos y compañeros de la Universidad en especial a **LEIBNIZ, GABY, MIRIAM, KAREN, NORMA, NAYDA, ANALI** por su amistad y haber compartido momentos felices.

LILIA ZAIDA.

INDICE

DEDICATORIA	I
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURA	VI
INDICE DE ANEXOS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
CLOSARIO DE TERMINOS	IXx
RESUMEN.....	II
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
1.1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.1. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
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 INVESTIGACIÓN	7
2.2. BASES TEORICAS	9
2.2.1. DIGESTIBILIDAD	9
2.2.1.1. Tipos de digestibilidad.	10
2.2.1.1.1. Digestibilidad Aparente.	10
2.2.1.1.2. Digestibilidad real.....	10
2.2.1.2. Pruebas de digestibilidad.	10
2.2.1.3. Prueba de digestibilidad <i>in vivo</i>	11
2.2.1.4. Método de la diferencia:.....	11
2.2.1.5. Ensayos del método " <i>in vivo</i> "......	11
2.2.1.6. Factores que afectan la digestibilidad.....	12

2.2.2. ENERGIA DIGESTIBLE.....	13
2.2.3 NUTRIENTES DIGERIBLES TOTALES	14
2.2.4 CONTENIDO RUMINAL.....	15
2.2.4.1. Composición del Contenido Ruminal	16
2.2.4.2. Microorganismos del Contenido Ruminal	16
2.2.5 LA RUMINAZA.....	17
2.2.5.1 Valor Nutritivo de la Ruminaza.....	17
2.2.6. ALFALFA.....	18
2.2.6.1 Valor Nutritivo de la Alfalfa.....	19
2.2.7. EL CUYE (Cavia Porcellus L.).....	19
2.2.7.1. Características Generales.	20
2.2.7.2. Fisiología Digestiva del Cuy.....	20
2.2.7.3. Anatomía del estómago del cuy.....	21
2.2.7.4. Digestión microbiana.	21
CAPITULO III.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 LOCALIZACION Y AMBITO DE ESTUDIO.....	23
3.1.1 Ubicación política y geográfica.....	23
3.1.2. Días de investigación.	23
3.2 EQUIPO Y MATERIALES	24
3.2.1. Procesamiento y Obtención de la Ruminaza.	24
3.2.2. Para la evaluación de digestibilidad “in vivo”.	25
3.2.3. Material Biológico.....	25
3.2.4. Instalaciones.	25
3.3. METODOLOGIA.....	26
3.3.1 Adaptación.	26
3.3.2. Suministro de alimento.....	28
3.3.3. Periodo experimental método de colección total in vivo.....	30
3.3.4. Análisis de Laboratorio.....	30
3.3.5. Preparación de las Muestras para Análisis Químico.....	30
3.3.6. Para en Análisis Químico de muestras.	31

3.3.7. Determinación de la digestibilidad.....	32
3.3.8. Estimación de energía digestible	33
3.3.9. Estimación de nutrientes digeribles totales.	33
3.3.10. Estadígrafo.	34
CAPITULO IV.....	35
RESULTADOS Y DICUSION	35
4.1 COMPOSICIÓN FÍSICA QUÍMICA DE LA RUMINAZA.....	35
4.2 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD (%).	37
4.3 NUTRIENTES DIGERIBLES TOTALES.....	38
4.4 ENERGIA DIGERIBLE.	39
CAPITULO V.....	40
CONCLUSIONES.....	40
CAPITULO VI.....	41
RECOMEDACIONES.....	41
CAPITULO VII.	42
BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXOS.....	46

INDICE DE CUADROS

CUADRO 01. Clasificación de los alimentos según Kcal/g:.....	14
CUADRO 02. Valor de energía digestible de diferentes alimentos usados en la alimentación del cuy.	14
CUADRO 03. Composición química física de contenido ruminal.	17
CUADRO 04. Composición química de algunos residuos agrícolas.....	18
CUADRO 05. Duración del experimento.....	24
CUADRO 06. Suministro de alimento en la etapa pre experimental.....	28
CUADRO 07. Composición química base fresca de ruminaza y alfalfa.(%)	29
CUADRO 08. Promedio de digestibilidad de los nutrientes de la alfalfa en cuyes.	29
CUADRO 09. Composición física química de heces de cuy	31
CUADRO 10. Métodos para análisis químico.	32
CUADRO 11. Composición físico química de la ruminaza bovina (%).	35
CUADRO 12. Composición química en base seca de contenido ruminal del bovino por diferentes autores.	36
CUADRO 13. Coeficiente de Digestibilidad de la ruminaza bovina (%)	37

INDICE DE FIGURA

FIGURA 01. Anatomía de la cavidad abdominal del cuy.	21
---	----

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Materia seca y nutrientes consumidos excretados y digeridos (g) de alfalfa y ruminaza.....	46
ANEXO 02. Materia seca consumida de alfalfa y ruminaza (g).	46
ANEXO 03. Consumo de nutrientes de ruminaza y alfalfa expresado en (g).	46
ANEXO 04. Materia seca de heces de cuy.....	46
ANEXO 05. Heces de nutrientes de ruminaza y alfalfa.	47
ANEXO 06. Consumo, coeficiente de digestibilidad fracción digerible y excreta de alfalfa.	47
ANEXO 07. Materia seca y nutrientes en las heces y en las fracciones de las mismas comprendientes a la alfalfa y ruminaza.....	47
ANEXO 08. Coeficiente de digestibilidad de la ruminaza bovina.	47
ANEXO 09. Cálculo de nutrientes digeribles totales.....	48
ANEXO 10. Cálculo de energía digestible.	48
ANEXO 11. Consumo de ruminaza en materia seca por día y por cuy.	49
ANEXO 12. Cantidad de alimento consumido por cada animal (base fresca).	50
ANEXO 13. Peso de las heces de los cuyes alimentados con alfalfa más ruminaza (g) (base fresca).....	53
ANEXO 14. Composición química de heces de laboratorio (base fresca).....	54
ANEXO 15. Composición químico de heces (base fresca) a (base seca).....	54
ANEXO 16. Composición químico de alfalfa de (base fresca) a (base seca).....	55
ANEXO 17. Composición química de ruminaza bovina de (base fresca) a (base seca).	55
ANEXO 18. Composición física química (base seca) de ruminaza alfalfa y heces de ruminaza mas alfalfa.	55
ANEXO 19. Informe análisis físico químico de ruminaza base fresca de laboratorio UNSAAC	56
ANEXO 20. Informe de análisis físico químico de alfalfa base fresca de laboratorio UNSAAC	57
ANEXO 21. Informe de análisis fisicoquímico de heces de cuy base fresca de laboratorio.....	58
ANEXO 22. Informe de análisis fisicoquímico de heces de cuy de laboratorio	59

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 01. Preparación de maderas para la construcción de tarima.	60
FOTOGRAFÍA 02. Construcción de las tres tarimas.	60
FOTOGRAFÍA 03. Tarimas construidas.....	61
FOTOGRAFÍA 04. Malla rashel extendida en la tarima.....	61
FOTOGRAFÍA 05. Acopio de contenido ruminal.	62
FOTOGRAFÍA 06. Distribución de material en las tarimas.	62
FOTOGRAFÍA 07. Apreciación de los colores de contenido ruminal.....	63
FOTOGRAFÍA 08. Ruminaza oreando.....	63
FOTOGRAFÍA 09. Ruminaza listo para la cosecha.	64
FOTOGRAFÍA 10. Desinfección de la jaula metabólica.	64
FOTOGRAFÍA 11. Suministro de agua para cada cuy.	65
FOTOGRAFÍA 12. Pesado de ruminaza.	65
FOTOGRAFÍA 13. Suministro de ruminaza y alfalfa.....	66
FOTOGRAFÍA 14. Apreciación de consumo de alimento.	66
FOTOGRAFÍA 15. Recolección de heces.....	67
FOTOGRAFÍA 16. Pesado de heces.....	67
FOTOGRAFÍA 17. Recolecta de alimento rechazado.	68
FOTOGRAFÍA 18. Muestras de heces para respectivo análisis de laboratorio.	68

CLOSARIO DE TERMINOS

CR	:	Contenido ruminal
MO	:	Materia orgánica
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
CV	:	Coeficiente de variabilidad.
DE	:	Desviación estándar.
BS	:	Base seca.
BF	:	Base fresca

RESUMEN

La investigación fue realizado con el objetivo de evaluar la digestibilidad *in-vivo* de la ruminaza bovina en cuyes (*Cavia porcellus L.*), nutrientes digestibles totales (NDT) y energía digestible (ED) que se llevó facultad de Ciencias Agrarias K'ayra, Distrito de San Jerónimo, Provincia del cusco y Departamento del Cusco, se utilizo el método convencional *in vivo* por colección total de heces, para tal efecto se utilizaron 10 cuyes machos con un peso promedio de 990.50 distribuidos en diez jaula metabólicas individuales. con alimentación de, ruminaza 50g por la mañana y alfalfa 60g por la tarde, el agua se les dio cada mañana *ad libitum* 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)

Los resultados de la composición físico química para la ruminaza bovina fue materia seca (MS) 81,4 %; extracto etéreo (EE) 4,62%; proteína total (PT) 15,75%; extracto libre de nitrógeno (ELN) 9,23%, fibra cruda (FC) 56,88%. Los resultados en cuanto a digestibilidad de la ruminaza bovina para PC 80,08 %, EE 53,35 % y ELN 72,16 %. FC 65,95% .El nivel energético obtenido para nutrientes digeribles totales es 62,35 % y para energía digerible 2,74 Mcal/g. de acuerdo a su composición físico química puede ser considerada como un sub producto alimenticio.

Palabras claves: digestibilidad, ruminaza, cuyes, energía digestible, nutrientes digestibles totales

INTRODUCCION

Según (Van Soest, 1994), la calidad nutritiva de cualquier alimento está dada por su valor nutritivo, representado por su composición física química del alimento, y por la digestibilidad de sus constituyentes nutritivos, por el consumo voluntario del animal.

Por otro lado el contenido ruminal correctamente siguiendo el protocolo de procesamiento, secado y molido se obtiene el producto llamado ruminaza que es una fuente nutritiva casi desconocida que por sus características físico químicas constituye un alimento con buenas propiedades nutritivas por poseer un contenido de 86,86% MS y 17,87% de proteína total, también logra ser una fuente de otros nutrientes, lo cual depende de cómo se haya alimentado el vacuno antes del beneficio. En el camal municipal de K'ayra, que se encuentra al lado del Centro Agronómico K'ayra, de la Facultad de Ciencias Agrarias se benefician vacunos con una alta producción de contenido ruminal. Que por no desarrollar soluciones adecuadas que permita el subproceso de estos desechos, son arrojados al río sin ninguna consideración sanitaria ocasionando a si la contaminación ambiental. Mediante la presente investigación se busca otra fuente de alimentación para cuyes que reduzcan los costos por el consumo de alimento y se aproveche el desperdicio generado por el camal.

Al desarrollar este trabajo de investigación se desea dar a conocer una alternativa económica y de fácil acceso con el fin de obtener un suplemento alimenticio para la producción de cuyes y de esta forma aprovechar sus nutrientes mediante la digestibilidad de la ruminaza bovina.

CAPITULO I

1.1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.

Florez y Luna (2016), mencionan que si bien la ruminaza tiene buenos resultados fisicoquímicos en Humedad 14,11%, Proteína 17,3%, Grasa 5,22%, Ceniza 3,06%, Fibra 28,3%, Carbohidratos 60,31%, y ganancia de peso, en alimentación de cuyes en crecimiento, aún falta por evaluar muchos otros aspectos relacionados al valor nutritivo de la ruminaza, como es su digestibilidad.

La alimentación animales es un factor imprescindible e importante que está siendo limitado por el cosco y la situación socioeconómica del productor

Existe una necesidad en cuanto a la alimentación y disponibilidad de sub productos económicos y de fácil acceso es por ello que la ruminaza bovina sería una alternativa de uso.

En el Camal Municipal de K'ayra, se obtiene el contenido ruminal producto del beneficio de los vacunos, la misma que es desechada al rio Huatanay sin ninguna consideración ocasionando la contaminación ambiental. En consecuencia, generando respuestas de su utilidad e importancia se daría interés en la construcción de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en el camal para dicho material y dejar de ser un contaminante ambiental.

Para ello es imprescindible disponer de información nutricional de la ruminaza, generando respuestas sobre su digestibilidad.

1.1.1. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

La digestibilidad es uno de los parámetros más importantes que se debe medir para obtener información de cual alto o bajo son absorbidos los nutrientes

de un alimento por el animal y si es un alimento que responda a las exigencias nutritivas que la especie requiere:

¿Cuál es la digestibilidad de los nutrientes de la ruminaza bovina en la alimentación de cuyes?

1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

1.2.1 OBJETIVOS

1.2.1.1. Objetivo General

Determinar la digestibilidad *in-vivo* de la ruminaza bovina en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en el Centro Agronómico K'ayra.

1.2.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la composición física: materia seca y ceniza de la ruminaza bovina.
- Determinar el valor nutritivo: la digestibilidad "*in vivo*", en términos de materia seca (MS), Proteína bruta (PB), Extracto etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno (ELN) y Fibra bruta (FB) así como estimar el valor energético de la ruminaza bovina en términos de kilocalorías, nutrientes digestibles totales y energía digestible.

1.3. JUSTIFICACION

Flores y Luna (2016), han determinado que la ruminaza es un recurso alimenticio de alto valor proteico, de alta disponibilidad y un costo económico muy inferior a cualquier ingrediente necesario para preparar alimentos balanceados en la alimentación de cuyes en crecimiento.

A pesar de que se han realizado varios trabajos de investigación en la alimentación de cuyes, es necesario completar dichas informaciones, con la realización de pruebas de digestibilidad, para completar la valoración nutricional de la ruminaza, de tal suerte que se pueda obtener una información sumamente importante para futuros trabajos de investigación y sobre todo para realizar formulación de raciones balanceadas para la alimentación animal.

Por otra parte, también es necesario proponer nuevas alternativas de recursos alimenticios que sean económicos, de alto contenido de nutrientes y de gran accesibilidad. Así como también, proponer alternativas de optimización de sub-productos orgánicos procedentes de la matanza de animales que hoy en día representa un problema de contaminación ambiental.

En el Camal Municipal K'ayra, se puede observar que el contenido ruminal de los vacunos representa para los matarifes del camal un problema de colocación en el momento de la matanza, representando un gasto adicional y un problema de contaminación ambiental. Según informes de la Administración del Camal, en un día de matanza, se producen aproximadamente entre 1 a 2 toneladas de contenido ruminal. Si tenemos en cuenta lo indicado por Domínguez *et al.* (1996), quienes reportan un contenido de proteína cruda de 14.97%, que representa la calidad de recurso forrajero que se está perdiendo

En consecuencia, se hace necesario la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias para la producción animal, de tal suerte que contribuya a mejorar las condiciones nutricionales de los animales y al mismo tiempo reduzcan los costos de producción animal, bajo esta perspectiva y teniendo en cuenta algunos antecedentes de la utilización de residuos de camal, es que se plantea el presente trabajo con la finalidad de aprovechar un recurso barato, que se desperdicia, que causa problema de contaminación y de alto valor nutritivo, como es el contenido ruminal de vacunos.

CAPITULO II.

REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Paliza (1989), en su tesis sobre “Utilización del contenido ruminal del vacuno en la alimentación de cuyes en crecimiento” Tesis-FAZ-UNSAAC; utilizó cuatro tratamientos: TA= Conejina 100%+agua; TB= Conejina 90%+ Contenido ruminal 10%+ agua; TC= Conejina 80%+ Contenido ruminal 20%+ agua y TD= Conejina 70%+ Contenido ruminal 30%+ agua. De acuerdo a los resultados obtenidos, indica que el tratamiento TA obtuvo un mayor incremento de peso vivo, en comparación con las del producto experimental, por lo que deduce que el contenido ruminal del vacuno, no es eficiente en ninguno de sus niveles.

Morales *et al* (2013), en un trabajo de investigación de demuestran que el suministro del contenido ruminal de vacuno (alimento no digerido) en la dieta de cuyes en experimentación (T1, T2, T3) originó mayor ganancia de peso (278 g) frente al grupo control, cuyos semovientes recibieron solamente una ración alimenticia convencional estandarizada (concentrado); logrando un incremento superior a favor del grupo experimental con tres repeticiones, verificado con la Prueba Estadística Duncan.

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 resulto 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. BASES TEORICAS

2.2.1. DIGESTIBILIDAD

Para Church (1974), la evaluación de la digestibilidad supone la determinación de la cantidad de un determinado nutriente que desaparece en el tracto digestivo McDonald (1986), define la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido.

Según Church (1993), indica que los coeficientes de digestibilidad determinados en muchos estudios sobre nutrición hacen referencia a la fracción de un determinado alimento o dieta que desaparece durante su paso a través del

conducto gastrointestinal, suponiendo así que el proceso de absorción interviene también en la determinación del valor nutritivo.

2.2.1.1. Tipos de digestibilidad.

2.2.1.1.1. Digestibilidad Aparente.

Según Stein *et al.*, (2007), mencionan que normalmente los valores de digestibilidad que se obtienen son valores aparentes, es decir, incluyen en las heces los aportes metabólicos y endógenos provenientes de enzimas, células epiteliales, células microbiales, metabolitos, entre otros, que llegan a la luz intestinal y que no fueron ofrecidos en el alimento.

2.2.1.1.2. Digestibilidad real.

Según Cañas, (1995), indica que el procedimiento de suministro de alimento es igual que para la digestibilidad aparente, con la diferencia de que en la digestibilidad real se resta los nutrientes metabólicos fecales para el que se diferencia el origen de los nutrientes que aparecen en las heces, mediante evaluaciones que implican medición adicional de orina, los gases, calor generado, eficiencia de la rumia entre otros.

2.2.1.2. Pruebas de digestibilidad.

Según Mc Donald *et al.* (2002), menciona que hay tres pruebas de digestibilidad, como se muestra a continuación.

1. **Digestibilidad *in vivo*.** Es importante la utilización de animales donde se registra el alimento consumido rechazado y excretado para realizar la digestibilidad.
2. **Digestibilidad *in situ*.** se hace en animales fistulados, se coloca el alimento a evaluar directo en el rumen.

3. **Digestibilidad *in vitro***. consiste en simular la digestibilidad en un laboratorio en cierto tiempo. Entonces se considera la masa que pierden de los alimentos como material digestible.

2.2.1.3. Prueba de digestibilidad *in vivo*

Según Lammers (2009), menciona que la digestibilidad *in vivo* requiere utilizar un número suficiente de animales durante un periodo de tiempo que permita la adaptación a la dieta utilizada. Al final del período de adaptación se registra el consumo diario de alimento de cada animal y se recogen y pesan individualmente todas las heces producidas (método de recogida completa). El alimento y las heces se analizan en laboratorio. Los períodos de adaptación y recogida 8-10 días en rumiantes.

2.2.1.4. Método de la diferencia:

Cañas (1995), reporta que el método consiste en determinar previamente el alimento que va a acompañar el alimento problema, generalmente el alimento base es un forraje al cual se le determina la digestibilidad, existen variaciones de la técnica por diferencia para disminuir el error como son el suministro de alimentación suplementaria, dando dos alimentos en diferentes proporciones o por medio de ecuaciones de regresión.

2.2.1.5. Ensayos del método “*in vivo*”.

a) Colección total de heces

Según Crampton y Harris (1980) para determinar la digestibilidad por el método de colección de heces se le suministra al animal una cantidad de alimento exactamente pesado, se recogen las excretas emitidas correspondientes al alimento que estamos valorando y se pesan. Para la prueba o determinación de la digestibilidad se selecciona un grupo de animales, con un arreglo o diseño

experimental. Esto es necesario porque aun siendo los animales de la misma edad, sexo y raza presentan diferencias individuales en la utilización digestiva de los alimentos. Además esto permite detectar o enmendar cualquier error en las mediciones.

Para NRC, (2006), los ensayos de recolección total de heces, se caracterizan por el uso de animales en las investigaciones y por la recolección total de las heces que estos producen, en este método, primero, se establecen los requerimientos nutricionales del animal según la raza, fase de desarrollo y estado fisiológico, posteriormente, se procede a formular las dietas con las materias primas que se van a evaluar y se suministran a los animales durante por lo menos cinco días como periodo de adaptación, antes de dar inicio al periodo experimental, que puede ser de tres a cinco días

2.2.1.6. Factores que afectan la digestibilidad.

Según Castro *et al.* (1997), la digestibilidad y por lo tanto el contenido de nutrientes digestibles totales son afectados por una serie de factores importantes; existen factores externos o dependientes del alimento y factores internos dependientes del animal:

- El efecto de la composición química de los alimentos (la fracción fibra de un alimento influye sobremanera en su digestibilidad, tanto por su cantidad como por su composición química)
- La preparación de los alimentos (picado, triturado, molido, cocción, tratamientos químicos, entre otros).
- Las interrelaciones de los contenidos de proteína y fibra, la cantidad de fibra y lignina.
- El nivel de ingestión, apetito y frecuencia de alimentación.

- También están asociados con la edad de la planta y con la presencia de factores anti nutricionales.
- Dentro de los factores internos se tiene a la especie, raza, nivel de nutrición y las deficiencias nutricionales (deficiencia de proteína produce una marcada reducción en la energía digestible).
- Los animales muy viejos el desgaste de la dentadura disminuye la eficiencia de la masticación disminuyendo la digestibilidad.

2.2.2. ENERGIA DIGESTIBLE.

Mc Donald *et al.*, (2002), establece que la energía digestible aparente de un alimento, es la energía bruta contenida en una unidad de peso del alimento, menos la energía bruta contenida en las heces procedentes del consumo de una unidad de peso de dicho alimento. Una vez que un alimento se consume y se somete a procesos de degradación gastrointestinal, el remanente se expulsa en las heces. Se puede considerar que la energía digestible y el TND (nutrientes digestibles totales) de un alimento son equivalentes, ya que para el TND se multiplican los componentes proximales por su digestibilidad, y el en caso de los lípidos posteriormente por 2.25 (ya que 9.5 kcal/g es 2.25 veces más que 4.2 kcal/g). La interconversion de energía digestible a TND se hace considerando 4.4 Kcal de ED por gramo de TND.

Según Gómez y Vergara (1993), señalan que las necesidades de energía están influenciadas por la edad, producción. Una vez que estos requerimientos han sido a satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa en el cuerpo. los animales tienden a un mayor consumo de alimento a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta.

CUADRO 01. Clasificación de los alimentos según Kcal/g:

Clasificación de los alimentos	Kcal/g
Alimentos con muy baja densidad energética	<0,6 kcal/g
Alimentos de baja densidad energética	0,6—1,3kcal/g
Alimentos de densidad energética media	1,3—4 kcal/g
Alimentos de densidad energética alta	>4 kcal/g

Fuente: British Nutrición Fundación (BNF) (2011).

CUADRO 02. Valor de energía digerible de diferentes alimentos usados en la alimentación del cuy.

Alimento	Energía Digerible		Autor
	Mcal/Kg	Kcal/Kg	
Panca de maíz	1,28	1280	Caballero (1992).
Maíz challa	1,89	1890	Saravia (1993).
Alfalfa	2,56	2560	
Afrecho	3,08	3080	
Subproducto de trigo	3,22	3220	
Cebada grano	3,72	3720	
Pasta de algodón	1,64	1640	
Torta de soya	3,58	3580	
Heno de alfalfa	2,48	2480	Correa (1994).
Maíz chala	2,38	2380	
Harina de alga	0,847	847	Arenaza (1996).

Fuente Vergara (2008).

2.2.3 NUTRIENTES DIGERIBLES TOTALES

Polo (2010), reporta que las nutriente digeribles totales es un método matemático para cálculo aproximado de energía liberada por un ingrediente dado.

Este método además de valorar energéticamente a un alimento partiendo de ensayos de digestibilidad, puede valorar la energía existente en % o valores de componentes orgánicos del análisis proximal, o sea las proteínas crudas, extracto etéreo, fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno (pero no la materia mineral por ser considerada como inorgánica) y multiplicados por su digestibilidad. El producto de la multiplicación del extracto etéreo por su digestibilidad se multiplica a la vez por 2.25 pues se considera que las grasas liberan 2,25 veces más de energía que las proteínas y que los carbohidratos. Los resultados parciales se suman y el total se divide por 100 con el objetivo de expresar el NDT como porcentaje del ingrediente analizado. Los valores se pueden obtener para cualquier muestra.

1KG NDT = 4400 k cal energía digerible

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

2.2.4 CONTENIDO RUMINAL.

Para Cook (2003), en el retículo y rumen existen alrededor de 10 billones de células bacterianas por gramo de contenido ruminal y alrededor de 200 especies que son responsables de la mayor degradación de los nutrientes del contenido alimenticio. También sostiene que el complejo retículo-rumen las bacterias se clasifican por su forma o afinidad por el sustrato.

Bolero (1998), menciona que el rumen es un ecosistema anaeróbico que presenta características muy particulares de pH, temperatura y una inmensa población de microorganismos como protozoos, hongos y bacterias que están en simbiosis con el animal hospedero.

2.2.4.1. Composición del Contenido Ruminal

Según Días (2003), expresa que el contenido del rumen y retículo es de aproximadamente 4 – 6 Kg. en los ovinos y de 30-60 Kg. en los bovinos. El alimento y los productos de la fermentación se acomodan en tres capas dependiendo de su gravedad específica:

Capa gaseosa. - Se localiza en la parte superior y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos.

Capa sólida. - Está formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, por ejemplo, el día de hoy, se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño, (1 – 2 cm), el alimento consumido con más anterioridad, por ejemplo, ayer, se localiza al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficientemente y se redujo su tamaño (2-3 mm) en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo omasal.

Capa Líquida. - Se localiza ventralmente y contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos.

2.2.4.2. Microorganismos del Contenido Ruminal

En la investigación de Gonzales (2013), encontró en el contenido ruminal fresco tiene; bacterias totales, lactobacilos, hongos y levaduras.

CUADRO 03. Composición química física de contenido ruminal.

Determinación	Bovinos	Ovinos	Caprinos
Humedad	5,45	2,04	6,88
Ceniza	15,00	15,89	15,91
Proteína cruda	14,97	14,44	16,01
Grasa cruda	2,23	1,27	2,13
Fibra cruda	20,32	19,1	33,27
Extracto libre de Nitrógeno	42,01	9,43	33,36

Fuente: Domínguez *et al.* (1996).

2.2.5 LA RUMINAZA.

Florez (2016), indican que la ruminaza es el contenido ruminal previamente secado y molido, con un contenido de 86.86% de materia seca que se utiliza como insumo para la preparación de raciones en la alimentación animal, Florez (2016), en su investigación reporto un 14,11 de humedad, proteína total 17,3, 5.22% de extracto etéreo, 3.06% ceniza, 28.3% fibra cruda, 60.31% carbohidratos, en el contenido ruminal del vacuno.

2.2.5.1 Valor Nutritivo de la Ruminaza.

Según Florez (2016), el análisis físico químico de la ruminaza muestran resultados sorprendentes y lo que resalta es el alto contenido de proteína, que es 17.87%, grasa 4,66%, ceniza 26.20%, carbohidratos 61.47% y fibra 26.20%, lo que se justifica porque el contenido ruminal tiene un contenido muy especial de microorganismos, se esta frente a un producto de alto valor nutritivo, insumo proteico listo para ser utilizado en la preparación de alimento balanceado, sobre todo para cuyes u otras especies.

Según INIA (2003), menciona que los alimentos según a su procedencia difieren en composición de nutrientes como se ha precia en el siguiente cuadro.

CUADRO 04. Composición química de algunos residuos agrícolas.

Alimento	MS %	PT %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	ELN %
Paja de Rye Grass Italiano	89,15	4,14	0,38	31,11	45,16
Rastrojo de alcachofa	82,32	10,51	1,35	11,31	50,7
Chala de maíz	89,48	4,74	0,55	30,47	50,09
Paja de trigo	88,51	4,57	0,55	31,67	50,09
Paja de avena	89,74	4,3	0,7	37,9	42,32
Paja de cebada	88,4	1,01	0,63	35,5	47,48
Broza de kiwicha	88,29	10,91	1,27	18,88	47,52
Broza de vicia	87,7	9,06	0,47	35,27	38,35
Paja de maca	87,7	7,85	0,43	37,66	34,58
Broza de haba	88,54	5,31	0,29	34,22	34,22

Fuente INIA (2003).

2.2.6. ALFALFA.

Hinostroza *et al.* (2006), menciona que la alfalfa es una leguminosa cultivada tanto en climas tropicales como templados. Varias de las variedades introducidas a Perú se adaptaron muy bien a las condiciones de la Sierra Central.

Mac Donald *et al.* (2002), reporta que a diferencia de las gramíneas, la alfalfa no posee grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y relativamente grandes de pectina. Su contenido en proteínas es alto, pudiendo llegar a más del 20% cuando la planta se corta al principio de la floración.

Correa (1994), reporta que el contenido de energía digestible fue estimado en 2.48 Mcal /kg de MS; mientras que el contenido de minerales se estima en 0.31, 1.72, y 0.27% por kg de MS de fósforo, calcio, y magnesio, respectivamente

NRC (1995), expresa que la alfalfa es un forraje con alto grado de preferencia y un alto porcentaje de digestibilidad de la materia seca en cobayos

que varía entre 63 a 74% que lo convierten en uno de los más importantes insumos forrajeros empleados en la crianza de cuyes en los valles interandinos.

2.2.6.1 Valor Nutritivo de la Alfalfa.

Según Caycedo (2000), el corte debe efectuarse cuando el cultivo tiene aproximadamente un 15% de floración, pues es ahí cuando se aprovecha más la abundante cantidad de proteína, vitamina, minerales que dispone la planta, y se obtiene mayor cantidad de volumen de materia verde con una menor cantidad de tejido fibroso.

Caycedo (2000), menciona que la alfalfa es el forraje más utilizado en la alimentación de cuyes, pues posee un alto contenido de proteína del 20% en estado de prefloración además de valores adecuados de fibra 23%.

2.2.7. EL CUYE (*Cavia Porcellus L.*)

Según Veloz (2005), clasificación zoológica del cuy:

Reino:	Animal
Subreino:	Metazoarios
Tipo:	Cordado
Subtipo:	Vertebrados
Clase:	Mamíferos
Subclase:	Placentarios
Orden:	Roedor
Suborden:	Simplicidentado
Familia:	Cavidae
Género:	Cavia
Especie:	porcellus

2.2.7.1. Características Generales.

Según Church (2009), indica que el cuy es una especie originaria de la zona Andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, se cría fundamentalmente con el objeto de aprovechar su carne. También es conocido con los nombres de cobayo, curí, conejillo de indias y en países de habla inglesa como guinea.

2.2.7.2. Fisiología Digestiva del Cuy.

Según Church (2009), menciona q es una especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbial a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia. Este factor contribuye a dar versatilidad a los sistemas de alimentación.

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. (Robalino, P. 2008)

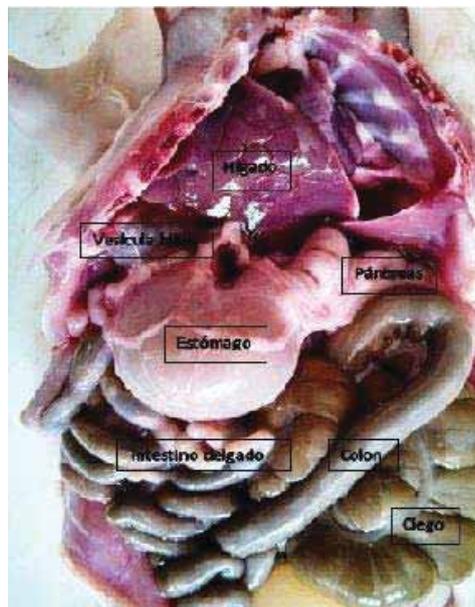
Aliaga (2006), expresa que el cuy es un animal que realiza cecotrofia, ya que produce dos tipos de heces:

- Heces blandas, que son re ingeridas y reutilizadas, ricas en nitrógeno, minerales, vitaminas y ácidos grasos volátiles.
- Heces duras, que son eliminadas.

2.2.7.3. Anatomía del estómago del cuy

Según Hill *et al* (2006), indican que el estómago es un órgano del tubo digestivo situado entre el esófago y el duodeno; realiza la digestión de los alimentos, de manera mecánica, como es el caso de la porción glandular, o bien de manera enzimática en la porción glandular; estas porciones gástricas varían en su anatomía y morfología en los distintos animales domésticos. La porción glandular se encarga de la digestión enzimática de los alimentos por medio de las secreciones enzimáticas producidas por las glándulas gástricas. Tras este proceso de digestión el producto resultante o quimo es enviado al duodeno.

FIGURA 01. Anatomía de la cavidad abdominal del cuy.



Fuente Hill *et al* (2006).

2.2.7.4. Digestión microbiana.

Caycedo (2000), El cuy presenta un sólo estómago y un ciego desarrollado y funcional, con alta presencia de flora bacteriana, identificándose también una

serie de protozoarios; siendo estos organismos los responsables de la fermentación de alimentos fibrosos.

Esquerre *et al* (1974), la presencia de una predominante flora bacteriana produce una fermentación acelerada del alimento grosero, sin embargo, el tiempo necesario para la multiplicación de los microorganismos es mayor que la retención del alimento; este problema es resuelto parcialmente por mecanismos que aumentan su permanencia y la desintegración sustancial de los carbohidratos, generando la absorción de energía bajo la forma de ácidos grasos volátiles. Asimismo, la mayor actividad fermentativa sobre el alimento, ocurre en el ciego y colon proximal.

(Hagen y Robienson, 1953; citados por Chauca, 1997). En este lugar predomina la flora bacteriana gram positiva que contribuye a cubrir sus requerimientos nutricionales a través de mecanismos como la absorción directa de bacterias metabólicas a través de la cecotrofia (Navia y Charles, 1975; citados por Burgos, 2002). Asimismo, los productos de los procesos digestivos de los alimentos a nivel del ciego (cecótrofos) son utilizados por acción de la cecotrofia que consiste en el consumo de heces blandas cecales que se da intensamente en conejos mientras que en poca escala en cuyes y no ocurre en caballos (Cheeke, 1995)

CAPITULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACION Y AMBITO DE ESTUDIO.

3.1.1 Ubicación política y geográfica.

El trabajo experimental, evaluación de la digestibilidad *in-vivo* de la ruminaza bovina en cuyes fue realizado en:

Departamento	: Cusco
Provincia	: Cusco
Distrito	: San Jerónimo
Lugar	: Centro Agronómico K`ayra
Altitud	: 3209 m.s.n.m.
Temperatura anual	: 12°C
Precipitación anual	: 600 a 800 mm
Humedad relativa	: 64%

3.1.2. Días de investigación. .

La investigación tubo un duración de cuatro meses (octubre 2017 – enero 2018) como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 05. Duración del experimento.

	ACTIVIDADES	FECHA INICIO	FECHA FINALIZACION	TOTAL DIAS
Proceso de obtención de ruminaza	Construcción de tinglado	26/10/2017	15/11/2017	21
	Construcción de tarima			
	Acopio de contenido ruminal	17/11/2017	02/12/2017	16
	Secado de contenido ruminal			
Acondicionamiento	Acondicionamiento de ambiente	06/12/2017	10/12/2017-	5
	Construcción de jaulas Metabólicas	14/12/2017	10/01/2018	28
	Selección y compra de animales			
Pre experimental	Adaptación al nuevo alimento y jaula	13/01/2018	19/01/2018	7
Experimental	Digestibilidad	20/01/2018	29/01/2018	10

3.2 EQUIPO Y MATERIALES

3.2.1. Procesamiento y Obtención de la Ruminaza.

- Carretilla
- Pala
- Rastillo
- Malla Rachel
- 02 tarimas
- Tinglado
- Mameluco
- Botas
- Casco

- Bolsas de papel
- Barbijo
- Cámara

3.2.2. Para la evaluación de digestibilidad “in vivo”.

- 10 jaulas metabólicas.
- 01 balanza electrónica.
- 01 piensa manual para separar el pelo de las excretas.
- Fichas de registro para el control , de alimentación ofrecido, rechazado, y digerido.
- Plumones y etiquetas para la identificación de jaulas.
- Aretes metálicos para la identificación de los cuyes.
- 10 comederos.
- 10 bebederos.
- Materiales de limpieza.
- Guantes descartables.
- Cámara digital.
- Bolsas de papel para transportar y conservar los alimentos y excretas.

3.2.3. Material Biológico.

Para la investigación fue necesario la utilización de diez cuyes machos adultos con peso promedio de 990.50 gr, procedentes de San Jerónimo Cusco, aparentemente sanos, se identificó a cada animal con su respectivo arete en la oreja izquierda luego se distribuyó cada cuy en su respectiva jaula metabólica.

3.2.4. Instalaciones.

Para la investigación se utilizó una sala, acondicionada en la granja K'ayra en la Facultad de Ciencias Agrarias, donde se instalaron 10 jaulas de metabólicas

para determinar la digestibilidad, cada una con dimensiones (45 cm de largo x 35cm de ancho y 35.cm de altura), construidas de metal y madera recubiertas con malla cuadrículada de 1cm x 1 cm. Cada jaula cuenta con comederos de cerámica (artesanal) y bebedero de plástico ubicados en la parte interior. Además, una bandeja metálica en plancha en forma de caída para la colección de heces.

El ambiente de digestibilidad desinfectado utilizando amonio cuaternario al 20% 1ml por 10 litros de agua en la entrada se puso cal para evitar infecciones externas.

3.3. METODOLOGIA.

3.3.1 Adaptación.

La adaptación duro siete días, para que el cuy se acostumbre a la jaula y a la nueva dieta a base de ruminaza, como se muestra a continuación.

- a) Procesamiento y obtención de la ruminaza.
 - Construcción de tinglado y tarima: se construye un tinglado de 3.00 x 4.00 por 2.50 de altura de madera con techo de calamina. Alrededor se cubre con arpillera para no permitir la radiación directa del sol, en el interior se construye una tarima de madera rollizo de 2.00 x 3.00 por 0.60 de alto que permita un buen manejo en el volteado, extendido y prevenir inundaciones. la parte superior de la tarima se enchacla con carrizo y cubre ella se extiende una malla rachel encima delo cual se colocó el contenido ruminal recién acopiado. La malla rachel permite una buena aireación y escurrido que previne estancamientos de líquido ruminal que pudiera causar putrefacción.

- Acopio de contenido ruminal: se acopia en el momento que el animal es beneficiado y abierto el rumen cuidando siempre de no contaminar con otro producto o desecho con el apoyo de una pala y una carretilla el contenido ruminal se acopia y se traslada inmediatamente al respectivo tingado y luego se extiende sobre la tarima.
 - Extendido del contenido ruminal sobre la tarima: sobre la malla rachel se extiende el contenido ruminal, en un espesor que no sobrepase los 10cm procurando que el extendido sea uniforme para facilitar el volteado así como un secado rápido y uniforme.
 - Procesó de secado: en un medio ambiente seco y sombra se realizó el proceso de secado de contenido ruminal , que fue volteado cada dos horas o cuanto fuera necesario
 - Molienda: el contenido ruminal previamente secado, se procesa a sacar en bolsas de papel y se lleva a una planta de molino, finalmente se obtiene el producto molido con una contextura similar al afrecho. llamada RUMINAZA este producto debe ser conservado en un ambiente seco.
 - Muestreo para análisis químico: se realiza un muestreo para el análisis químico correspondiente en el laboratorio de químico de la UNSAAC.
- b) Posteriormente se diseñaron y construyeron las jaulas metabólicas individuales.
- c) Se procedió a la desinfección minuciosa de las instalaciones, así como también la dosificación, contra parásitos gastrointestinales y tratamiento contra ectoparásitos.
- d) Se identificó a cada cuy, se obtuvo el peso inicial de cada animal y se les colocó en la jaula de digestibilidad.

- e) El agua se ofreció ad-libitum durante todo el periodo del experimento, cambiando diariamente antes de ofrecer el alimento.

3.3.2. Suministro de alimento

Durante el experimento se tuvo un periodo de adaptación de 7 días donde el suministro de alimento a los cuyes se dio en forma progresiva para evitar cambios bruscos en el consumo de alimento

CUADRO 06. Suministro de alimento en la etapa pre experimental.

Días	alfalfa(g)	Ruminaza(g)
1	90	40
2	80	45
3	70	50
4	60	55
5	50	60
6	40	70
7	30	80

En la parte experimental todos los días se siguió el mismo sistema de alimentación, que fue ofrecido a los 10 cuyes en base fresca, un peso de alimento de 110 gr al día distribuidos en, 60 gr a las 7am de ruminaza y 50 g a las 4pm alfalfa, la dieta se atribuye a que un cuy consume 110 a 240 g de forraje al día, el agua limpia y fresca se suministró al *ad libitum* todas cada mañanas, la ruminaza y alfalfa que no consumieron los cuyes se pesó en una balanza de precisión de 5 kilos y registrándose para así obtener el consumo diario.

CUADRO 07. Composición química base fresca de ruminaza y alfalfa.(%)

	Ruminaza	Alfalfa
Humedad	18,6	78,8
Materia seca	81,4	21,2
Proteína total	12,82	4,14
Extracto etéreo	3,81	1,78
Fibra cruda	46,3	8,6
Extracto libre de nitrógeno	7,51	4,38
Ceniza	10,96	2,3

Al inicio de la floración, momento en que debe cegarse la alfalfa, el porcentaje de materia seca de la planta es aproximadamente 20% Gomes (2005). A ese entender se asemeja a la investigación efectuada por Huarco (2012), del cual se obtiene los datos de la digestibilidad de la alfalfa en cuyes de la raza Perú con un peso promedio de 1210.7g, de sexo machos enteros con una edad aproximada de 5 meses, procedentes del criadero de INIA, los datos se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 08. Promedio de digestibilidad de los nutrientes de la alfalfa en cuyes.

Componentes	Digestibilidad cuy 1	Digestibilidad cuy 2	Digestibilidad cuy 3	Digestibilidad cuy 4	Promedio de Digestibilidad (%)
(MS)	77,44	75,66	76,47	76,69	76,56
(PC)	76,65	75,7	76,01	76,19	76,14
(EE)	76,3	73,15	74,94	74,65	74,76
(FC)	72,54	72,27	72,26	72,97	72,51
(ELN)	80,99	78,61	79,35	79,53	79,62

Fuente: Huarco (2012).

3.3.3. Periodo experimental método de colección total *in vivo*.

El período experimental duro diez días, en lo cual se tomaron en cuenta los pesos exacto del alimento consumido y rechazado de (ruminaza y alfalfa), y las heces producidas de las mismas.

Las heces se colectaron en horas de la mañana antes de dotar de ruminaza, luego se colocaron en bolsas de papel identificadas con rotulado, previamente pesados con una balanza de precisión.

Secuencia de colección de las muestras de las heces de los cuyes en estudio.

- a) Retirado del cuy de la jaula
- b) Retirado de la parrilla con heces
- c) Extracción de heces de la parrilla
- d) Colección de heces
- e) Pesado en base fresca de heces.
- f) Deposito en bolsas de papel.
- g) Traslado al laboratorio

3.3.4. Análisis de Laboratorio.

3.3.5. Preparación de las Muestras para Análisis Químico.

Para el análisis físico químico de las heces se tomó 100 gramos de heces por cuy por los diez días al final del experimento se juntaron las muestras correspondientes a cada cuy y se llevaron al laboratorio.

Con el dato obtenido de las muestras de análisis químico en laboratorio (anexo 19 – 20), fueron recuperadas la composición química del momento de

colección de heces esto para cálculos de digestibilidad. Como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 9. Composición física química de heces de cuy

Muestra	H	MS	PC	EE	FC	ELN	C
1	87,3	12,7	1,75	1,17	7,76	1,45	0,57
2	84,57	15,43	2,12	1,22	9,65	1,76	0,69
3	84,4	15,6	2,11	1,23	9,76	1,8	0,7
4	84,8	15,2	2,04	1,21	9,49	1,78	0,68
5	84,67	15,33	2,09	1,21	9,59	1,75	0,69
6	86,05	13,95	1,87	1,18	8,61	1,66	0,63
7	84,32	15,68	2,14	1,21	9,68	1,95	0,71
8	84,44	15,56	2,15	1,2	9,76	1,75	0,7
9	85,91	14,09	1,87	1,2	8,67	1,72	0,63
10	84,53	15,47	2,14	1,22	9,7	1,72	0,7
Promedio	85,10	14,90	2,03	1,21	9,27	1,73	0,67
Desviación estándar	0,99	0,99	0,14	0,02	0,68	0,13	0,05
C. de variabilidad	1,16	6,64	7,10	1,53	7,38	7,21	6,75

3.3.6. Para en Análisis Químico de muestras.

Para determinar el porcentaje de nutrientes en la ruminaza y la alfalfa se utilizó el sistema de análisis proximal de Weende como se muestra en el siguiente cuadro

CUADRO 10. Métodos para análisis químico.

DETERMINACION	METODO
Humedad	% Gravimétrico (Deshidrat. Total). A.O.A.C. (1995)
Ceniza	% Gravimétrico (Incinerac. Total). A.O.A.C. (1995)
Extracto etereo	% Extracción con solventes A.O.A.C. (1995)
Fibra cruda	% Ebullición de la muestra con ácidos y álcalis. A.O.A.C. (1995)
Proteína bruta	% Digestión a base de concentración determinada. (Semi Micro Kjeldahl). A.O.A.C. (1995)
Energía en Mcal/100	Estimación utilizando los valores de atelater A.O.A.C. (1995)

Fuete: Huarco (2012).

3.3.7. Determinación de la digestibilidad.

Crampton y Harris (1980) describió la siguiente fórmula.

$$CD = \frac{\text{cantidad ingerida} - \text{cantidad excretada}}{\text{cantidad ingerida}} \times 100$$

CD: Coeficiente de digestibilidad.

- **Metodo de la diferencia**

En muchos casos puede desearse evaluar la digestibilidad de una alimenticia cuando se administra mezclada con una o más sustancias. Un ejemplo podrían ser los suplementos de proteínas o granos (alimentos que normalmente no constituyen raciones completas) en estos casos hay que determinar la digestibilidad por diferencia. Cuando se da un concentrado balanceado no hay problema en determinar los nutrientes de cada alimento o ingrediente que lo constituyen, en cambio en las heces fecales es imposible hacer esa separación,

frente a estas circunstancias es donde toma validez la utilización del método de digestibilidad por diferencias.

Ccama (2019), en su trabajo de investigación titulada “Determinación de nutrientes digestibles y energía de ensilado del contenido ruminal de ganado vacuno en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la granja K’ayra – UNSAAC.” Utilizo datos referenciales de digestibilidad de la alfalfa como también la composición química de la misma de Huarco (2012) para obtener la digestibilidad del ensilado de contenido ruminal, teniendo este antecedente es como se realizó el presente trabajo de investigación.

3.3.8. Estimación de energía digestible

Roque (2015), menciona que la ED se puede determinar a través de nutrientes digeribles totales como se muestra en la siguiente ecuación.

$$ED, Kcal = 4.4 \times g \text{ NDT}$$

Dónde:

NDT: Nutrientes digeribles totales.

ED: Energía digestible.

3.3.9. Estimación de nutrientes digeribles totales.

Roque (2015), menciona que se determina a partir de la digestibilidad.

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

Dónde:

NDT: Nutrientes digeribles totales (%).

PC: Análisis proximal de proteína total (%).

DTC: digestibilidad de la proteína total (%).

3.3.10. Estadígrafo.

Se utilizaron los siguientes parámetros.

1. Promedio (\bar{x})
2. Desviación estándar (D.E)
3. Coeficiente de variabilidad (C.V.%)

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DICUSION

4.1 COMPOSICIÓN FÍSICA QUÍMICA DE LA RUMINAZA.

Para determinar esta variable, se realizó el análisis físico química de la muestra (ruminaza), los cuales se realizaron en base a materia seca (B.S.) los resultados obtenidos en términos de porcentajes es de proteína cruda 15,75%, extracto etéreo 4,62%, fibra cruda 56,88%, extracto libre de nitrógeno 9,23% y ceniza 13,46%. Como se muestra en el siguiente cuadro 11.

CUADRO 11. Composición físico química de la ruminaza bovina (%).

RUMINAZA BOVINA	BASE FRESCA %	BASE SECA%
Materia seca	81,4	100
Proteína cruda	12,82	15,75
Extracto etéreo	3,81	4,62
Fibra cruda	46,30	56,88
Extracto libre de nitrógeno	7,51	9,23
Ceniza	10,96	13,46

Comparando la composición física química de la ruminaza bovina que fue utilizada como alimento en este experimento, con autores como Flores (2016) y Domínguez et al (1996) y Domínguez (2007) los resultados difieren y son plasmados en el cuadro 11

CUADRO 12. Composición química en base seca de contenido ruminal del bovino por diferentes autores.

COMPONENTE	Composición físico química del contenido ruminal base seca					AUTORES
	PC	EE	FC	ELN	C	
Ruminaza	20,14	6,08	32,95	37,27	3,56	Florez (2016)
Contenido ruminal	15,84	2,36	21,5	44,44	15,87	Domínguez et al. (1996)
Contenido ruminal	10,04	3,01	34,39	37,1	15,05	Domínguez (2007)

Florez (2016), obtuvo mayor porcentaje en cuanto a proteína total 20,14% en la ruminaza bovina, por otro lado Domínguez *et al.* (1996), reporto un porcentaje, similar a esta investigación, con un 15,84% de proteína total del contenido ruminal y Domínguez (2007) obtuvo menor porcentaje de proteína total 10,04% en contenido ruminal,

Así mismo el contenido de extracto etéreo en esta investigación es de 4.62% es bajo con respecto a Florez (2016), que obtuvo 6,08% en ruminaza bovina, y relativamente alto en comparación con Domínguez et al (1996) quien reporta un 2,36% para extracto etéreo y Domínguez (2007) que reporto un contenido de extracto etéreo casi similar con un 3,01% en el contenido ruminal del vacuno.

Respecto al contenido de fibra bruta de la investigación fue de 56.88% resultando un valor alto con respecto a los demás autores mostrados en el cuadro número 11 esto probablemente de la zona de donde han sido traídos los vacunos

En cuanto al extracto libre de nitrógeno 9.23% es menor al reportado en los diferentes autores mostrados en el cuadro 11, es bajo en la investigación esto

posiblemente porque esta fracción química de la materia orgánica es digerida en el rumen a ácidos grasos volátiles.

Por otra parte en la investigación se obtuvo 13,46% de ceniza, mayor al obtenido por Florez (2016), que reporto 3,56% realizado en ruminaza y menor al obtenido por Domínguez et al (1996) en el contenido ruminal con un 15,87 de ceniza.

El resultado para proteína cruda es 15,75% se establecería en el catálogo de concentrados proteico como suplemento proteico debido a que tiene, casi un 16% de proteína total, Según el análisis proximal o método de Weende que establece sin errores la categoría donde pertenecen los alimentos de acuerdo a su composición química. Las diferencias o similitudes de los resultados en cuanto a la composición físico química de la ruminaza bovina es distinto esto porque al camal llegan animales de distintos lugares y con diferentes sistemas de alimentación.

4.2 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD (%).

Se muestra los resultados obtenidos del coeficientes de digestibilidad de ruminaza bovina en porcentajes, materia seca 71,59%, proteína cruda 80,08%, extracto etéreo 53,35%, extracto libre de nitrógeno, 72,16%, fibra cruda 65,95%, como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 13. Coeficiente de Digestibilidad de la ruminaza bovina (%)

Componentes	MS	PT	EE	ELN	FC
Consumo de ruminaza	21,42	3,37	1,00	1,98	12,18
Heces ruminaza	6,07	0,67	0,47	0,55	4,13
Digerido	15,35	2,70	0,54	1,43	8,05
% de digestibilidad	71,68	80,14	53,49	72,24	66,06

Los resultados obtenidos de coeficiente de digestibilidad en la presente investigación es de, materia seca 71,68%, proteína total 80,14% extracto etéreo 53,35% extracto libre de nitrógeno 72,24% y fibra cruda 66.06% son superiores respecto a Ccama (2019), Que reporto bajos resultados para materia seca 40,39%, proteína total 48.94%, carbohidratos (fibra cruda, extracto libre de nitrógeno) 26,27%, pero alto con respecto en extracto etéreo 93,49% en la digestibilidad de ensilado del contenido ruminal de ganado vacuno en cuyes.

Así como en la determinación de digestibilidad del subproducto de trigo en cuyes, Huayhua (2008), determinó valores similares respecto a 72,03% materia seca, menor en 27,65% proteína total, y mayor en 68,55% fibra cruda, y 78,05% extracto libre de nitrógeno.

Los valores altos o bajos con respecto a la digestibilidad de la ruminaza bovina con otros autores, estas diferencias se deben principalmente a la dieta inmediata anterior al beneficio o al sistema de alimentación al que han sido sometidos los vacunos antes del sacrificio.

4.3 NUTRIENTES DIGERIBLES TOTALES.

Los resultados de la investigación respecto a nutrientes digeribles totales resulto: 62.35%, resultando mayor, a diferencia de Ccama (209) quien realizó la investigación de nutrientes digeribles totales de ensilado de contenido ruminal en cuyes obteniendo un resultado de 34.52% y Domínguez (2007) que obtuvo un 58.84% de nutrientes digeribles totales en contenido ruminal del vacuno. siendo alto porcentaje además de su utilización de la ruminaza bovina como fuente de alimentación, que también contribuye a la menor contaminación del medio ambiente.

4.4 ENERGIA DIGERIBLE.

El resultado obtenido de la ruminaza bovina en cuanto a energía digerible, es de 2,74 (Kcal/Kg) equivale a 2.74 (Mcal / g) según la clasificación del cuadro 01 podemos inferir que el valor obtenido para ED =2.74 (Kcal / g) es un Alimento de densidad energética mediana por encontrarse en el rango de: 1,3 - 4 kcal/g. Ccama (2019) obtuvo un valor menor con 1.52 Mcal/g en ensilado de contenido ruminal.

Sin embargo autores como Garay *et al.* (2008), determinó el coeficiente de energía digestible de la cascarilla de arroz en cuyes en crecimiento y engorde obteniendo como resultado de 2.92 Mcal/Kg MS lo cual es casi similar frente a la energía digestible de la ruminaza bovina, Gómez *et al.* (1992) realizó estudios de energía digestible de la panca de maíz en cuyes estimando valores de energía digestible de 1,06 y 1,28 (Mcal/Kg) los cuales son resultados bajos.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue desarrollado el presente trabajo de investigación y basados en los resultados obtenidos, pueden establecerse las siguientes conclusiones.

1. La composición físico química de la ruminaza es proteína cruda 15.75%, extracto etéreo 4.62%, fibra cruda 56.88%, extracto libre de nitrógeno 9.23% y ceniza 13.46%. y puede ser considerado un suplemento proteico que puede emplearse como una dieta alternativa.
2. La digestibilidad de la ruminaza bovina es materia seca 71.59%, proteína cruda 80.08%; extracto etéreo 53.35% extracto libre de nitrógeno 72.16%; fibra cruda 65.95%. El valor energético en cuanto a la energía digestible 2.74 kcal/kg, y con un 62.35% de nutrientes digestibles totales.

CAPITULO VI.

RECOMEDACIONES.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en el trabajo, se propone las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar la ruminaza como aditivo en la alimentación.
2. Partiendo de los resultados de coeficientes de digestibilidad y de la energía digestible diseñar para porcinos.
3. Generar trabajos de investigación a partir de desechos generados por los camales y la producción agrícola para reducir el impacto ambiental y contribuir a mejorar la calidad de vida.

CAPITULO VII.

BIBLIOGRAFIA

A .O. A. C. 1995. Oficial Methods of Association of Oficial Analytical Chemists. parte 950. 46 99.931 y PARTE 984. 13 pp. 74

ALBA, 1983. Alimentación del ganado en América Latina. Ed. México 471 p.

ALIAGA 2006. Parición y destete de cobayos 1ra edición lima Perú editorial acribia.

BOLERO, J.L. 1998. Biotecnología en los microorganismos del rumen. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Medellín. p. 8, 17,

BRITISH NUTRICIÓN FUNDACIÓN BNF 2011 Clasificación de los alimentos en Kcal/g

CAYCEDO, V. A., 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación. Universidad de Nariño. Pasto – Colombia. 323 p.

CAÑAS R 1995. “Alimentación y Nutrición Animal”. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.

CCAMA 2019 en su tesis de grado determinación de nutrientes digestibles y energía del ensilado de contenido ruminal de ganado vacuno en cuyes (*cavia porcellus*) en la granja k'ayra –UNSAAC

CASTRO, ET AL 1997. Nutrición y alimentación de Cuyes. Primera edición. Universidad Nacional del Centro Huancayo – Perú.

CHAGEN Y ROBIENZON1953 CITADO POR CHAUCA, L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*)Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion FAO_ Roma-Italia.

CHEEKE, P. 1995. Alimentación y Nutrición Ed. Acribia. Zaragoza, España.

CHURCH, D.C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición Contenido ruminal en alimentación de cerdas

CHURCH, D.C. (1993). "Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes". Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.

COOK F 2003. Diseño Tecnológico para el aprovechamiento de subproductos del beneficio de bovinos en el matadero frigorífico de Coolesar. Tesis de Grado para Optar al Título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Popular del Cesar. Valledupar. Cesar. Colombia.

CORREA S. 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 92 p.

CRAMPTON, E. Y HARRIS, L. 1980. Nutrición animal aplicada. Editorial Acribia. de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle.

DÍAZ, A. 2003. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de Facultad de Ingenierías. Programa de Agroindustria. Universidad

DOMIGUES, L 2007. Utilización el contenido ruminal fresco sustituyendo al rastro e maíz en la alimentación de vaquillas en fertilización. Taribaco - michoacan. .

DOMÍNGUEZ, ET AL 1996. Utilización del contenido ruminal en dietas integrales para borregos de engorda. Memorias del XVIII congreso nacional de buitría. Noviembre. México, D. F. 318-320p.

ESQUERRE, J. A., VALENZUELA y CANDELA, E. 1974. Digestión microbiana en cuyes criollos de la altura. Rev. Inv. Pec. (IVITA). Universidad Nacional Mayor de san marcos.

FLOREZ 2016 , LUNA. 2016. Tesis de Evaluar el efecto de la utilización del contenido ruminal en la elaboración de bloques nutricionales en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y Evaluar el efecto de cuatro dietas preparadas con diferentes porcentajes de contenido ruminal de bovinos faenados en el camal municipal del Cusco en la alimentación de cuyes machos en crecimiento en el Sector de Ccollparo –Pallpancay del Distrito de San Jerónimo-Cusco

- GOMEZ ,2005. La alfalfa en praticanura. Editorial upv, 80-98 valencia ((España)
- GOMEZ, B.C Y VERGARA, V 1993. Fundameintos de nutricion y alimentacion. I curso nacional de capacitacion en crianzas familiares PG 30_50
- GOMEZ, C. 1990. “Fundamentos de nutrición y alimentación en crianza de cuyes”. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Serie guía didáctica N° 2 Lima-Perú.
- GONZALES, L. 2013. Evaluación de la composición nutricional de microsilos de King grass "Pennisetum perpereum" y pasto saboya "Panicum maximum jacq" en todos los estados de madurez con 25% de contenido ruminal de bovinos faenados en el camal municipal del canton quevedo.
- HILL ET AL 2006. Producción de cuyes. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.259 p.
- HINOSTROZA ET AL 2006. Caracterización del cultivo de alfalfa con dormancia 9 en época seca en la Sierra central del Perú. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.
- HUARCO 2012. Determinación de la digestibilidad aparente de la semilla despignorada de achiote (bixa orellana)en elcuy (cavia porcellus) INIA EEA , ANTA
- INIA, 2003. Crianza de Cuyes. Reimpresión. Lima, Perú. Investigación Agraria La Molina – Perú. FAO. Roma Italia.
- LAMMERS 2009. P. J., S. L. Carlson, G. A. Zdorkowski, and M. S. Honeyman. 2009.Reducing food insecurity in developing countries through meat .
- MC DONALD ET, AL . 2002. “Animal Nutrition”. Pearson Educación Limited. Harlow, U.K. p. 693.
- MORALES, TELMO Y GONZALES, AUGUSTO 2013. En un trabajo de investigación de “Uso del contenido ruminal (alimento no digerido) de vacuno en la ración y su influencia en el incremento de peso en cuyes, en el valle de Huaura”

NATIONAL RESEARCH COUNCIL.(NRC) 1995. Nutrient Requirements of the Guinea Pig. En: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. p 2-27.

PALIZA GUTIERREZ, CARLOS 1989. *“Utilización del contenido ruminal del vacuno en la alimentación de cuyes en crecimiento”* Tesis –FAZ-UNSAAC PERU.

POLO APONTE NICOLAS 2010. Ing agroindustrial de la universidad popular de cesar nutrientes digestiles totales .

ROQUE, B. H. 2015. Nutrición y alimentación animal consumo y digestibilidad, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú. 5-6pp.

SARMIENTO 2018. En su tesis de grado “uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos en el Centro Agronómico de K’ayra-cusco . cusco: tesis degradado.Cusco

VAN Y SOEST. 1994. Evaluación de la fibra en los forrajes. Folleto traducido por Pezo, D., Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.

VELOZ,R. 2005. Evaluación del efecto del laurato de nandrolona (laurabolin) en el crecimiento y engorde de cuyes machos. (En Linea). Tesis Ing. Agr. Sangolquí. EC. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias iasa.

VERGARA, V. 2008. 3er Curso Internacional de Producción de Cuyes. UNALM. Lima –peru.

STEIN, H.H.; FULLER, M.F.; MOUGHAN, P.J. ET AL. 2007. Definition of apparent, true, and standardized ileal digestibility of amino acids in pigs. Livestock science, v.109, p.282-285,

ROBALINO, P. 2008 Valoración Energética de Diferentes Tipos de Harina de Pescado Torta de Palmiste, Torta de Algodón Utilizado en la Alimentación de Cuyes (Cavia Porcellus). Tesis de Ing. Zootecnista Facultad de Zootecnia. Riobamba - Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 01. Materia seca y nutrientes consumidos excretados y digeridos (g) de alfalfa y ruminaza.

COMPOSICION	MS	PT	EE	ELN	FC
Consumido	32,02	5,44	1,89	4,17	16,48
Excretado	8,55	1,16	0,69	0,99	5,32
Digerido	23,47	4,28	1,20	3,17	11,16

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

Materia seca	Consumo promedio		
	PF	%MS	MS
Consumo de alfalfa	50	21,2	10,60
Consumo de ruminaza	26.31	81,4	21,42

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

Alimento	MS	PT	EE	ELN	FC	C
Consumo de alfalfa	10,60	2,07	0,89	2,19	4,30	1,15
Consumo de ruminaza	21,42	3,37	1,00	1,98	12,18	2,88
Total	32,02	5,44	1,89	4,17	16,48	4,03

ANEXO 04. Materia seca de heces de cuy

Componente	Heces peso fresco	MS heces	MS
Heces	57,38	14,90	8,55

ANEXO 05. Heces de nutrientes de ruminaza y alfalfa.

Componente	MS	PT	EE	ELN	FC	C
Heces alfalfa y Ruminaza	8,55	1,16	0,69	0,99	5,32	0,38

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

Alfalfa	MS	PT	EE	ELN	FC
Consumo de nutrientes alfalfa	10,60	2,07	0,89	2,19	4,30
% digerible de alfalfa	76,56	76,14	74,76	79,62	72,51
Fracción digerible de alfalfa	8,12	1,58	0,67	1,74	3,12
Fracción heces alfalfa	2,48	0,49	0,22	0,45	1,18

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

Heces	MS	PT	EE	ELN	FC
Heces alfalfa y ruminaza	8,55	1,16	0,69	0,99	5,32
Fracción alfalfa heces	2,48	0,49	0,22	0,45	1,18
Fracción ruminaza heces	6,07	0,67	0,47	0,55	4,13

ANEXO 08. Coeficiente de digestibilidad de la ruminaza bovina.

Componentes	MS	PT	EE	ELN	FC
Consumo de ruminaza	21,42	3,37	1,00	1,98	12,18
Heces ruminaza	6,07	0,67	0,47	0,55	4,13
Digerido	15,35	2,70	0,54	1,43	8,05
% de digestibilidad	71,68	80,14	53,49	72,24	66,06

ANEXO 09. Cálculo de nutrientes digeribles totales.

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

$$\% NDT = \frac{(15,57 \times 80,14) + (4,68 \times 53,49) * 2.25 + (56,88 \times 66,06) + (9,23 \times 72,24)}{100}$$

$$\% NDT = 62.35$$

ANEXO 10. Cálculo de energía digestible.

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

$$ED, \text{ Kcal/kg MS} = \frac{(62,35 \times 4400)}{100}$$

$$ED, \text{ Kcal/kg MS} = 2,743.4 \text{ equivalente a } 2.74 \text{ kcal/g}$$

ANEXO 11. Consumo de ruminaza en materia seca por día y por cuy.

DIA	Cuy									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26,05	18,72	19,54	14,65	35,00	8,14	17,91	17,09	5,70	13,02
2	12,21	20,35	17,91	18,72	30,12	9,77	22,79	7,33	20,35	17,09
3	26,05	30,12	20,35	19,54	35,00	15,47	22,79	19,54	25,23	10,58
4	29,30	22,79	19,54	24,42	24,42	13,84	25,23	6,51	20,35	23,61
5	31,75	30,93	21,16	25,23	35,82	37,44	24,42	8,95	22,79	21,98
6	30,93	29,30	15,47	19,54	33,37	18,72	22,79	7,33	17,09	25,23
7	33,37	27,68	13,84	27,68	29,30	17,09	18,72	8,14	19,54	26,86
8	30,12	22,79	12,21	25,23	26,86	15,47	17,09	6,51	18,72	26,05
9	27,68	23,61	16,28	30,12	28,49	19,54	20,35	10,58	19,54	24,42
10	28,49	24,42	16,28	26,05	23,61	22,79	25,23	22,79	21,98	21,98
Promedio	27,59	25,07	17,26	23,12	30,20	17,83	21,73	11,48	19,13	21,08
Desviación estándar	5.90	4.22	2.94	4.78	4.47	8.16	3.02	6.02	5.24	5.63
C. de variabilidad	21.38	16.82	17.05	20.68	14.79	45.79	13.91	52.49	27.38	26.72
Máximo	33.37	30.93	21.16	30.12	35.82	37.44	25.23	22.79	25.23	26.86
Mínimo	12.21	18.72	12.21	14.65	23.61	8.14	17.09	6.51	5.70	10.58

CUY	DIAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Promedio	17.58	17.66	22.47	21.00	26.05	21.98	22.22	20.11	22.06	23.36
Desviación estándar	8.43	6.64	7.06	6.53	8.35	7.98	7.96	7.41	6.02	3.21
C. de variabilidad	47.97	37.57	31.41	31.10	32.07	36.29	35.81	36.86	27.31	13.75
Máximo	35.00	30.12	35.00	29.30	37.44	33.37	33.37	30.12	30.12	28.49
Mínimo	5.70	7.33	10.58	6.51	8.95	7.33	8.14	6.51	10.58	16.28

ANEXO 12. Cantidad de alimento consumido por cada animal (base fresca).

	alimento (g) alfalfa			alimento (g) ruminaza			total consumido de ruminaza (g)	Promedio consumo de ruminaza(g)	
	día	ofrecido	rechazado	consumido	ofrecido	rechazado			consumido
CUY N° 1	1	50	0	50	60	28	32	339	33.9
	2	50	0	50	60	45	15		
	3	50	0	50	60	28	32		
	4	50	0	50	60	24	36		
	5	50	0	50	60	21	39		
	6	50	0	50	60	22	38		
	7	50	0	50	60	19	41		
	8	50	0	50	60	23	37		
	9	50	0	50	60	26	34		
	10	50	0	50	60	25	35		
CUY N°2	1	50	0	50	60	37	23	308	30.8
	2	50	0	50	60	35	25		
	3	50	0	50	60	23	37		
	4	50	0	50	60	32	28		
	5	50	0	50	60	22	38		
	6	50	0	50	60	24	36		
	7	50	0	50	60	26	34		
	8	50	0	50	60	32	28		
	9	50	0	50	60	31	29		
	10	50	0	50	60	30	30		
CUY N° 3	1	50	0	50	60	36	24	212	21.2
	2	50	0	50	60	38	22		
	3	50	0	50	60	35	25		
	4	50	0	50	60	36	24		
	5	50	0	50	60	34	26		
	6	50	0	50	60	41	19		
	7	50	0	50	60	43	17		
	8	50	0	50	60	45	15		
	9	50	0	50	60	40	20		

	10	50	0	50	60	40	20		
CUY N° 4	1	50	0	50	60	42	18	284	28
	2	50	0	50	60	37	23		
	3	50	0	50	60	36	24		
	4	50	0	50	60	30	30		
	5	50	0	50	60	29	31		
	6	50	0	50	60	36	24		
	7	50	0	50	60	26	34		
	8	50	0	50	60	29	31		
	9	50	0	50	60	23	37		
	10	50	0	50	60	28	32		
CUY N° 5	1	50	0	50	60	17	43	371	37.1
	2	50	0	50	60	23	37		
	3	50	0	50	60	17	43		
	4	50	0	50	60	30	30		
	5	50	0	50	60	16	44		
	6	50	0	50	60	19	41		
	7	50	0	50	60	24	36		
	8	50	0	50	60	27	33		
	9	50	0	50	60	25	35		
	10	50	0	50	60	31	29		
CUY N° 6	1	50	0	50	60	50	10	219	21.9
	2	50	0	50	60	48	12		
	3	50	0	50	60	41	19		
	4	50	0	50	60	43	17		
	5	50	0	50	60	14	46		
	6	50	0	50	60	37	23		
	7	50	0	50	60	39	21		
	8	50	0	50	60	41	19		
	9	50	0	50	60	36	24		
	10	50	0	50	60	32	28		
CUY N° 7	1	50	0	50	60	38	22		
	2	50	0	50	60	32	28		
	3	50	0	50	60	32	28		

	4	50	0	50	60	29	31		
	5	50	0	50	60	30	30	267	26.7
	6	50	0	50	60	32	28		
	7	50	0	50	60	37	23		
	8	50	0	50	60	39	21		
	9	50	0	50	60	35	25		
	10	50	0	50	60	29	31		
CUI N° 8	1	50	0	50	60	39	21		
	2	50	0	50	60	51	9		
	3	50	0	50	60	36	24		
	4	50	0	50	60	52	8		
	5	50	0	50	60	49	11	141	14.1
	6	50	0	50	60	51	9		
	7	50	0	50	60	50	10		
	8	50	0	50	60	52	8		
	9	50	0	50	60	47	13		
	10	50	0	50	60	32	28		
CUI N° 9	1	50	0	50	60	53	7		
	2	50	0	50	60	35	25		
	3	50	0	50	60	29	31		
	4	50	0	50	60	35	25		
	5	50	0	50	60	32	28	235	23.5
	6	50	0	50	60	39	21		
	7	50	0	50	60	36	24		
	8	50	0	50	60	37	23		
	9	50	0	50	60	36	24		
	10	50	0	50	60	33	27		
CUI N° 10	1	50	0	50	60	44	16		
	2	50	0	50	60	39	21		
	3	50	0	50	60	47	13		
	4	50	0	50	60	31	29		
	5	50	0	50	60	33	27	259	25.9
	6	50	0	50	60	29	31		
	7	50	0	50	60	27	33		

8	50	0	50	60	28	32			
9	50	0	50	60	30	30			
10	50	0	50	60	33	27			
Promedio del consumo de alfalfa				50	Promedio de consumo de ruminaza				26.31
Desviación estándar				0	Desviación estándar				6.67
C. de variabilidad (%)				0	C. de variabilidad (%)				25.34
Moda				50	Moda				0.00
Máximo				50	Máximo				37.1
Mínimo				50	Mínimo				14.1

ANEXO 13. Peso de las heces de los cuyes alimentados con alfalfa más ruminaza (g) (base fresca)

cuyes	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	día 8	día 9	día 10	total peso heces (g)	promedio heces (g)
1	55	48	60	62	66	60	71	73	72	72	639	63.9
2	65	47	54	53	54	64	66	68	67	69	607	60.7
3	47	52	44	51	39	38	39	44	46	49	449	44.9
4	41	41	50	57	38	42	56	58	56	57	496	49.6
5	61	51	86	64	74	77	73	74	72	75	707	70.7
6	84	36	80	66	78	63	61	58	59	61	646	64.6
7	58	52	51	61	62	56	47	48	53	57	545	54.5
8	56	32	59	57	49	51	52	54	61	63	534	53.4
9	44	49	52	49	47	49	54	51	50	54	499	49.9
10	58	48	58	62	63	66	68	60	67	66	616	61.6
Promedio											57.38	
Desviación estándar											8.15	
C. de variabilidad											14.20	
Moda											0.00	
Máximo											70.7	
Mínimo											44.9	

ANEXO 14. Composición química de heces de laboratorio (base fresca).

muestra	H	MS	PC	EE	FC	ELN	C
1	87.3	12.7	1.75	1.17	7.76	1.45	0.57
2	84.57	15.43	2.12	1.22	9.65	1.76	0.69
3	84.4	15.6	2.11	1.23	9.76	1.8	0.7
4	84.8	15.2	2.04	1.21	9.49	1.78	0.68
5	84.67	15.33	2.09	1.21	9.59	1.75	0.69
6	86.05	13.95	1.87	1.18	8.61	1.66	0.63
7	84.32	15.68	2.14	1.21	9.68	1.95	0.71
8	84.44	15.56	2.15	1.2	9.76	1.75	0.7
9	85.91	14.09	1.87	1.2	8.67	1.72	0.63
10	84.53	15.47	2.14	1.22	9.7	1.72	0.7
Promedio	85.10	14.90	2.03	1.21	9.27	1.73	0.67
Desviación estándar	0.99	0.99	0.14	0.02	0.68	0.13	0.05
C. de variabilidad	1.16	6.64	7.10	1.53	7.38	7.21	6.75
Moda	0.00	0.00	1.87	1.21	9.76	1.75	0.7
Máximo	87.3	15.68	2.15	1.23	9.76	1.95	0.71
Mínimo	84.32	12.7	1.75	1.17	7.76	1.45	0.57

ANEXO 15. Composición químico de heces (base fresca) a (base seca).

COMPONENTES	BASE FRESCA	BASE SECA
Materia seca	14.9	100.00
Proteína cruda	2.03	13.61
Extracto etéreo	1.20	8.08
Fibra cruda	9.27	62.18
Extracto libre de nitrógeno	1.73	11.63
Ceniza	0.67	4.49
Total	14.90	100.00

ANEXO 16. Composición químico de alfalfa de (base fresca) a (base seca).

COMPONENTES	BASE FRESCA	BASE SECA
Materia seca	21.2	100
Proteína cruda	4.14	19.53
Extracto etéreo	1.78	8.40
Fibra cruda	8.6	40.57
Extracto libre de nitrógeno	4.38	20.66
Ceniza	2.3	10.85
Total	21.2	100.00

ANEXO 17. Composición química de ruminaza bovina de (base fresca) a (base seca).

COMPONENTES	BASE FRESCA	BASE SECA
Materia seca	81.4	100
Proteína cruda	12.82	15.75
Extracto etéreo	3.81	4.68
Fibra cruda	46.3	56.88
Extracto libre de nitrógeno	7.51	9.23
Ceniza	10.96	13.46
Total	81.4	100.00

ANEXO 18. Composición física química (base seca) de ruminaza alfalfa y heces de ruminaza mas alfalfa.

	PC	EE	FC	ELN	C
RUMINAZA	15.75	4.68	56.88	9.23	13.46
ALFALFA	19.53	8.40	40.57	20.66	10.85
HECES	13.61	8.08	62.18	11.63	4.49
Promedio	16.30	7.05	53.21	13.84	9.60
Desviación estándar	3.00	2.06	11.27	6.03	4.61
C. de variabilidad	18.4	29.2	21.2	43.6	48.0
Máximo	19.53	8.40	62.18	20.66	13.46
Mínimo	13.61	4.68	40.57	9.23	4.49

ANEXO 19. Informe análisis físico químico de ruminaza base fresca de laboratorio UNSAAC


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

N°0022-18-LAQ

SOLICITANTE: LILIA ZAIDA RODRIGUEZ CUMPA
MUESTRA : ENSILADO DE CONTENIDO RUMINAL DE GANADO VACUNO
FECHA : C/15/01/2018
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====	
Humedad %	18.60
Materia <i>seca</i> %	81.40
Proteína %	12.82
Extracto Etereo %	3.81
Ceniza %	10.96
Fibra Cruda %	46.30
Extracto Libre de Nitrógeno %	53.81
Energía kcal/100	300.81
=====	

Cusco, 30 de Enero 2018


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestaciones de Servicio de Análisis Químico


UNSAAC

ANEXO 20. Informe de análisis físico químico de alfalfa base fresca de laboratorio UNSAAC



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 %	4.74
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

[Firma]
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

UNSAAC

ANEXO 21. Informe de análisis fisicoquímico de heces de cuy base fresca de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL 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

Nº0023-18-LAQ

SOLICITANTE: LILIA ZAIDA RODRIGUEZ CUMPA

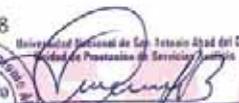
MUESTRA : HECES DE CUY

FECHA : C/15/01/2018

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Humedad %	36.92	30.46	29.72	31.51	30.91
Materia Seca %	63.08	69.54	70.28	68.49	69.09
Nitrógeno %	1.39	1.53	1.52	1.47	1.51
Extracto Etéreo %	0.83	0.97	1.02	0.95	0.96
E.L.N. %	50.73	55.89	56.61	55.28	55.59
Genina %	2.83	3.12	3.15	3.07	3.10
Fibra Bruta %	43.52	47.98	48.49	47.26	47.70

Cusco, 30 de Enero 2018


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 Melquiades Herrera Arribea
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 22. Informe de análisis fisicoquímico de heces de cuy de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL 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

Nº0024-18-LAQ

SOLICITANTE: LILIA ZAIDA RODRIGUEZ CUMPA

MUESTRA : HECES DE CUY

FECHA : C/15/01/2018

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10
Humedad %	37.14	29.36	29.88	36.51	30.30
Materia seca %	62.86	70.64	70.12	63.49	69.70
Nitrógeno %	1.35	1.54	1.55	1.35	1.54
Extracto Etéreo %	0.82	0.97	0.90	0.91	0.97
E.L.N. %	50.78	56.87	56.38	51.29	55.97
Ceniza %	2.83	3.18	3.15	2.85	3.14
Fibra Bruta %	43.30	48.10	48.50	43.55	48.21

Cusco, 30 de Enero 2018



Responsable del Laboratorio de Análisis Químico
 [Firma manuscrita]
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



PANEL FOTOGRÁFICO.



FOTOGRAFÍA 01. Preparación de maderas para la construcción de tarima.



FOTOGRAFÍA 02. Construcción de las tres tarimas.



FOTOGRAFÍA 03. Tarimas construidas



FOTOGRAFÍA 04. Malla rasha extendida en la tarima.



FOTOGRAFÍA 05. Acopio de contenido ruminal.



FOTOGRAFÍA 06. Distribución de material en las tarimas.



FOTOGRAFÍA 07. Apreciación de los colores de contenido ruminal.



FOTOGRAFÍA 08. Ruminaza oreando.



FOTOGRAFÍA 09. Ruminaza listo para la cosecha.



FOTOGRAFÍA 10. Desinfección de la jaula metabolica.



FOTOGRAFÍA 11. Suministro de agua para cada cuy.



FOTOGRAFÍA 12. Pesado de ruminaza.



FOTOGRAFÍA 13. Suministro de ruminaza y alfalfa



FOTOGRAFÍA 14. Apreciación de consumo de alimento.



FOTOGRAFÍA 15. Recolección de heces.



FOTOGRAFÍA 16. Pesado de heces.



FOTOGRAFÍA 17. Recolecta de alimento rechazado.

FOTOGRAFÍA 18. Muestras de heces para respectivo análisis de laboratorio.



Fotografía N° 19 Muestra 01 para su respectivo análisis de laboratorio



Fotografía N° 20 Muestra 02 para su respectivo análisis de laboratorio



Fotografía N° 21 Muestra 03 para su respectivo análisis de laboratorio



Fotografía N° 22 Muestra 04 lista para llevar laboratorio



Fotografía N° 23 Muestra lista para llevar a laboratorio



Fotografía N° 24 Muestra 06 lista para llevar laboratorio





