

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

**Facultad de Ciencias Agrarias
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**“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.”**

Presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias

ABEL CCAMA MENDIGURE

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 - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A DIOS,

Por permitirme tener vida, salud y poder realizar uno más de mis propósitos que es ser Ingeniero Zootecnista.

A MIS ABUELITOS,

Rosa y Mariano que no están entre nosotros, pero siguen vivos en mi corazón, quienes con su amor me enseñaron a buscar calidad de vida con humildad, esfuerzo y respeto.

A MI MADRE,

Brígida, con mucha gratitud, por ser el pilar más importante de mi vida quien con su amor me enseñó a buscar calidad de vida con humildad, esfuerzo y respeto. A quien adoro desde lo más profundo de mi corazón por ser el artífice en la culminación de mis estudios superiores quien con sus consejos y ayuda me dio impulso para salir adelante.

A MI HERMANO,

Darwin, por estar siempre a mi lado, apoyarme como amigo y brindarme su tiempo y un hombro para descansar.

A MI SOBRINA,

Luz Brianda, por su presencia e inocencia, aunque todavía no puedes leer, un día vas a aprender y por eso también te dedico esta tesis, gracias por alegrarme con tus dientitos que apenas te están saliendo y con tus ruiditos chistosos de bebé. Te quiero nena.

Abel

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por haberme cobijado en sus aulas durante mis años de estudio, a todos los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia por sus excelentes enseñanzas durante mi formación profesional como ingeniero zootecnista.

Mi reconocimiento especial al Ing. David Luciano Castro Cáceres, al Ing. Abraham Machaca Mamani y a la Ing. Zoraida Brenda Flórez Taco por su colaboración en la orientación de esta tesis, por su interés y por su tiempo incommensurable.

Mi agradecimiento a mis amigos Cesar, Gionar, Ivanott, Daivis Jhoel y a mi amigo Guido; por su amistad incondicional.

Mi agradecimiento muy especial al Dr. Edward Ccalli Bustamante por su apoyo constante y desinteresado en la realización y motivación de este proyecto de tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE ESQUEMAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	viii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	3
CAPÍTULO I	
OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	5
1.1. OBJETIVOS	5
1.1.1. Objetivo General.....	5
1.1.2. Objetivos Específicos	5
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO II	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. DIGESTIBILIDAD	8
2.2. DIGESTIBILIDAD EN CUYES	10
2.3. TIPOS DE DIGESTIBILIDAD.....	11
2.3.1. Digestibilidad Aparente.....	11
2.3.2. Digestibilidad Verdadera.....	12
2.4. MÉTODOS PARA MEDIR LA DIGESTIBILIDAD.....	13
2.4.1. Digestibilidad <i>in vivo</i> – Método de diferencia.....	13
2.4.2. Digestibilidad <i>in vitro</i>	15
2.4.3. Digestibilidad <i>in situ</i>	16
2.4.4. Pruebas de digestibilidad <i>in vivo</i>	17
2.5. PROTOCOLO DEL MÉTODO DE COLECCIÓN TOTAL DE HECES	20
a) Animales.....	20
b) Disponibilidad de alimento y tiempo de alimentación	22

c)	Desarrollo del ensayo	22
d)	Análisis	24
2.6.	FACTORES QUE CONDICIONAN LA DIGESTIBILIDAD	24
2.6.1.	Factores dietarios	25
2.6.2.	Factores relacionados al animal (propios del individuo)	25
2.6.3.	Limitaciones para la determinación de la digestibilidad	26
2.7.	CONTENIDO RUMINAL	27
2.7.1.	Usos del material ruminal	28
2.7.2.	Uso de residuos orgánicos en la alimentación de cuyes	29
2.8.	EL ENSILADO	31
2.8.1.	Importancia del ensilaje	32
2.8.2.	Ventajas del ensilaje	32
2.8.3.	Características de los ensilajes	32
2.8.4.	Propiedades físico - químicas de los ensilajes	33
2.9.	ALFALFA (<i>Medicago Sativa L.</i>)	34
2.10.	ANÁLISIS PROXIMAL DE WEENDE	35
2.11.	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES Y ENERGÍA DIGESTIBLE	39
2.11.1.	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES	39
2.11.2.	ENERGÍA DIGESTIBLE	39
2.12.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	40

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	47
3.1.1. Ubicación	47
3.1.2. Características climatológicas	47
3.1.3. Duración del experimento	48
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	49
3.2.1. Materiales para el proceso experimental	49
3.2.2. Materiales para el procesamiento del contenido ruminal	50
3.2.3. Materiales de oficina	51
3.3. METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO	52
3.3.1. Para la elaboración del ensilado de contenido ruminal	52
3.3.2. Para las pruebas de digestibilidad <i>in vivo</i>	54
3.3.3. Variables a evaluar	57

CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1. Composición Química del ensilado de contenido ruminal de vacunos.....	60
4.2. Determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente	64
4.3. Determinación del contenido de Nutrientes digestibles totales y energía digestible	66
4.3.1. Determinación de Nutrientes digestibles totales	66
4.3.2. Determinación de Energía digestible	66
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO VI	
RECOMENDACIONES	69
CAPÍTULO VII	
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química proximal del contenido ruminal de los bovinos, ovinos y caprinos sacrificados en el Rastro Municipal de Culiacán Sinaloa (%).	27
Cuadro 2. Uso del contenido ruminal para el consumo animal.....	29
Cuadro 3. Características físicas del contenido ruminal fresco y ensilado	33
Cuadro 4. Análisis bromatológico del contenido ruminal de ganado vacuno.....	34
Cuadro 5. Composición química (promedios del análisis de laboratorio Facultad de Química – Unsaac).....	35
Cuadro 6. Promedio de digestibilidad de los nutrientes de la alfalfa en cuyes. ...	35
Cuadro 7. Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy	39
Cuadro 8. Duración por fases del experimento	48
Cuadro 9. Análisis químico proximal de los insumos estudiados.	50
Cuadro 10. Suministro de insumos alimenticios en la etapa pre experimental....	54
Cuadro 11. Métodos para el análisis químico.....	57
Cuadro 12. Composición Físico-Química del ensilado de contenido ruminal de vacunos en (%).	60
Cuadro 13. Coeficientes de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal	64

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema. Flujograma del proceso de elaboración del ensilaje.....	53
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de Análisis químico proximal.	83
Anexo 2. Calculo de la digestibilidad.	83
Anexo 3. Nutrientes digestibles del ensilado de contenido de contenido ruminal + alfalfa expresada en g (promedio de 10 cuyes).	83
Anexo 4. Calculo de Nutrientes digestibles totales.	83
Anexo 5. Calculo de la energía digestible.	84
Anexo 6. Materia seca del alimento consumido (ensilado y alfalfa) expresada en g (promedio de 10 cuyes).	84
Anexo 7. Materia seca de las excretas del cuye expresada en g.	84
Anexo 8. Consumo de nutrientes digestibles del ensilado y alfalfa expresada en g.	84
Anexo 9. Fracción digestible de la alfalfa consumida expresada en g.	85
Anexo 10. Fracción de excretas de cuy expresada en g.	85
Anexo 11. Identificación de cuyes.	85
Anexo 12. Registro de consumo de alimento y excretas por animal.	86
Anexo 13. Análisis Químico de heces en base fresca.	89
Anexo 14. Análisis Químico de heces en base seca	89
Anexo 15. Promedios de consumo, residuo y excretas de los 10 cuyes.	90
Anexo 16. Cuadro de consumo de alfalfa y ensilado en base fresca y base seca.	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Cuye línea Perú	92
Fotografía 2. Ambiente de trabajo.....	92
Fotografía 3. Jaula metabólica	93
Fotografía 4. Identificación de jaulas para cuyes	93
Fotografía 5. Acopio de contenido ruminal.....	94
Fotografía 6. Alfalfa.....	94
Fotografía 7. Contenido ruminal en tarima(oreo)	95
Fotografía 8. CR óptimo para ensilar	95
Fotografía 9. Apertura de bolsas de ensilado.....	95
Fotografía 10. Suministro de ensilado a los cuyes.....	96
Fotografía 11. Ensilado de contenido ruminal	96
Fotografía 12. Heces de cuyes para laboratorio	97
Fotografía 13. Envases para las heces de cuyes.....	97

GLOSARIO DE TÉRMINOS

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
AA	:	Alimento
NRC	:	National Research Council
FEDNA	:	Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja K'ayra de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con el propósito de 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. 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.

Palabras claves: digestibilidad, ensilado de contenido ruminal, nutrientes digestibles totales, cuyes, alfalfa.

INTRODUCCIÓN

Según Ríos y Ramírez (2012), el sacrificio de ganado bovino, genera gran cantidad de contenido ruminal, que no tiene un destino final adecuado; contribuyendo a la contaminación de los ecosistemas aledaños y de influencia. Por otra parte, Bavera (2000), indica que el contenido ruminal de vacunos se ha empleado como pienso para bovinos, cerdos y aves de corral. El contenido del rumen no sólo contiene las vitaminas del pienso ingerido antes del sacrificio, sino también vitaminas B, procedentes de la flora del rumen.

La búsqueda incesante de nuevas fuentes alimenticias que contribuyan a incrementar la eficiencia productiva y económica de la explotación animal actual; de los productores de cuyes, ha resultado en el empleo de algunos residuos orgánicos derivados de agroindustrias y de las mismas empresas pecuarias, los cuales hasta hace poco tiempo eran considerados desperdicios contaminantes. Lo que hace importante la investigación de una nueva fuente de alimentación para la crianza de cuyes (Trillos *et al.*, 2006).

El presente trabajo de investigación pretende dar una utilización adecuada al contenido ruminal obtenido del faenamiento de bovinos en el Camal Municipal de Cusco; está enfocado a identificar la digestibilidad del contenido ruminal y uso productivo en la alimentación de los cuyes, y de esta manera, dar una solución alternativa a la contaminación ambiental producidos por estos.

La tecnificación experimentada por la producción animal y en especial los avances obtenidos en nutrición y alimentación animal, requieren de información cada vez

más precisa y rápida respecto del valor nutritivo de los alimentos, y dentro de éste, de la digestibilidad (Cerdea *et al.*,1986).

En los centros experimentales dedicados a la investigación en producción animal, es de gran importancia contar con resultados simples, rápidos y exactos para estimar la digestibilidad de los alimentos, o para medir su tasa de degradación (Cerdea *et al.*, 1986).

Es así que el objetivo de la presente investigación fue determinar los nutrientes digestibles y valor energético del ensilado de contenido ruminal de ganado vacuno, por el método de la digestibilidad "*in vivo*", en cuyes (*Cavia porcellus L.*). Para lo cual se realizaron estudios de laboratorio (Análisis químicos proximales del contenido ruminal), los cuales ayudaran a formular un alimento balanceado con el contenido ruminal; que luego se evaluaron en cuyes machos adultos, determinando así, su digestibilidad y su factibilidad de uso.

PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

En el Camal Municipal del Cusco, ubicado en la Granja K'ayra, se genera aproximadamente dos toneladas métricas semanales de contenido ruminal, la misma que es desechada y enterrada en silos lejanos a la ciudad y una parte, también es expulsada al río Huatanay ocasionando contaminación. En consecuencia, consideramos que se está desperdiciando un recurso que puede utilizarse en la nutrición y alimentación animal.

Por otra parte, Cole y Ronning (1980), consideran que la nutrición animal adquiere una significación especial cuando se aplica a los animales domésticos, ya que sus objetivos consisten en alcanzar tasas máximas de productividad. Para alcanzar estos objetivos de manera económica, deben suministrarse los nutrientes correctos y en las cantidades adecuadas a los animales. Al respecto, Church (1974), coincide al señalar que para que un animal esté bien nutrido es necesario suministrar una ración balanceada que aporte la cantidad, calidad y proporción adecuada de todos los principios nutritivos que requiere un animal.

En la Región Cusco, la actividad pecuaria es de suma importancia para los productores y el recurso alimento, se considera no menos del 50% de inversión en la producción animal. Sin embargo, este recurso aún es de escasa disponibilidad y está limitado, principalmente por el factor climático y el costo, que en muchos casos es elevado. En consecuencia, encontrar un recurso alimenticio que sea económico y de alta disponibilidad, representa un verdadero reto para los productores.

En nuestro medio, el contenido ruminal se ha utilizado con éxito. Así lo han demostrado diferentes trabajos de investigación, realizados en la Granja K'ayra, se ha utilizado el contenido ruminal de vacunos con buenos resultados, por cuanto queda demostrado ser un recurso alimenticio barato y altamente nutritivo, sobre

todo alto contenido proteico. Por ejemplo, Sarmiento (2018), al utilizar borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos, realizando pruebas de aceptabilidad en cuyes, encuentra resultados óptimos en el uso de este insumo por lo que recomienda suministrarlo en horas de la mañana por su alto consumo.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas, aun no se conoce el valor nutritivo de la ruminaza, sobre todo referente a la “digestibilidad”.

Una nueva forma de conservar el contenido ruminal es a través de un proceso de ensilado. Al respecto se ha iniciado un trabajo de investigación y se está demostrando que da excelentes resultados, sobre todo en el consumo de cuyes.

Por esta circunstancia se hace necesario valorar el recurso ensilado no solamente en función a su consumo sino también, realizando pruebas digestibilidad.

CAPÍTULO I

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Determinación de nutrientes digestibles y energía de ensilado del contenido ruminal de ganado vacuno en cuyes (*Cavia porcellus L.*)

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la composición físico – química (Materia seca, Proteína cruda, Extracto etéreo y Carbohidratos (Fibra cruda y Extracto libre de nitrógeno) del ensilado de contenido ruminal de vacunos.
2. Determinar la digestibilidad “*in vivo*”, por el método de diferencia, los nutrientes digestibles (Proteína cruda, Extracto etéreo y Carbohidratos (FC y ELN)).
3. Determinar el contenido de Nutrientes digestibles totales y Energía digestible.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La calidad de un alimento, se determina en principalmente tomando en cuenta tres factores: contenido de nutrientes mediante un análisis químico, el consumo animal y la respectiva digestibilidad.

En sucesivos trabajos de investigación (Flórez, 2016 y Luna, 2016) al evaluar el efecto de la utilización del contenido ruminal en la elaboración de bloques multinutricionales en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y evaluación de cuatro dietas preparadas con contenido ruminal para la alimentación de cuyes respectivamente, se ha demostrado que el contenido ruminal tiene buen contenido de nutrientes, un buen consumo animal (conversión alimenticia y ganancia de peso), buena retribución económica sobre todo en cuyes; sin embargo, aún no se ha determinado su digestibilidad.

Ante esta necesidad, el presente trabajo está orientado a aportar al conocimiento determinando el coeficiente de digestibilidad y aprovechamiento del contenido ruminal de vacuno conservado mediante un ensilado; sobre todo en la alimentación de cuyes. Lejos de ver a los desechos como un contaminante, estos pueden tener una amplia aplicación desde la elaboración de compostas, ensilaje, hasta la alimentación animal.

En los últimos años, ha tomado auge la utilización del contenido ruminal en la preparación de diferentes dietas para la alimentación animal, ya sea utilizándolo en forma directa o procesándolo para obtener diversos productos comerciales. Dentro

de estos productos, podemos mencionar, en forma especial, la harina forrajera y los bloques nutricionales (Castro y Vinueza, 2011).

La harina forrajera es un producto comercial, útil en las dietas balanceadas, especialmente en rumiantes. Igualmente, es utilizado como suplemento alimenticio en aquellas regiones en las cuales se presenta deficiencias de pasturas naturales. En la avicultura es utilizada en aves de postura para dar carotenos al huevo. Cabe mencionar que, en algunos mataderos, el contenido ruminal es utilizado en lumbricultura (Castro y Vinueza, 2011).

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de los alimentos, ya que indica el grado en que los nutrientes van a ser aprovechados directamente por el animal (Pérez *et al.*, 2008).

Una buena digestibilidad resultará en una mayor productividad por parte del animal. Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales como las pruebas de digestibilidad *in vivo* (método de colección total o parcial), digestibilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro* (Pérez *et al.*, 2008).

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias, a la presencia de componentes no proteícos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos, fitatos), a la presencia de factores anti fisiológicos o a las condiciones de elaboración que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos (Church y Pond, 1990).

En la actualidad, las regulaciones de la Association of American Feed Control Officials (AAFCO) no permiten que los fabricantes de alimentos para animales incluyan datos de digestibilidad de carácter cuantitativo o comparativo en sus etiquetas. Esta información se puede obtener solamente a través de la

comunicación directa con el fabricante. Los alimentos con una digestibilidad igual o superior al 80% en materia seca son los apropiados para las mascotas, debiendo rechazarse cualquier alimento cuya digestibilidad sea inferior al 75%; sin embargo, la gran variabilidad en la calidad de la proteína presente en los alimentos comerciales hace que la determinación de su digestibilidad sea de gran importancia (Case *et al.*, 1997).

Muy pocos estudios se han ocupado de determinar la disponibilidad de la proteína y energía de ingredientes comúnmente utilizados en los alimentos balanceados, debido a que la medición directa del coeficiente de digestibilidad es complicada, además se requieren de coeficientes de proteína y energía digerible precisos para formular alimentos balanceados que cubran los requerimientos nutricionales, así como para permitir la sustitución efectiva de ingredientes con base en su costo y para reducir la producción de desperdicios (Siccardi *et al.*, 2009).

El conocimiento de los coeficientes de digestibilidad de los ingredientes puede variar considerablemente dependiendo de factores tales como la frescura y tratamiento previo. Utilizando los datos disponibles actualmente sobre digestibilidad de energía y proteína no sería posible la formulación de alimentos que causen la menor contaminación (Siccardi *et al.*, 2009).

2.2. DIGESTIBILIDAD EN CUYES

La digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto digestivo debido a la absorción, es importante conocer la digestibilidad de los alimentos que usualmente consumen los cuyes con la finalidad de obtener el conocimiento más exacto del valor alimenticio de dichos alimentos y de una mejor estructuración de las diferentes raciones comúnmente empleadas (Lammers *et al.*, 2009).

La cecotrofía es un proceso digestivo poco estudiado; siendo una actividad que explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en pruebas de raciones (Chauca, 1997).

Las heces procedentes del primer ciclo de la digestión rara vez son expulsadas al exterior, sino que son ingeridas nuevamente por el animal directamente boca - ano; proceso que se conoce con el nombre de cecotrofía. Así pues, una vez las heces blandas llegan al ano, son absorbidas por la boca siendo deglutidas sin masticar y pasando directamente al estómago, iniciándose así el segundo ciclo de la digestión, generalmente durante la noche. Luego pasaran por el intestino delgado donde sufren otra vez la acción de los jugos digestivos, realizándose la absorción de los principios nutritivos. Todo ello durante la misma noche de su ingestión (Cabrerero, E. 2005).

2.3. TIPOS DE DIGESTIBILIDAD

Una vez conocido la composición química de los alimentos, es necesario conocer el porcentaje de los nutrientes totales que son aprovechados por el animal, a este proceso se le conoce como digestibilidad, se le define como el porcentaje de nutriente dado que se digiere (desaparece) en su paso por el tubo gastrointestinal. Existen dos tipos de determinación de la digestibilidad: Digestibilidad aparente y digestibilidad verdadera (Huarco, 2012).

2.3.1. Digestibilidad Aparente

Consiste en proporcionar al animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, los productos finales de la digestión pueden ser absorbidos, volatilizados como gases y eliminados vía boca o recto, perdidos como calor o excretados en las heces fecales (Cañas, 1995).

Es decir, de la ingesta total, una parte del alimento no es absorbido, sino que atraviesa al tracto digestivo sin ser utilizado, por lo que aparece en las heces fecales. Como las sustancias no digeridas no son asimiladas por el organismo, constituyen una pérdida de nutrientes (Cañas, 1995).

La digestibilidad aparente no diferencia el origen de los nutrientes que aparecen en las heces, que provienen de la dieta y los que son propios del animal, como fluidos digestivos y células descamadas de la mucosa intestinal (Cañas, 1995).

Es así que, para el cálculo matemático de la digestibilidad aparente se hace mediante la diferencia entre la cantidad de nutriente consumido y la cantidad del nutriente excretado en las heces fecales (Cañas, 1995).

Desde el punto de vista nutricional, es más relevante hablar de digestibilidad aparente debido a que la porción de nutrientes metabólicos fecales forma parte del requerimiento de mantención y debe ser suministrada en la dieta (Cañas, 1995).

2.3.2. Digestibilidad Verdadera

La digestibilidad verdadera es la digestibilidad aparente menos los valores de compuestos de origen metabólico o endógeno. El concepto de digestibilidad verdadera es puramente teórico, para su determinación se requeriría hacer una diferenciación de los nutrientes o elementos que apareciendo en las heces no son de origen alimenticio directo, sino de origen metabólico (De Alba, 1983).

Existen informes de intentos por utilizar valores de digestibilidad verdadera, especialmente de proteína, debido a que se ha observado una buena correlación entre nitrógeno metabólico excretado y la materia seca ingerida y el tipo de alimento ingerido, desafortunadamente la variación tanto en consumo y tipo de alimento, así como de otros factores que influyen en la excreción de nitrógeno, es tan alta que ha permitido la implementación de un sistema práctico para utilizar estos valores. (Rodríguez, 1980).

La pérdida de materia en forma de gases, los compuestos biliares arrastrados con las heces y el fuerte intercambio de minerales a nivel intestinal son otros factores que marcan diferencias entre los conceptos de digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente (Cañas, 1995).

2.4. MÉTODOS PARA MEDIR LA DIGESTIBILIDAD

2.4.1. Digestibilidad *in vivo* – Método de diferencia

La medición de la digestibilidad, en general consiste en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, medir y analizar las heces. Los métodos más refinados implican la medición adicional de la orina, los gases e incluso el calor generado (Mora, 2002).

Estos métodos, implican el empleo de animales, y por lo tanto resultan costosos en cuanto a tiempo, mano de obra calificada y número de análisis químicos. Es por esto que se han desarrollado métodos químicos que son más rápidos, fáciles de llevar a cabo y más baratos, pero que tienen más posibilidades de error, por lo que no deben sustituir totalmente el empleo de animales vivos (Mora, 2002).

El método de colección total de heces es el más confiable para medir la digestibilidad, ya que involucra directamente factores tanto del alimento como del animal. Este método incluye la medición de la ingestión de una determinada ración de composición conocida y la colecta total de la excreción fecal correspondiente al alimento consumido, las muestras del material ofrecido, al igual que las del rechazado, cuando se proporciona alimento restringido y *ad libitum* (Lachmann y Araujo, 2000).

Consecuentemente existe una tendencia a la sustitución de microbios por enzimas a pesar de que éstas pueden ser inactivadas por la presencia de sustancias anti nutricionales, o la presencia de fibra. En algunos casos excepcionales puede ocurrir

lo mismo con los inóculos microbianos, en situaciones de sustrato limitante, donde ocurre lisis microbiana seguida por una inactivación (Reyes, 2012).

El cálculo de la digestibilidad *in vivo* por la fórmula propuesta por (Crampton y Harris 1974).

Digestibilidad por el método de diferencia

El método de la diferencia consiste en la formulación de una dieta basal, como una dieta a evaluar. La dieta basal contiene la fuente de PC que se proporciona a los animales como única fuente de nitrógeno y AA, mientras que la dieta a evaluar está constituida de una mezcla de la dieta basal y del ingrediente a evaluar. Si no hay interacción entre el valor de la digestibilidad de los AA de la dieta basal y del ingrediente a evaluar, la digestibilidad del ingrediente a evaluar puede ser obtenida por diferencia empleando la fórmula propuesta por (Fan y Sauer, 1995).

Existen relativamente pocos alimentos que pueden ser consumidos solos como una ración completa, por el tiempo suficiente para determinar su digestibilidad. Estos se limitan casi exclusivamente a pastos naturales palatables (Cañas, 1995).

Para el caso de alimentos proteicos o fibrosos deben ser suministrados junto con otro alimento cuya digestibilidad ha sido previamente determinado. La digestibilidad del alimento problema se calcula por diferencia entre la digestibilidad total de la ración y la digestibilidad del alimento conocido. En este método generalmente se utiliza la técnica de alimentar con un forraje como ración base y determinar su digestibilidad (Cañas, 1995).

Luego se agrega a la ración el alimento problema para una segunda prueba. Asumiendo que los nutrientes de la ración base muestran el mismo porcentaje de digestibilidad en la segunda prueba, que cuando la dieta base fue suministrada sola, se restan estos nutrientes de las heces fecales y los restantes se consideran pertenecientes al alimento problema (Cañas,1995).

La digestibilidad se obtiene entonces por diferencia, llamado también método indirecto; existen varios trabajos de investigación donde se determinaron la digestibilidad de insumos alimenticios por este método, considerando como dieta basal a la cebada molida y combinándose con los insumos en evaluación en partes iguales (Porras *et al.*,1991); para insumos fibrosos como el bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) se utilizó la dieta experimental I: 100 % subproducto de trigo y dieta II: 40 % de bagazo de marigold y 60 % de subproducto de trigo (Huayhua *et al.*,2008); para alimentos proteicos se utilizó como alimento referencial el afrecho de trigo en las siguientes proporciones: 40 % de pasta de algodón y 60 % afrecho de trigo; 35 % de torta de soya más 65 % de afrecho de trigo (Correa *et al.*,1994). En otro ensayo realizado por Matos *et al.* (1995) utilizó 80 % de cebada molida (alimento referencial) y 20% de la harina de tarwi (alimento evaluado).

2.4.2. Digestibilidad *in vitro*

Los métodos químicos o *in vitro*, para determinación de digestibilidad, consisten en exponer los alimentos a la acción de enzimas digestivas como la pepsina y/o la tripsina, el líquido ruminal (que es una combinación de enzimas micro solubles) etc., e incubar las muestras durante cierto período y bajo condiciones controladas. La diferencia en peso de la muestra se considera entonces que se debe a la acción

hidrolítica de las enzimas y, por lo tanto, se calcula como material digestible (Mora, 2002).

De hecho, todas las sustancias que se disuelven en el medio acuoso empleado en estos métodos se consideran como disponibles para el animal. Se puede descubrir la cantidad de nutrientes presentes en cualquier alimento en particular a través del análisis químico, pero esto no nos da un cuadro, claro del valor nutricional del alimento, ya que sólo los nutrientes absorbidos a través del sistema digestivo pueden ser utilizados por el animal. Una parte de los nutrientes ingeridos se perderá inevitablemente en las heces (Mora, 2002).

2.4.3. Digestibilidad *in situ*

Se determina en animales fistulados, colocando las muestras a evaluar directamente en el rumen o primer compartimento del estómago (Reyes, 2012).

La técnica *in situ* (in sacco) también se entiende a las evaluaciones de alimentos que se realizan empleando animales, tales como la digestibilidad o consumo voluntario. La técnica *in situ* o también llamada de la bolsa de nylon permite estudiar la cinética de desaparición del alimento en el rumen de animales fistulados (Reyes, 2012).

El alimento se coloca dentro de bolsas de nylon cerradas y luego en el rumen de los animales, el retiro de distintas bolsas a lo largo del tiempo permite medir la cantidad de material que ha desaparecido. La fracción del alimento que no se recupera dentro de las bolsas se asume que ha sido degradado, de este modo se construye la curva de desaparición. Esta metodología representó un adelanto muy

importante dentro del campo de la nutrición de rumiantes, debido a que permite el estudio de la cinética de degradación (Reyes, 2012).

2.4.4. Pruebas de digestibilidad *in vivo*

El término “digestibilidad del alimento o de la materia seca” es usado para describir la porción del alimento absorbido por el organismo que es medido como la diferencia entre el total de alimento ingerido y la cantidad de heces producidas en un tiempo determinado (Cruz *et al.*, 2008).

El análisis del aprovechamiento de cada uno de los nutrientes en el organismo del animal se hace teniendo en cuenta su digestibilidad, esta valoración se consigue con diferentes métodos.

La digestibilidad *in vivo* de un alimento se puede medir directa e indirectamente. En la forma directa se registra exactamente el consumo de alimento y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento específico, en un período de tiempo dado. Como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas con la orina; además el confinamiento de los animales reduce el tono muscular y probablemente disminuye el tránsito de ingesta, por lo tanto, se puede sobreestimar la digestibilidad con respecto a los animales no alojados en jaulas (Ly, 1999).

La forma indirecta para medir la digestibilidad no requiere cuantificar el consumo ni la excreción fecal, se puede utilizar marcadores inertes que no contengan ningún nutriente, estos se incluyen en el alimento (Pérez *et al.*, 2010).

El desarrollo de la digestibilidad comparada permite encontrar la relación del aprovechamiento de la proteína en el animal, utilizando nuevas alternativas de alimentación y confrontándolas con el concentrado comercial comúnmente utilizado en la cunicultura. Por otro lado, el método de los nutrientes digestibles totales (NDT) valora el alimento en su contenido de energía, partiendo de los cálculos de digestibilidad directa *in vivo*, donde se mide el nutriente consumido (NC) y el nutriente excretado (NE), realizando los análisis proximales para aplicar fórmulas y así determinar los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente (CD). Al contenido de carbohidratos digestibles, llamado extracto libre de nitrógeno (ELN), se le suma las fracciones de fibra, proteína y la grasa digestible (ésta última multiplicada por la constante 2.25, esto debido a su contenido energético) (Church y Pond, 1994).

El valor energético relativo 100% de un ingrediente es equivalente 1 Kg de NDT, que a su vez es igual 4.400 Kcal energía digestible (ED) o a 3.560 Kcal energía metabolizable (EM) (Church y Pond, 1994).

En un ensayo reportado por Church y Pond (1994), se estudiaron diferentes métodos de evaluación de las digestibilidades comparadas de alimentos concentrados y forrajes. Se observó que ciertas fracciones como la fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y el extracto etéreo (EE), se pueden sobrevalorar con el cálculo de la digestibilidad asociativa por diferencia. A pesar de esto, es un dato cercano a la digestibilidad total de una ración constituida por forraje y concentrado, aunque no refleje en su totalidad la verdadera digestibilidad de éste, pero sí se ha comprobado que en las dietas compuestas por varios ingredientes se presenta el fenómeno de la digestibilidad asociativa. La digestibilidad es uno de los

factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes de los ingredientes van a ser aprovechados directamente por el animal. Una buena digestibilidad de la dieta resultará en una mayor productividad por parte del animal. Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales como las pruebas de digestibilidad *In vivo* (método de colección total o parcial), digestibilidad *In situ* y digestibilidad *In vitro* ((Pérez *et al.*, 2008).

Existen dos ensayos bien marcados en este método:

a) Colección total de heces

Como ya se mencionó, 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 (McDonald *et al.*, 2002).

Es así que la determinación del coeficiente de digestibilidad se obtiene a partir de ensayos de digestibilidad; en monogástricos se basan en dar a un grupo de animales un alimento de composición conocida, para luego analizar las deposiciones producidas. De esta manera, se explica cuánto de lo que el animal consumió, fue digerido y absorbido, y cuánto se perdió a través de las heces (McDonald *et al.*, 2002).

b) Indicadores (marcadores)

En los casos en que no se puede precisar la cantidad de comida ingerida o excretada por cada animal, por ejemplo: cuando son alimentados como grupo, es imposible medir la ingesta de cada individuo, esto se puede realizar calculando su digestibilidad con alimentos que contengan alguna sustancia que sea muy

indigestible. Estas sustancias pueden ser parte del alimento (indicador natural) o ser adicionada (sustancia extraña), o pueden usarse ambas (Tobal, 2018).

Dentro de las sustancias naturales encontramos lignina, sílice y ceniza insoluble en ácidos, entre otros; y en los adicionados, los más utilizados son el sesquióxido de cromo, colorantes, polietilenglicol, óxido férrico, óxido crómico, tierras raras, fibra tratada y elementos hidrosolubles (Tobal, 2018).

El marcador más utilizado es el óxido crómico, debido a que se recupera totalmente en heces. Además, en especies monogástricos el dióxido de titanio también se puede usar como indicador (McDonald *et al.*, 2002).

2.5. PROTOCOLO DEL MÉTODO DE COLECCIÓN TOTAL DE HECES

a) Animales

Para este tipo de ensayos, debe usarse un mínimo de 6 animales sanos y de al menos 1 año de edad que ya hayan terminado su crecimiento según Protocol Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2000).

Esto debe hacerse así porque, aunque los animales sean de la misma especie, edad y sexo, existe una variación individual leve en relación a su habilidad digestiva. Además, la replicación permite mayor oportunidad para detectar errores de medición (AAFCO, 2000).

En pruebas realizadas en mamíferos, se prefieren a machos sobre hembras, y dentro de los machos, se opta por machos castrados. Esto se da exclusivamente por razones de manejo, ya que por disposiciones anatómicas es más fácil extraer

las heces y orina separadamente en los machos. Además, se prefieren machos castrados, por temas de docilidad (AAFCO, 2000).

En aves, la determinación de digestibilidad es menos utilizada debido a su mayor complejidad ya que las heces y orina se excretan ambos por la cloaca. Aun así, considerando que la mayoría del nitrógeno de la orina está en la forma de ácido úrico, y que la mayor proporción de nitrógeno en heces está presente como proteínas, es posible separarlos químicamente y llevar a cabo el ensayo (McDonald *et al.*, 2002).

Los animales deben alojarse individualmente en jaulas metabólicas, o en sitios protegidos cubiertos, para tener un mayor control y poder distinguir qué heces produjo cada animal, y así asegurar que se conserven lo mejor posible para ser recolectadas (AAFCO, 2000).

También recomiendan utilizar 3 animales por lotes o especies, pero para obtener datos homogéneos es necesario utilizar 4 a 6 animales, esto con la finalidad de reducir las variaciones por la influencia individual (Maynard *et al.*, 1992). Otros autores mencionan que con 4 animales se pueden obtener un 90% de certeza, mientras que un 2 a 3 animales se pierden precisión hasta el punto de poner en duda el ensayo (Raymod, citado por Parraga, 1981).

Se realizaron estudios para determinar el número óptimo de animales para este tipo de experimentos, llegando a establecer que con cuatro animales se tiene un 80% de seguridad de poder detectar un 90% de certeza, mientras que con 2 o 3 animales se pierde precisión, dudando de sus resultados (Cervantes, 1987).

b) Disponibilidad de alimento y tiempo de alimentación

Los animales se alimentan al menos una vez al día y la disponibilidad de alimento para cada animal en particular puede basarse en datos existentes de la cantidad de alimento requerido para mantener el peso corporal, o en los requerimientos energéticos diarios para la manutención. También se permite usar alimentación *ad libitum*, es decir, una disposición ilimitada del alimento. Lo que sobra de alimento debe pesarse después de la alimentación, para poder restarlo a la cantidad de alimento ofrecida y calcular la cantidad real de alimento ingerida. En relación al agua, esta debe estar disponible a toda hora (AAFCO, 2000).

Se recomienda mantener constante la cantidad de alimento dado al animal y fijar una hora establecida de alimentación (AAFCO, 2000). Esto se debe considerar porque cuando la ingesta es irregular existe la posibilidad de que haya una excreción aumentada de heces si la última ración del periodo experimental es inusualmente grande, por lo tanto, la excreción de heces puede retrasarse hasta después del final del periodo de recolección fecal. En esta situación la excreción de heces resultantes puede ser subestimadas y, por ende, la digestibilidad sobreestimada (McDonald *et al.*, 2002).

c) Desarrollo del ensayo

El desarrollo de los ensayos de digestibilidad consta de dos fases, las cuales involucran procedimientos de alimentación estandarizados. La ingesta de alimento debe ser registrada en ambas fases.

La primera fase se conoce como fase de pre-recolección, y representa un período de al menos 5 días en los cuales a los animales se les da la dieta que se pondrá a

prueba, pero sin recolectar las heces. Este periodo tiene como objetivo aclimatar a los animales a la dieta y ajustar la ingesta de alimento para mantener el peso del animal. Además, sirve para limpiar el tracto digestivo de los residuos de otros alimentos (McDonald *et al.*, 2002). Si durante esta fase el alimento es continuamente rechazado, o resulta en un consumo mínimo de parte de la mayoría de los animales, la prueba no debiera continuar a la fase de recolección (AAFCO, 2000), por ello se recomienda una duración de 8 días de adaptación metabólica (Church, 1974).

Posteriormente, viene la fase de recolección de heces, la cual generalmente dura 5 días (120 hrs) pudiendo llegar a 14 días (AAFCO, 2000). Periodos de recolección más largos dan una mayor exactitud de resultados (McDonald *et al.*, 2002). Durante esta fase de recolección, es de suma importancia que las heces se recolecten diariamente y con los esfuerzos orientados a recolectar todas las heces y a evitar la recolección de pelos. Para realizar esto, se usan bolsas, de recolección, los cuales deben tener su peso registrado, para posteriormente calcular el peso neto de heces recolectadas. A continuación, se ponen las heces en las bolsas de recolección respectivo de cada animal para cada día, los cuales deben estar rotulados con etiquetas que indiquen el número del animal, el número de dieta y las fechas de recolección. Luego, se someten a refrigeración para conservarlas o se secan diariamente para obtener el peso de materia seca. Cuando el volumen de heces es muy grande, se puede retener una alícuota para secarla y analizarla. Finalmente, con las recolecciones o alícuotas proporcionales, se puede determinar la composición de la recolección (AAFCO, 2000).

Se recomienda una duración no menor de 10 días para la fase experimental en rumiantes, estando este tiempo relacionado con la velocidad de tránsito de los alimentos y el tipo de ración a utilizarse. Los mismos autores recomiendan utilizar animales adultos, machos y castrados pues de esta manera se facilita su manejo y permiten recoger las heces en forma independiente de la orina lo que no se lograría con la utilización de animales hembras Galves y Rosello, citados por Valenza (1989).

d) Análisis

Finalmente, a través del análisis de las muestras del alimento dado y de las muestras obtenidas desde las heces recolectadas, se puede obtener la cantidad de nutriente de ellas. El coeficiente de digestibilidad se puede obtener expresando el peso de los nutrientes digeridos como proporción de los pesos consumidos. Esto se hace a través de una fórmula general para el coeficiente de digestibilidad.

Para obtener los resultados como porcentajes, se debe multiplicar el valor por 100 (McDonald *et al.*, 2002).

2.6. FACTORES QUE CONDICIONAN LA DIGESTIBILIDAD

Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos los factores dietarios y los animales.

Cañas (1995) La digestibilidad es una medida biológica de la calidad de los alimentos y en ella intervienen factores de:

2.6.1. Factores dietarios

- ❖ **Composición química de los alimentos:** Un mismo alimento puede presentar una composición química variable según su estado de maduración, siendo la fibra el nutriente que ejerce mayor influencia en la digestibilidad. Los contenidos celulares son casi completamente digeribles, mientras que los componentes de la pared celular tienen una digestibilidad mucho más variable y depende del grado de lignificación.
- ❖ **Composición de la ración:** Existen efectos asociativos entre componentes dietarios que estimulan o inhiben, unilateralmente o bilateralmente, la digestibilidad de un alimento.
- ❖ **Procesamiento de los alimentos:** Existen procesos que ayudan a mejorar la digestibilidad de los alimentos, siendo la reducción de tamaño uno de los métodos usuales para mejorar la exposición de los principios nutricionales del alimento, así mismo los tratamientos de calor son efectivos para mejorar la digestibilidad cuando se usan para desactivar inhibidores de enzimas digestivas.

2.6.2. Factores relacionados al animal (propios del individuo)

- ❖ **Especie:** La digestibilidad de los alimentos es dependiente de la especie animal.
- ❖ **Nivel de alimentación:** Un incremento de alimento consumido causa una mayor velocidad de tránsito intestinal y, por lo tanto, el alimento se expone a un menor tiempo de acción enzimática, reduciendo con ello la digestibilidad de dichos alimentos.
- ❖ **Trastornos digestivos**

2.6.3. Limitaciones para la determinación de la digestibilidad

Rodríguez (1980), expresa que al utilizar o determinar los coeficientes de digestibilidad se debe estar consciente de las limitaciones de estos valores. En una forma resumida se mencionan las más importantes:

- a) Reflejan en cierto modo solamente la capacidad de digestión y absorción de los alimentos utilizados en la determinación, más no así la utilización de los mismos.
- b) La medida es específica para el tipo y condiciones del alimento o ingrediente utilizado en la determinación.
- c) Algunos nutrientes no se pueden evaluar debido a intercambios de estos en el tubo digestivo (minerales).
- d) Algunas fracciones de alimento no se pueden evaluar correctamente por falta de técnicas adecuadas de laboratorio.

Nota: Los alimentos que más varían en digestibilidad son los forrajes, siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general, a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares solubles, y se eleva el contenido de fibra (principalmente celulosa y lignina), lo que causa una disminución gradual en la digestibilidad (Mora, 2002).

2.7. CONTENIDO RUMINAL

El contenido ruminal, también conocido como “ruminaza” es un subproducto originado del sacrificio de animales, se encuentra en el primer estómago del bovino en el cual al momento del sacrificio contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido (Trillos *et al.*, 2006).

Posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa para la alimentación de rumiantes, pollos y cerdos de engorde, por sus características químicas, biológicas, bromatológicas y su amplia disponibilidad (Trillos *et al.*, 2006).

El contenido ruminal es un residuo sólido con alto potencial energético que puede ser fácilmente aprovechado para generar subproductos en lugar de ser desechado Hómez (2018). A continuación, en el Cuadro 1, se presenta la composición química del contenido ruminal:

Cuadro 1. Composición química proximal del contenido ruminal de los bovinos, ovinos y caprinos sacrificados en el Rastro Municipal de Culiacán Sinaloa (%).

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

Fuente: Domínguez, E. *et al.* (1996)

El ensilaje es una técnica que ofrece enormes ventajas en el tratamiento del contenido ruminal. Es un proceso económico, toda vez que no requiere mano de obra especializada, ni maquinaria; además de demandar poco espacio. Diferentes científicos han experimentado con el uso de contenido ruminal en la dieta de rumiantes y monogástricos (Ríos y Ramírez, 2012).

En Colombia, aunque poco, se han encontrado en la literatura científica, memorias del desarrollo de algunos trabajos, incluyendo el contenido ruminal en la dieta cunícola, los que han sugerido lo beneficioso de emplear este subproducto, como ingrediente de la dieta alimenticia en conejos (Ríos y Ramírez, 2012).

En el Perú se realizaron algunos trabajos de investigación utilizando el contenido ruminal en diferentes porcentajes para la elaboración de bloques nutricionales y el posterior suministro en la dieta de cuyes, señala que es una buena alternativa para la alimentación de cuyes (Florez Z., 2016); en tanto, otra investigación sobre aceptabilidad del ensilaje de contenido ruminal con diferentes tratamientos, se obtuvo buenos resultados de consumo en cuyes, generándose otra fuente de alimentación (Sarmiento, 2018); finalmente al evaluar el efecto de cuatro dietas preparadas con diferentes porcentajes de contenido ruminal, en la alimentación de cuyes, se determinó que el consumo, ganancia de peso, conversión alimenticia y evaluación económica superaron todas las expectativas considerando así que es un insumo sumamente aprovechable (Luna, 2016).

2.7.1. Usos del material ruminal

En los últimos años ha tenido gran auge la búsqueda de nuevas fuentes no convencionales para la alimentación del ganado, que a su vez no compitan con la alimentación del ser humano, dentro de estas se encuentran los subproductos de

origen animal como el uso del contenido ruminal, pues en el rumen se encuentra una cantidad elevada de alimentos no digeridos que se calcula es alrededor de 3.5 kg. de materia seca y existen grandes cantidades de este subproducto, los que son desaprovechados en su totalidad vertiéndose en los basureros municipales (Domínguez J., 2002).

Por lo que, ha motivado el interés de desarrollar trabajos de investigación tendientes a determinar la posibilidad de su empleo en la alimentación animal, inicialmente en ovinos cuyos resultados han demostrado que este subproducto puede ser incluido, junto con otros ingredientes, hasta el 30% de la ración total, resultando esto favorable por ser un alimento de bajo costo (Domínguez J., 2002).

Cuadro 2. Uso del contenido ruminal para el consumo animal

Presentación	Proceso	Producto final/nombre comercial
Húmedo	Secado	Contenido ruminal semi seco
Seco	Secado completo al ambiente - molido	Contenido ruminal seco
	Secado completo en digestores - tamizado	Harina forrajera
Solo o con otros desechos comestibles	Secado al ambiente	Contenido ruminal seco mezclado
	Secado al ambiente o por aire forzado con aglutinantes	Bloques nutricionales
	Secado completo en digestores	Harina forrajera y carne

Fuente: Frigorífico Guadalupe Santafé de Bogotá (1994)
<http://www.fao.org/ag/agap/frg/aph134/cap7.htm>

2.7.2. Uso de residuos orgánicos en la alimentación de cuyes

La alimentación es uno de los aspectos más importantes dentro de la producción pecuaria tanto por lo económico como por lo nutricional, es por ello que, las diversas

investigaciones realizadas en esta área se han encaminado a buscar alternativas que permitan bajar los costos de producción; Moreno, M. (1993) recomienda utilizar la porquinaza en la ración alimenticia con niveles superiores al 30% en las fases de Crecimiento - Engorde y Gestación - Lactancia por haber encontrado buenos resultados productivos y reproductivos, además señala que el mejor beneficio costo es en la etapa de Crecimiento - Engorde.

Al estudiar el efecto de la utilización de excremento porcino en la alimentación de cuyes peruanos mejorados durante las etapas de Crecimiento - Engorde y Gestación - Lactancia recomienda incluir en la alimentación de los cobayos en la etapa de Crecimiento - Engorde niveles del 10 % de excremento porcino y en la etapa de Gestación - Lactancia hasta el 30% por obtenerse el mayor número de crías al nacimiento y al destete, así como una mayor rentabilidad con este tratamiento (Fernández H., 1996).

Se realizó la evaluación de diferentes niveles de coturnaza en la alimentación de cuyes mejorados y concluyo que, las mayores rentabilidades tanto en la etapa de Crecimiento - Engorde como en la de Gestación - Lactancia se alcanzaron cuando se utilizó el balanceado con el 5% de coturnaza, obteniéndose rentabilidades de 22 y 28 % respectivamente, por lo que, recomendó utilizar este nivel de coturnaza en la alimentación de los cobayos (Chango, 2001).

Se estudió el efecto del uso de la cuyinaza más melaza en el balanceado de la alimentación de cuyes y concluyó que, en la etapa de Gestación - Lactancia al emplearse el nivel del 20% de cuyinaza mejoró el comportamiento productivo de las madres presentando los mejores pesos al final del empadre; de igual manera expresa que, el comportamiento de las crías no se vio afectado estadísticamente

aunque numéricamente los mejores resultados se obtuvieron con este nivel, de igual manera en la etapa de crecimiento engorde el tratamiento con el 20% de cuyinaza en el balanceado mejoro la producción en las variables de estudio (Garcés, 2003).

Por otro lado, al estudiar el efecto de la utilización de la gallinaza en la alimentación de cuyes durante la etapa de Crecimiento – Engorde expresó que los niveles de gallinaza del 0, 4, 8, 12 y 16 % no influyen negativamente sobre los parámetros productivos estudiados, por lo que, recomendó utilizar hasta el 16% de gallinaza en la dieta de cuyes durante esta etapa (Fernández C.,1984).

2.8. EL ENSILADO

El ensilado es un proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica del contenido ruminal que produce ácido láctico y una baja del pH por debajo de 5. Permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mucho mejor que el pasto henificado, pero precisa de mayores inversiones y conocimientos para conseguir un producto de calidad. (Trillos *et al.*, 2006).

El ensilaje permite conservar el forraje en un estado físico parecido al que tenía en el momento de la recolección y su composición química está modificada por las fermentaciones que sufre. La finalidad de este proceso consiste en desencadenar, en la biomasa tratada, fermentaciones lácticas que reduzcan el pH y estabilicen el producto; otro tipo de fermentaciones: acéticas o butíricas degradan la proteína y producen amoniaco y otros fermentos que deterioran el producto ensilado en forma peligrosa (Jiménez F., 2003).

2.8.1. Importancia del ensilaje

El silo para forrajes es una construcción cuya finalidad es conservar y guardar el forraje verde sea en forma temporal o permanente.

Si se hace un silo se pueden aprovechar los excedentes de pasto verde en la época lluviosa, así como maíz, sorgo, caña, etc. De igual forma, evitará las pérdidas y dispondrá de alimento suficiente, sosteniendo una producción normal durante todo el año (Gonzales, 2010).

2.8.2. Ventajas del ensilaje

El ensilaje proporciona un forraje jugoso y de buena calidad nutritiva. Se aprovechan los excedentes de pastos y forrajes de la época de lluvias, aumentando los rendimientos por área. Se mantienen más cabezas de ganado en menor área, es decir, facilita la intensificación del sistema de producción. Los pastos y forrajes, una vez ensilados se pueden usar en cualquier periodo del año, en especial cuando hay escasez (Gonzales, 2010).

2.8.3. Características de los ensilajes

Las características 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 a alcohol ácido 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 (Valencia *et al.*, 2001).

También debe contener entre 80 y 85% de materia seca, se debe reducir al mínimo la pérdida de hojas y partes tiernas de la planta, presentar una textura blanda y no quebradiza, no presentar hongos o enmohecimientos, no registrar aumento de la temperatura, tener un color verde y un color agradable, ser consumido por el ganado sin dificultad (Campo San Luis, 2008).

Cuadro 3. Características físicas del contenido ruminal fresco y ensilado

Características	T0-Fresco	T1-15 días de ensilaje	T2-30 días de ensilaje	T3-45 días de ensilaje
Olor	Desagradable	Agradable	Agradable Fermentación suave	Agradable Fermentación suave
Color	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón oscuro
Consistencia	Semi pastoso	Semi - seco	Semi - seco	Semi - seco

Donde:

T0 Contenido ruminal fresco: 60% de harina de sorgo + 40% de contenido ruminal.

T1 Contenido ruminal ensilado con 15 días de maduración: 60% de harina de sorgo + 40% de contenido ruminal.

T2 Contenido ruminal ensilado con 30 días de maduración: 60% de harina de sorgo + 40% de contenido ruminal.

T3 Contenido ruminal ensilado con 45 días de maduración: 60% de harina de sorgo + 40% de contenido ruminal.

Fuente: Trillos *et al.*, (2006).

2.8.4. Propiedades físico - químicas de los ensilajes

Desde otro punto de vista el contenido ruminal en lugar de ser visto como un contaminante, es una fuente valiosa de nutrimentos cuando se incorpora a las dietas para animales ya que contiene proteína cruda y materiales energéticos utilizables por rumiantes (Cuadro 4) (Universidad Popular del Cesar, 2010). Su

acumulación podría generar problemas de contaminación atribuibles principalmente a su contenido alto de líquidos y a la baja digestibilidad de las fibras de celulosa normalmente presentes (Church, 1971, Kolb, 1979; Cuberos-Ospina, 1986; Czerkowski, 1986; Domínguez-Cota et al., 1994; Flores-Aguirre et al., 1994; Abouhief et al., 1999). Por otra parte, la composición química de los contenidos ruminales es poco variable. Debido a que la alimentación de los bovinos es básicamente de pasto y ciertas combinaciones con melazas, por lo que se encontraría alta concentración de Celulosa y Hemicelulosa, (carbohidratos con alto grado de polimerización); de lignina, (compuesto con estrecha relación con la celulosa), y su contenido en grasas, proteína o ceras es bajo (Church, 1971; Van Soest, 1982; Maynard et al., 1983; Robles, 1984; Cetina, 1987).

Cuadro 4. Análisis bromatológico del contenido ruminal de ganado vacuno.

Análisis Bromatológico del contenido ruminal (Colombia)				
Desecho	Humedad %	Proteína - Grasa %	Fibra %	Cenizas %
CR	85,00%	9,60%	2,84%	27,06%

Fuente: Universidad Popular del Cesar (2010).

2.9. ALFALFA (*Medicago Sativa L.*)

La alfalfa es una leguminosa, teniendo la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces, esto hace que los suelos donde crece esta planta sean mejores, por lo que, muchas veces se planta como una manera de fertilizante natural a los terrenos. El uso principal de esta planta es como forrajera para la alimentación del ganado, resulta muy nutritivo para los animales (Cuadro 5 y 6) al mismo tiempo que es una de las especies con producción más elevada de las cultivadas por el hombre. Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo (se

han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10 m de profundidad) (Botanical, 2010).

Cuadro 5. Composición química (promedios del análisis de laboratorio Facultad de Química – Unsaac).

COMPOSICIÓN QUÍMICA	ALFALFA	
	BASE FRESCA	BASE SECA
Materia seca (MS %)	17,86	100
Proteína cruda (PC %)	3,42	19,15
Extracto etéreo (EE %)	1,34	7,50
Fibra cruda (FC %)	4,27	23,91
Extracto libre de nitrógeno (ELN %)	7,84	43,90
Cenizas - Minerales %	0.99	5.54
TOTAL	17,86	100

Fuente: Huarco (2012)

Cuadro 6. Promedio de digestibilidad de los nutrientes de la alfalfa en cuyes.

NUTRIENTES	(%)
Materia seca (MS)	76,56
Proteína cruda (PC)	76,14
Extracto etéreo (EE)	74,76
Fibra cruda (FC)	72,51
Extracto Libre de Nitrogenado (ELN)	79,62

Fuente: Huarco (2012)

2.10. ANÁLISIS PROXIMAL DE WEENDE

Se indica que este método fue realizado en la estación experimental de Weende (Alemania), según los mismos, los alimentos contienen las siguientes fracciones: agua, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, proteína cruda y cenizas (Briceño,1978):

a) Proteína cruda

Se define que las proteínas son nutrientes de gran importancia en la dieta animal, son sustancias orgánicas nitrogenadas compuestas por aminoácidos que es en esta forma como son asimilados por las vellosidades intestinales. El mismo autor define el concepto de nitrógeno total que incluye todas las materias nitrogenadas, si bien algunas no son estrictamente proteicas, esta cantidad total de nitrógeno es multiplicado por el factor de 6,25, esto se fundamenta en que las proteínas tienen un promedio de 16% de nitrógeno (De Alba,1983).

b) Fibra cruda

La fibra como la fracción de los carbohidratos, que es insoluble de sucesivas digestiones con ácidos y bases diluidas en el procedimiento de Weende y que la fibra está constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina y minerales insolubles (Briceño,1978).

c) Extracto etéreo

El extracto etéreo son componentes orgánicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno en mínima cantidad que los carbohidratos y difieren considerablemente en su estructura y propiedades, son solubles con solventes orgánicos como el éter, cloroformo, benceno (Corine,1984).

d) Extracto Libre de Nitrógeno

Se señala al extracto libre de nitrógeno como la fracción de carbohidratos solubles (almidón, polisacáridos), los que son arrastrados conjuntamente con otras sustancias durante la digestión ácida y alcalina en la determinación de fibra en el análisis de Weende (Briceño,1978).

e) Ceniza

Los minerales son elementos en su forma más simple y cuyo peso se obtiene del residuo inorgánico resultado de someter una muestra a una temperatura de 600°C., la importancia nutritiva dependerá en parte, del alimento que trate (De Alba,1983).

f) Materia seca

Coincide en conceptuar a la materia seca como el producto sea animal o vegetal exenta de agua, para términos de mayor comprensión expresada en porcentajes (Briceño,1978).

NOTA: Limitantes del análisis proximal

Según Mora (2002), las limitantes del análisis proximal, son las siguientes:

- ❖ En la determinación de humedad también se pierden todas las sustancias volátiles, como los ácidos orgánicos encontrados en los ensilajes, lo cual tiende a incrementar el valor del contenido de agua (o su equivalente que es reducir la materia seca estimada).

- ❖ La determinación de la materia mineral no es de tipo cualitativo, o sea que no permite identificar los diversos minerales. Tampoco es indicativa de la disponibilidad digestiva de tales minerales. Por ejemplo, la cascarilla de arroz contiene el 15% de materia mineral. El 85% de dichas cenizas se componen de sílice, que no sólo no es un nutriente necesario para el animal, sino que su presencia reduce la digestibilidad de otros nutrientes.

- ❖ El análisis de proteína cruda no identifica si se trata de nitrógeno proveniente de aminoácidos o de otro tipo de fuente (como urea). Por lo tanto, introducirá

un error mayor en el valor de proteína verdadera, conforme aumente el porcentaje de nitrógeno no proteico. Además, no todas las proteínas (como la leche y del trigo) tienen 16 gramos de nitrógeno por cada gramo de proteína, por lo tanto, el factor 6,25 debería ser modificado en cada caso, lo cual es poco práctico y difícil de hacer.

- ❖ El extracto etéreo, que es la estimación de los lípidos, será subestimado, por ejemplo, en los ensilajes, al perderse los ácidos grasos volátiles en la desecación de la muestra. Por otro lado, el valor de extracto etéreo también incluye ceras que tienen baja digestibilidad y poco valor para el animal.

- ❖ La determinación del parámetro de fibra cruda también subestima la fracción de poder celular, ya que la hemicelulosa, la celulosa y la lignina se solubilizan parcialmente en las digestiones ácida y alcalina. Además, no permite diferenciar las distintas fracciones de pared celular, por ejemplo, entre la celulosa, que es digestible para los rumiantes y la lignina, pero que no es aprovechable para los monogástricos.

- ❖ El extracto libre de nitrógeno, que se calcula por diferencia y que se supone indica el contenido de azúcares y almidones, va a contener el error presente en las estimaciones anteriores. También algunas sustancias como las pectinas, que forman parte del extracto libre de nitrógeno, no son tan aprovechables por las especies monogástricas como son por los rumiantes.

2.11. NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES Y ENERGÍA DIGESTIBLE

2.11.1. NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES

Los Nutrientes Digestibles Totales (NDT) consiste en la expresión más antigua de la energía disponible del alimento para el animal. Se obtiene a partir de un experimento de digestibilidad convencional de un alimento con animales, a través de la ecuación de (Crampton y Harris, 1974).

2.11.2. ENERGÍA DIGESTIBLE

Una vez que un alimento es consumido y sufre los procesos de degradación gastrointestinal, se elimina el residuo en las heces. Si al valor de EB se le resta la energía contenida en las heces, se obtiene el valor de la energía digestible (ED), que es un mejor indicador de la energía disponible para el animal, así como podemos observar en el (Cuadro 7). Se mide a través de un experimento de digestibilidad convencional *in vivo* por el método de colección fecal total. Se puede considerar que la ED y el NDT de un alimento son equivalentes. La inter conversión de ED a NDT se hace considerando 44 Kcal de ED por gramo de NDT (Mora, 2002). La ED de un alimento es la porción de la EB que no se excreta con las heces y se determina a partir de NDT, utilizando el valor 4,4 Kcal por gramo de NDT (NRC, 2001) obtenidos por digestibilidad y aplicados en la ecuación.

La ventaja de ED radica en la facilidad de su medición. Su desventaja es que sobrestima la energía de los forrajes fibrosos (henos y pajas).

Cuadro 7. Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy

	E.D (Kcal/g)	Autor
Maíz chala	1,89	Saravia, <i>et al.</i> (1992)
Alfalfa	2,56	
hoja de camote	3,08	
Panca de maíz	1,28	Caballero (1992)

2.12. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Calsamiglia, S. et al. (2016) indican en su trabajo “valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos (Tablas FEDNA) que el momento óptimo de corte del maíz para su ensilaje, se sitúa entre el 30 y el 35% de contenido en materia seca, tanto desde el punto de vista productivo como de la calidad del forraje. Los ensilados de maíz deben poseer un pH bajo, cercano o por debajo de 4 y los contenidos en nitrógeno amoniacal y en nitrógeno soluble deben ser inferiores al 10% y al 50% del nitrógeno total, respectivamente. También mencionan que los nutrientes del ensilado de maíz tienen alto valor energético, bajo valor proteico y bajo contenido en minerales. Por otro lado, los cereales (todos en forma de ensilados) se han clasificado por su contenido en humedad. El resto de forrajes se han clasificado en función del valor relativo del forraje (VRF). Este índice supone una valoración objetiva de la calidad del forraje que refleja el potencial de ingestión de materia seca ($IMS = 120/\%FND$) y su digestibilidad ($DMS = 88,9 - (0,779 * \%FAD)$), donde $VRF = (IMS * DMS/1,29)$. Dicho índice permite la clasificación de los forrajes en calidades de Excelente (>151), Primera (125-151), Segunda (103-124), Tercera (87-102), Cuarta (75-86) y Quinta (>75).

Sarmiento (2018) en su trabajo de investigación “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo el objetivo general “Evaluar el efecto del uso de la borra de chicha, en el ensilaje de ruminaza de vacunos para la alimentación animal, teniendo como objetivos específicos determinar la composición físico química, Materia seca (MS), proteína total (PT), Fibra cruda (FC), Extracto libre de Nitrógeno (ELN), Extracto Etéreo (EE) y Ceniza), y valor nutricional; para lo cual se reportó valores de 60,4; 58,3; 60,4 y

52,6% de digestibilidad de la PC, para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Para el valor energético se encontraron en Kilocalorías por kilo de Materia seca. (Kcal/100) 138,30; 145,58; 132,03 y 112,81 de EB respectivamente. Respecto a la prueba de aceptabilidad realizada en cuyes con los cuatro tratamientos, el T3 tuvo mayor y buena aceptación de 51,61 g. de consumo. Finalmente, para la composición química el T4 obtuvo valores para (PC, FC, ELN y EE) de 13,03 %; 59,16 %; 13,09 % y 6,23 % respectivamente.

En el **2015, Contreras J. G.** En su estudio titulada “Niveles de contenido ruminal en el ensilaje de pasto *Panicum máximum cv. Tanzania* y valoración bromatológica en cuatro tiempos de conservación” Informo que en el % MS es mejor el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 12%) presentó los mejores resultados a los 28 y 84 días con 75,12% y 74,40 % respectivamente. A los 56 días el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 3%) supera a los demás tratamientos con 68,34 % MS y a los 12 días el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 6%) es mejor con 25,42% MS. Existe una tendencia lineal creciente en el porcentaje de proteína a los 56 y 84 días, a los 28 ésta se mantiene y a los 12 días baja considerablemente. A los 28 días de edad el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 6%) presentó el mayor porcentaje de proteína con 6,53%; a los 56 días de edad el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 12%) con 10,60%; a los 84 días el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 3%) con 7,54% y a los 12 días el tratamiento (Panicum Tanzania + CR 0%) obtuvo el mayor resultado con una proteína de 8,96%.

Arenas (2007) realizó el estudio “Evaluación del ensilado de chala de maíz (Sea maíz) con gallinaza “el objetivo general fue evaluar el ensilado de chala de maíz con gallinaza; teniendo como objetivos específicos evaluar la composición química

y digestibilidad de la proteína total in Vitro en los tres tratamientos (3,6 y 9% de gallinaza); Evaluar el consumo del producto ensilado por el ganado ovino; Evaluar la proporción adecuada de gallinaza en el ensilado de maíz y evaluar el efecto de fermentación sobre la carga microbiana de gallinaza. Donde informo que, de los tres tratamientos en estudio, presento mejores respuestas el tratamiento B con 6% de gallinaza, ya que en este se obtuvo ligeramente mejor consumo por los ovinos.

Dávila, A. et al. (2016) “Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia*” Se evaluaron tres mezclas de ensilado utilizando *Sorghum vulgare* (SV) y *Tithonia diversifolia* (TD) en proporciones respectivas de 75/25, 50/50 y 25/75, encontró que los contenidos de nutrientes fueron diferentes en los tres tratamientos. Los resultados en términos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (Cen), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y total de nutrientes digestibles (TND) señalaron que el tratamiento con la proporción 75/25 posee los niveles de nutrientes aptos para alimentación animal en comparación con las otras dos mezclas.

Chinachi (2004), en su trabajo de investigación titulada” Evaluación de tres niveles de contenido ruminal (5,10 y 15%) en la alimentación de cuyes en la etapa de engorde” Informó que se encontró resultados positivos con el suministro de la dieta conformada por 15% de contenido ruminal de bovinos más balanceado, con mayor peso corporal tanto a los 15 días (763,40 g), como a los 30 días (935,22 g), a los 45 días (1095,27 g) y a los 60 días (1255,34 g); consecuentemente también obtuvo mayor ganancia en peso a los 15 días (309,00 g), a los 30 días (480,00 g), a los 45 días (633,60 g) y a los 60 días (795,33 g), reportando así mismo mejor conversión alimenticia tanto a los 15 días (10,00), como a los 30 días (12,87), a los

45 días (17,25) y a los 60 días (19,42). También menciono no se presentó mortalidad en ningún tratamiento hasta los 60 días que duró el ensayo. Con respecto a consumo de alimento, concluyo que, en general los cuyes consumieron el total de alimento mixto proporcionado, sin dejar residuos. Del análisis bromatológico informo que, el contenido ruminal presentó 13,7% de cenizas, 9% (Nx5,7) de proteína, 12,6% de humedad, 0,098% de grasa, 34,1% de fibra cruda, 30,5% de carbohidratos totales y 173 Kcal*100 g de energía.

Abarca, G. (2015). En su investigación “Comparación de tres tipos de ensayos de digestibilidad *“in vitro”* de alfalfa (*Medicago sativa*) con la digestibilidad *“in vivo”* en cuyes (*Cavia porcellus L.*) señala que la digestibilidad de los productos F1 y F2 obtenidos en el ensayo *“in vivo”* son diferentes estadísticamente con los tratamientos *“in vitro”*. Para los pellets elaborados con alfalfa deshidratada joven (30 días de corte), se obtuvo 53,65% de digestibilidad, la técnica *in vitro* que más se acerca a este valor es la de licor cecal, a través de la cual se obtuvo 55,465% de digestibilidad, existiendo una diferencia de 1,817%. Un patrón similar presentó los resultados de los pellets elaborados con alfalfa madura (45 días de corte), la diferencia del porcentaje de digestibilidad entre las dos técnicas fue de 2,181%. Los otros ensayos *in vitro* presentaron una diferencia mayor con la técnica *in vivo*, en la técnica de enzimas con una diferencia de 17,36% para F1 y 18,61% para F2 y en la técnica de fluido ruminal la diferencia fue aún mayor de 22,55% para F1 y 26,98% para F2.

Pozo, D. A. (2010). En su trabajo de investigación “Utilización de ensilaje elaborado a base de contenido ruminal de bovinos faenados, más cono de arroz y melaza en tres diferentes porcentajes para la alimentación de cerdos de raza Landrace en

Pujili” afirma que el mejor tratamiento es el T3, el cual fue elaborado con Contenido Ruminal 40% + Cono de Arroz 50% + Melaza 10% ,se eligió al ensilaje de este tratamiento para realizar un análisis bromatológico el cual está con sus niveles de Proteína cruda del 14%, Fibra 13 % los mismos que están dentro de los requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa de crecimiento.

Contreras, P.J. et al. (2013) en su investigación “Consumo y valor nutritivo del ensilado de calamagrostis antoniana y avena sativa asociada en diferentes proporciones en alpacas (*Vicugna pacos*)” el objetivo de evaluar el valor nutritivo del ensilado de *Calamagrostis antoniana* y *Avena sativa* en diferentes proporciones (tratamientos): composición química en términos de materia seca (%), proteína cruda (%), fibra cruda (%); y consumo voluntario (gr.MS/día) en alpacas tuis menor, distribuidas en 6 tratamientos indican que varía estadísticamente ($p < 0,05$) en cuanto al contenido de MS (%), PC (%) y FC (%); registrándose valores mayores del ensilado, en el tratamiento T1 (55,60% MS), T6 (11,02% PT) y T1(33,18% FC). En cuanto al consumo voluntario del ensilado de Calamagrostis antoniana y Avena sativa, en las alpacas, los ensilados que tuvieron una mayor aceptación fue el tratamiento T4 y T5, llegando a consumir voluntariamente un promedio de: 307,18 y 226,87 (gr. MS/día/animal), respectivamente.

Valenzuela R. Roció (2015) en su estudio “Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*stizolobium deeringianum*) en cuyes” reportó coeficientes de digestibilidad aparente de: 66.29% para materia seca; 66,13% para materia orgánica; 74,02% para proteína cruda; 52,44% para fibra cruda; 60,18% para el extracto etéreo; 78,22% para el extracto libre de nitrógeno y

73,33% para la ceniza. El valor de energía digestible determinado fue de 2,61 Kcal/g.

Campos V., Javier A. (2003) en su trabajo “Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes”, el objetivo de determinar la digestibilidad en cuyes de los componentes nutritivos de la *vicia villosa*, trébol rojo y *Lolium multiflorum* en relación a la alfalfa; reportaron resultados para la alfalfa respecto a los coeficientes de digestibilidad de 85,7% de la proteína y 2806,6 Kcal/Kg. de energía digestible, además de un valor económico de sustitución (V.E.S.) de la fibra, proteína y energía, de 0,41 y 0,38 \$us/kg. y 0,009 \$us/1000 Kcal. respectivamente. El *Lolium multiflorum* tuvo la tendencia más alta para la digestibilidad de la fibra con 60,7%. y el consumo más elevado con 81,3 g. Finalmente la materia seca tuvo una digestibilidad del 77,9% para el trébol rojo y de 75,6% para la alfalfa.

Villeda L. A., (2011) en su investigación “Efecto de la inclusión de 3 niveles de contenido ruminal de bovinos en el ensilaje de maíz (*zea mays*)” Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento uno, testigo 100% de maíz picado y 0% de contenido ruminal, tratamiento dos 95% maíz picado y 5% de contenido ruminal, tratamiento tres 90% maíz picado y 10% contenido ruminal y tratamiento cuatro 85% maíz picado y 15% contenido ruminal; menciona que se encontraron diferencias en cuanto a la calidad nutricional del ensilaje de maíz con contenido ruminal en relación al porcentaje de materia seca, porcentaje de proteína cruda y pH, sin embargo, sí se encontraron diferencias con respecto al porcentaje de fibra neutro detergente, porcentaje de fibra ácido detergente, porcentaje de lignina y porcentaje de total de nutrientes digestibles. Así mismo recomienda utilizar un 10% de contenido ruminal sobre la materia fresca del maíz para ensilar.

Apraez, JE; Insuasty, EG; Portilla, JE; Hernández, WA. (2012) en su trabajo de investigación “Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos”, Se evaluó la calidad nutricional, metabolitos secundarios, costos y aceptabilidad para lo cual se probaron cuatro tratamientos. Indican que todos los nutrientes evaluados mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$). La composición nutricional de los ensilajes mixtos fue mejor que el de avena sola, evidenciado principalmente en los contenidos de proteína (11,43% a 18%), energía (2,28 a 2,55 Mcal ED/ kg MS) y el ELN (32,80% a 37,93%). La concentración de ácido láctico subió desde 0,35 hasta 1,06% y las de ácido butírico fueron bajas en todos ellos (0,0023% a 0,0043%) lo que reveló una adecuada fermentación. Las saponinas, fenoles y alcaloides tendieron a desaparecer comprobando las bondades del proceso de ensilado en la eliminación de metabolitos antinutricionales. La aceptabilidad de todos los ensilajes fue buena, sin diferencias estadísticas significativas que corroboran las propiedades organolépticas adecuadas. Los ensilajes de avena y avena + acacia, presentaron la mayor rentabilidad (10,05% y 10,08%).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en un ambiente acondicionado para tal fin, en el interior del Camal Municipal y la planta lechera del Cusco, Centro Agronómico K'ayra (UNSAAC), Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco y Departamento del Cusco. A una altitud de 3209 msnm; longitud oeste 71°58'49" y latitud sur 13°31'17".

3.1.2. Características climatológicas

De acuerdo a las características climatológicas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estación meteorológica de la Granja K'ayra, en el ámbito de estudio se tiene una temperatura promedio anual de 11.7°C.; una precipitación promedio anual de 695.5 mm y una humedad relativa promedio anual de 64%.

3.1.3. Duración del experimento

La duración del experimento fue por un periodo 4 meses (setiembre - diciembre de 2017), según se detalla en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Duración por fases del experimento

	ACTIVIDADES	FECHA INICIO	FECHA FINALIZADA	TOTAL, DÍAS
PROCESO DE ENSILAJE	Acopio, oreo y ensilaje del contenido ruminal.	13/09/2017	31/10/2017	48
ACONDICIONAMIENTO	-Acondicionamiento del bioterio. -Construcción de jaulas metabólicas. -Selección y compras de animales.	01/11/2017	31/11/2017	31
FASES				
PRE EXPERIMENTAL	Adaptación al nuevo alimento y a la jaula	06/12/2017	12/12/2017	7
EXPERIMENTAL	Digestibilidad	13/12/2017	22/12/2017	10

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales para el proceso experimental

❖ Material biológico

Los animales del experimento fueron 10 cuyes machos enteros aparentemente sanos, de la línea Perú, con una edad aproximada de 3 meses, con un peso vivo promedio de 981.50 gr, procedente de Simataucca – Chinchero (Urubamba) como se puede observar en (Anexo 17- Fotografía 1).

❖ Instalaciones

“Jaulas metabólicas” individuales de las siguientes dimensiones: 0.50 cm. * 0.35 cm. * 0.30 cm de altura, construidas de madera corriente y mallas de aluminio, con un sistema tipo parrilla con malla de aluminio de agujeros pequeños para que las heces no se mezclen con la orina debajo de la jaula; se incorporó comederos de arcilla cocida con una base de bandeja de aluminio y los bebederos fueron elaborados y acondicionados de botellas descartables, y el ambiente de experimentación acondicionada en la planta de lácteos. Así se puede observar (Anexo 17 - Fotografía 2 y 3).

❖ Identificación de los cuyes

El material biológico del experimento está compuesto por 10 cuyes, los cuales fueron identificados con números del 1 al 10, colocando su código numeral correspondiente en sus respectivas jaulas metabólicas, con el fin de llevar un control y registro adecuado como se puede apreciar en (Anexo 11, Anexo 19 – Fotografía 3 y 4).

- ❖ Mameluco
- ❖ Insumos alimenticios (ensilado y alfalfa)
- ❖ Comederos, bebederos, balde de agua, balanzas, desinfectantes, registros y cámara fotográfica

Cuadro 9. Análisis químico proximal de los insumos estudiados.

Componentes	Alfalfa		Ensilado	
	Base fresca	Base seca	Base fresca	Base seca
Materia seca (MS)	17,86	100	27,80	100
Proteína cruda (PC)	3,42	19,15	4,10	14,75
Extracto etéreo (EE)	1,34	7,50	1,30	4,68
Fibra cruda (FC)	4,27	23,91	11,60	41,73
Extracto libre de Nitrógeno (ELN)	7,84	43,90	6,88	24,75
Cenizas	0,99	5,54	3,92	14,10

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Materiales para el procesamiento del contenido ruminal

- ❖ Instalaciones:

Se construyó un tinglado en la cual se instaló una tarima para orear el contenido ruminal obtenido de la matanza del ganado vacuno para luego proceder con el ensilaje.

- ❖ Mameluco
- ❖ Malla Rachel
- ❖ Carretilla
- ❖ Pala
- ❖ Rastrillo
- ❖ Mameluco

- ❖ Baldes de PVC para empacar
- ❖ Bolsas de polietileno
- ❖ Balanza con capacidad de 5 Kg
- ❖ Selladora de bolsas rotas
- ❖ Ligas gruesas
- ❖ Tijeras
- ❖ Tinajas
- ❖ Cámara digital

3.2.3. Materiales de oficina

- ❖ Fichas de registro
- ❖ Calculadora
- ❖ Computadora
- ❖ Impresora
- ❖ Papel
- ❖ Dispositivo USB

3.3. METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO

El método empleado en el presente trabajo de investigación fue de tipo analítico descriptivo-experimental.

3.3.1. Para la elaboración del ensilado de contenido ruminal

3.3.1.1. Acopio de contenido ruminal

El contenido ruminal proveniente del matadero, se procedió a acopiar inmediatamente después de haberse producido el beneficio del animal, utilizando palas y carretillas, para depositarlo en la tarima acondicionada dentro del tinglado construido para tal fin, como se aprecia en (Anexo 17 - Fotografía 5 y 7).

El pre secado del contenido ruminal se realizó durante 2 – 3 días, bajo sombra y con movimientos constantes cada dos horas, hasta que el contenido ruminal tenga una humedad aproximada de 40 - 60 %.

3.3.1.2. Muestreo del contenido ruminal

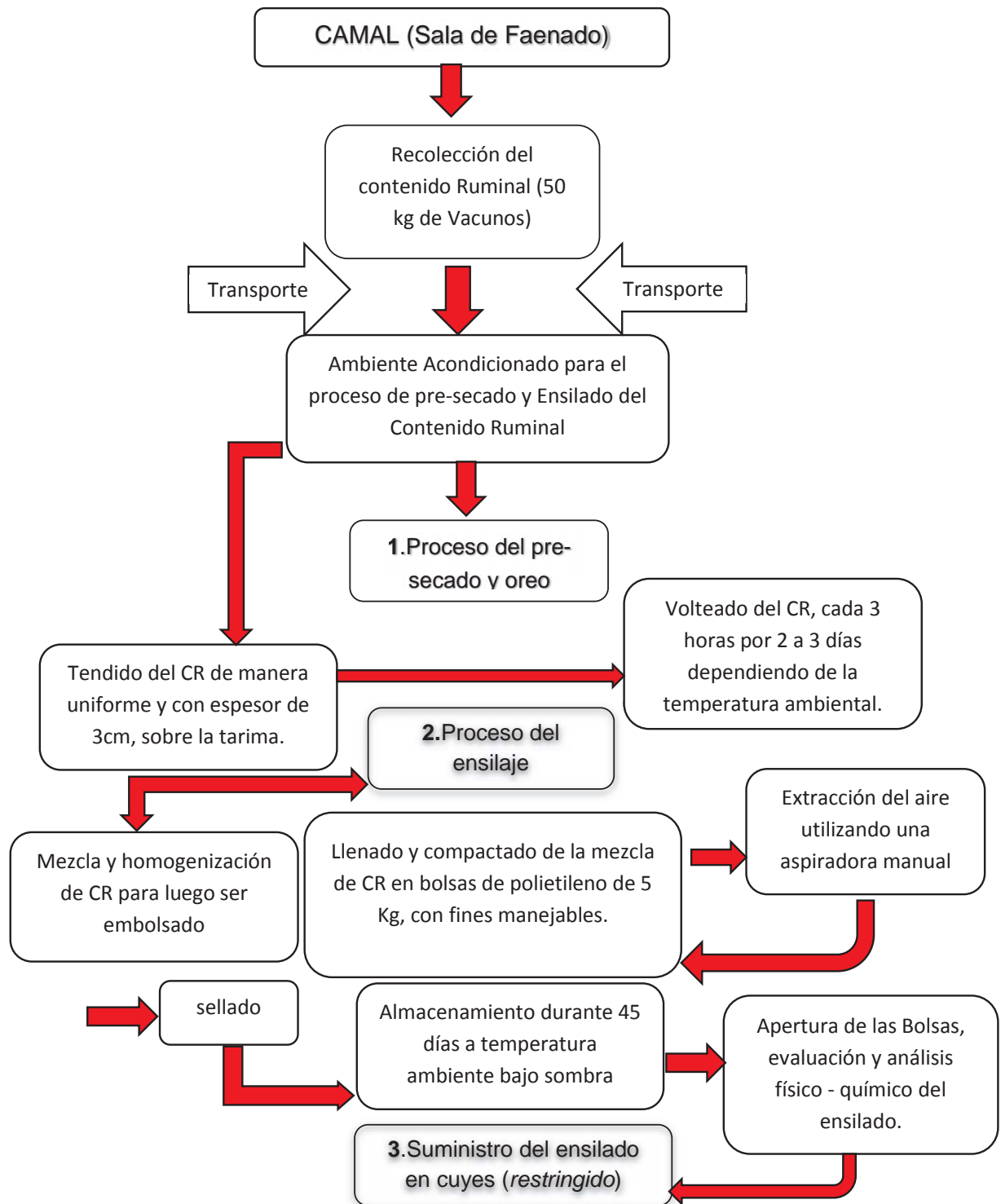
Antes de recurrir al proceso del ensilaje y posterior embolsado, se procedió a realizar un muestreo para determinar la materia seca y los correspondientes análisis químico nutricional, tal es así que podemos apreciar un CR óptimo para ensilaje, se observa en (Anexo 17 - Fotografía 8).

3.3.1.3. Elaboración del ensilaje

El proceso del ensilaje consistió en depositar en las bolsas de polietileno una cantidad aproximada de 5 kg de contenido ruminal pre secado; se procuró realizar un buen compactado y el posible contenido de aire que contenga la bolsa, se extrajo utilizando una aspiradora manual. Luego se selló la bolsa y en esas condiciones se depositó en un ambiente seco y a la sombra por un periodo de 45 días.

Concluido el tiempo del ensilaje, se procedió a la apertura de las bolsas y se realizó un muestreo para determinar el análisis químico nutricional correspondiente, para luego realizar el suministró (restringido) del ensilado de CR a los cuyes machos

adultos para evaluar la digestibilidad, se puede apreciar en (Anexo 17 - Fotografía 10 y 11).



Esquema 1. Flujograma del proceso de elaboración del ensilaje
Fuente: Sarmiento (2018).

3.3.2. Para las pruebas de digestibilidad *in vivo*

La prueba experimental tuvo una duración total de 17 días distribuido en dos periodos: adaptación y experimentación(colección), considerando el método indirecto (método de diferencia) para la prueba de la digestibilidad.

3.3.2.1. Periodo de adaptación

El periodo de adaptación consistió en el acondicionamiento del ambiente para el trabajo de investigación, limpieza y desinfección; todo este proceso tuvo una duración de 15 días. Luego se procedió a construir las jaulas metabólicas con 10 separaciones individuales para cada cuy, posteriormente una vez terminado la construcción de las jaulas en la etapa pre experimental propiamente dicha (7 días), se colocaron a los cuyes a las jaulas metabólicas para el acostumbramiento, a las nuevas condiciones de manejo y alimentación. La alimentación se realizó de la siguiente manera: se le suministro de forma gradual teniendo en cuenta el consumo promedio de un cuy uniformemente a todos en general:

Cuadro 10. Suministro de insumos alimenticios en la etapa pre experimental.

DIAS	ALIMENTO TRADICIONAL (g)	EL SILADO DE CONTENIDO RUMINAL(g)
1	26	31
2	20	36
3	14	63
4	8	72
5	4	81
6	2	85
7	0	90

En esta etapa se retiró progresivamente el alimento convencional, sin dejar de suministrarle dicho alimento, para que ya de manera permanente y en cantidades mayores dotarles el alimento problema, de tal forma establecer la cantidad que se

suministrará en la etapa experimental a cada animal en forma restringida, y reducir el alimento convencional.

Se terminó el periodo de adaptación cuando los animales mostraron un consumo de alimento diario bastante uniforme.

3.3.2.2. Periodo experimental o de colección

Para la alimentación de los cuyes en estudio, se utilizaron dos fuentes alimenticias *alimento convencional (alfalfa verde) + ensilado de contenido ruminal*, previamente desecada y tratada, en diferentes cantidades para cada animal de manera restringida. Todos los animales tuvieron acceso a agua limpia y fresca *ad libitum*. La cantidad de alfalfa se dotó también en forma variable durante toda la evaluación, la misma que fue pesada el mismo día de la evaluación.

La ración experimental que se suministró fue dos veces por día (08:00 horas; y a las 16:00 horas). El alimento que no fue consumido o "residual" se tomó en cuenta, pesándose y registrándose, para así obtener su consumo diario.

Esta etapa tuvo una duración total de 10 días, un control diario de consumo y colección de heces con la ayuda de una balanza de precisión de 5 Kg y registrado en un cuaderno de apuntes; luego se procedió a la selección de materiales de apoyo como balanza, bandejas, frascos, bolsas de papel para las heces y cuaderno de apuntes; posteriormente se retiró las parrillas con heces, para luego hacer la extracción, colección, selección y pesado en base húmeda y depositarlos en las bolsas de papel, y por último el pre secado para su traslado a laboratorio.

3.3.2.3. Preparación de las muestras

Para realizar el análisis químico se utilizaron muestras representativas de heces, previamente se juntaron las muestras de la colección de todos los días correspondiente a cada animal; luego se homogenizaron las heces de los 10 cuyes obteniendo así una muestra de todos los cuyes, y por ende colocados en los envases herméticos numerados para luego llevar al laboratorio, así como se puede observar en (Anexo 17 - Fotografía 12 y 13).

3.3.2.4. De la determinación de la digestibilidad por el método de diferencia

Durante el experimento para la prueba de digestibilidad, se suministró diariamente al animal la misma cantidad de alimento tanto como el ensilado de ruminaza y alfalfa, se administró en las primeras horas de la mañana y en horas de la tarde (08:00; 16:00 horas) restringido. Se recogieron las heces diariamente con sumo cuidado, se pesaron y se tomaron muestras que se llevaron al laboratorio para su respectivo análisis. Para hallar el porcentaje digerido de cada principio nutritivo (coeficiente de digestibilidad), se tomó la diferencia entre la cantidad de cada principio nutritivo proporcionada diariamente y la cantidad hallada en las heces, fue la cantidad que ha sido digerido.

3.3.2.5. Análisis proximal

Las muestras del ensilado de contenido ruminal (la dieta de consumo), las heces recolectadas, fueron sometidas a análisis químico para determinar las siguientes fracciones en laboratorio de Química de la UNSAAC: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, carbohidratos (fibra cruda y extracto libre de nitrógeno) y energía.

El análisis químico se realizó, utilizando el método convencional del análisis proximal de Weende (Briceño 1978).

Cuadro 11. Métodos para el análisis químico.

DETERMINACIÓN	MÉTODO
Humedad	% Gravimétrico (Deshidrat. Total). Briceños (1978)
Ceniza	% Gravimétrico (Incinerac. Total). Briceños (1978)
Grasa	% Extracción con solventes (equipo sohlet)
Fibra cruda	% Ebullición de la muestra con ácidos y álcalis
Proteína cruda	% Digestión a base de concentración determinada. (Semi micro Kjeldahl). Briceños (1978)

Fuente: Huarco (2012)

3.3.3. Variables a evaluar

3.3.3.1. Consumo de alimento diario

El consumo diario del alimento se hizo mediante un cálculo básico de la siguiente manera:

$$x = \frac{\text{consumo total promedio}}{\text{numero de animales}}$$

3.3.3.2. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Se utilizó el método descrito por Crampton y Harris (1974) cuyos cálculos se realizaron siguiendo la fórmula:

$$C.D = \frac{N.C - N.E}{N.C} \times 100$$

Donde:

C.D = Coeficiente de digestibilidad

N.C = Nutriente Ingerido

N.E = Nutriente Excretado

❖ Método de diferencia

$$D_{dif} = (D_d - D_b * S_b) / S_a$$

Donde:

D_{dif}= Digestibilidad por diferencia

D_d= Digestibilidad de un nutrimento en la dieta ensayo (%)

D_b= Digestibilidad de un nutrimento en la dieta basal (%)

S_b= Nivel de contribución de un nutrimento de la dieta basal en la dieta ensayo (S_b=1- S_a).

S_a= Nivel de contribución de un nutrimento a evaluar en la dieta ensayo

Fan y Sauer (1995)

3.3.3.3. Determinación de los nutrientes digestibles totales

Esta determinación se realizó mediante un cálculo aritmético, a través de la siguiente fórmula, descrita por Crampton y Harris (1974).

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

Donde:

NDT = Nutrientes digestibles totales (%)

PC = Proteína cruda (%)

DPC = Coeficiente de digestibilidad (%)

3.3.3.4. Determinación de la energía digestible

Para la determinación de la energía digestible utilizamos el % NDT encontrado en el presente estudio, utilizando el valor 4.4 Kcal por gramo de NDT (NRC, 2001),

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

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición Química del ensilado de contenido ruminal de vacunos

Del análisis químico realizado, en una base seca de ensilado de contenido ruminal de vacunos, los resultados se muestran en términos de porcentaje, un contenido de Proteína cruda, Extracto etéreo, Fibra cruda, Extracto libre de nitrogenado y Cenizas de 14,75%; 4,68%; 41,73%; 24,75% y 14,10%, respectivamente; tal como podemos observar en el Cuadro 11.

Cuadro 12. Composición Físico-Química del ensilado de contenido ruminal de vacunos en (%).

Ensilado de contenido ruminal	Base fresca	Base seca
Materia seca (MS)	27,80	100
Proteína cruda (PC)	4,10	14,75
Extracto etéreo (EE)	1,30	4,68
Fibra cruda (FC)	11,60	41,73
Extracto Libre de Nitrogenado (ELN)	6,88	24,75
Ceniza	3,92	14,10
Total	27,80	100

El resultado obtenido con respecto a la MS (27,80 %), se encuentra dentro de lo reportado por Calsamiglia S. *et al.* (2016) para forrajes ensilados tablas FEDNA : (maíz 27,80 %, cebada 27,50%, avena 29,38 %, triticale 27,50 % y trigo 27,50 %); pero inferior a lo reportado por Contreras (2015) en su trabajo de investigación “Niveles de contenido ruminal en ensilaje del pasto *Panicum maximum* cv. Tanzania y valoración bromatológica en cuatro tiempos de conservación”, obtuvo 75,12 % de MS, esto posiblemente a la forma de utilización del contenido ruminal; por otro lado Sarmiento (2018) quien en su investigación: “Uso de la borra de chicha en el

ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo, reportó valores de MS de: (35,04 %;37,25 %; 33,60 % y 28,40 %) respectivamente, por lo que suponemos que la adición de estos insumos tuvo una posible influencia sobre el porcentaje de MS con respecto al presente trabajo de investigación, el cual tuvo una ligera variación.

Los resultados respecto al contenido de PC (14,75%) en el ensilado de contenido ruminal de ganado vacuno, fue superior a lo reportado por Sarmiento (2018) quien señala valores de PC: (10,90%; 10,60%; 11,37% y 13,03 %) respectivamente, en su trabajo de investigación: “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo, posiblemente por la variabilidad de la dieta que es proveniente de diferentes sistemas de alimentación en el engorde del ganado vacuno; y ampliamente superiores a los reportados por Arenas, (2007) y Contreras, (2015) quienes reportaron ambos en su investigación sobre ensilados; (evaluación del ensilado de chala maíz (*Zea maíz*) con gallinaza, y “Niveles de contenido ruminal en ensilaje del pasto *Panicum maximum* cv. *Tanzania* y valoración bromatológica en cuatro tiempos de conservación”) valores de 4,27% y 8,96% de PC , esto probablemente debido a la utilización de gallinaza en la chala de maíz ; y a los bajos porcentajes de PC en su composición química del pasto, que genera influencia en el ensilado ; sin embargo similar en cuanto a lo reportado por Pozo (2010) en su trabajo “Utilización de ensilaje elaborado a base de contenido ruminal de bovinos faenados, más cono de arroz y melaza en tres diferentes porcentajes para la alimentación de cerdos de raza *Landrace* ” encontró valores para PC: 14,00 %, pero también similar a lo encontrado por Bustamante

(2001) quien en su trabajo de investigación “evaluación del ensilado de heces frescas de vacuno con diferentes porcentajes de afrecho de trigo en la alimentación de carnerillos, reportó valores de PC: 18,52 % esto probablemente se debe a la utilización de diferentes residuos orgánicos.

Así mismo el EE (4,68 %) de la presente investigación se encuentra dentro de los datos reportados por Calsamiglia S. *et al.* (2016) para forrajes ensilados tablas FEDNA: (maíz 4,25 %; cebada 3,39 %; avena 3,55 %; triticale 3,89 % y trigo 4,53 %) considerándolos, por lo tanto, como contenido normal de un ensilado; por otro lado también similar a lo reportado por Sarmiento (2018) quien en su trabajo de investigación: “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo señala valores de PC: (5,19%; 4,35%; 4,73% y 6,23%) respectivamente; sin embargo superior a lo reportado por Chinachi (2004) en su trabajo de investigación titulada” Evaluación de tres niveles de contenido ruminal (5,10 y 15%) en la alimentación de cuyes en la etapa de engorde” encontró 0,098% de EE, posiblemente a la composición de la dieta para engorde de vacuno.

En cuanto al nivel de FC (41,73 %) en la presente investigación fue inferior a lo reportado por Sarmiento (2018) quien en su trabajo de investigación: “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo, reportó valores de FC: (52,94%; 61,48%; 60,42% y 59,16) esto posiblemente a la gran variabilidad de la dieta para el ganado de engorde; sin embargo es superior a lo reportado por Pozo (2010) quien en su investigación “Utilización de ensilaje elaborado a base de contenido ruminal de bovinos faenados,

más cono de arroz y melaza en tres diferentes porcentajes para la alimentación de cerdos de raza Landrace ” reportó 13 % de FC; al igual que los reportados por Calsamiglia S. *et al.* (2016) para forrajes ensilados tablas FEDNA también menciona valores inferiores para: (maíz 26,80 %; cebada 27,60 %; avena 32,20 %; triticale 32,96 % y trigo 30,96 %) esto posiblemente a la dieta suministrada para vacunos de engorde; por otro lado inferior a los reportados por Apraes, J. E. *et al.* (2012) en su trabajo : “Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos” relataron 44,66 % de FC, superior a los reportados por Contreras, P.J. *et al.* (2013) y Dávila, A. *et al.* (2016) quienes en su investigación de “, “Consumo y valor nutritivo del ensilado de calamagrostis antoniana y avena sativa asociada en diferentes proporciones en alpacas (*vicugna pacos*) y “Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia*” relataron valores para FC con 33,18% y 28,85 % respectivamente con respeto al presente estudio, esto posiblemente a la dieta suministrada para vacunos de engorde.

Los valores encontrados para ELN (24,75 %) en la presente investigación fue superior a lo reportado por Sarmiento (2018) en su trabajo de investigación: “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” con cuatro tratamientos con diferentes aditivos: T1: borra de chicha, T2: borra de chicha + melaza, T3: melaza y T4 testigo, reportó valores para ELN (23,15%; 15,34%, 15,80% y 13,09%) respectivamente, esto posiblemente se debe a la variación de la dieta de engorde para ganado vacuno; por otro lado inferior a los reportados por Dávila A. *et al.* (2016) quienes en su trabajo: “Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia*” relatan

que encontraron 42,51% de ELN; finalmente Apraes, JE. *et al.* (2012) en su trabajo “Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos” relatan que encontraron un valor de 37,93% de ELN, este valor inferior resulta posiblemente debido a que al elevarse los valores de (FC) por no contener estos en la dieta de vacunos para el fin productivo de carne, mayor cantidad de azúcares y/o almidones, este valor resulta menor a lo reportado para ensilado de forrajes.

4.2. Determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente

Se muestran los resultados de los coeficientes de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal en nutrientes expresados en porcentajes; Proteína cruda, Extracto etéreo y Carbohidratos de 48,94 %; 93,49 % y 26,27 % respectivamente; lo que podemos observar en el Cuadro 12.

Cuadro 13. Coeficientes de digestibilidad del ensilado de contenido ruminal

	Materia seca	Materia orgánica	Proteína cruda	Extracto Etéreo	Carbohidratos (FC Y ELN)
<i>Consumido(g)</i>	30.38	26.10	4.48	1.42	20.20
<i>Excretado (g)</i>	18.11	17.27	2.29	0.09	14.89
<i>Digerido(g)</i>	12.27	8.83	2.19	1.33	5.30
<i>coeficiente de digestibilidad (%)</i>	40.39	33.82	48.94	93.49	26.27

Los resultados obtenidos en la presente investigación respecto al coeficiente de digestibilidad para el consumo del ensilado de contenido ruminal muestran un porcentaje de digestibilidad para la PC de (48,94 %) el cual se aproxima al promedio

de porcentaje digestible en forrajes, tal como lo menciona Abarca (2015) al comparar tres tipos de ensayos de digestibilidad “*in vitro*” de alfalfa (*Medicago sativa*) con la digestibilidad “*in vivo*” en cuyes encontrando valores de 62,89 % y 55,58 % de PC; sin embargo inferior a lo reportado por Valenzuela (2015) quien determinó el coeficiente de digestibilidad del forraje seco de *mucuna* en 74,02 % de PC y Campos (2003) al determinar la digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes indica valores de 85,7 %; 79,8 %; 78,7 % y 62,4 % de PC esto posiblemente a la variabilidad y composición de la dieta.

De la misma forma, el porcentaje de digestibilidad encontrado para EE (93,49 %) es sumamente superior respecto a los promedios de digestibilidad de forrajes en cuyes, esto debido a la baja digestibilidad de las grasas a nivel ruminal. Abarca (2015) menciona valores de 44,49% y 16,34% de EE respectivamente. Valenzuela (2015) reportó valores de 68,18 % de EE, por otra parte, Flórez *et al.* (2000), al estudiar la digestibilidad aparente de forrajes arbóreos y forraje de maíz en cuyes de engorde, encontraron valores para el nacedero (*T. gigantea*) 43,52% de EE.

El valor de la digestibilidad hallado para Carbohidratos se determinó en 26,27 %, este valor no se acerca al nivel de digestibilidad en alimentación de cuyes con forrajes, esto debido a la elevada cantidad de fibra cruda no digerida encontrada en las heces, que interfiere en la digestibilidad; por tal razón se realizó la evaluación en una sola fracción (carbohidratos). Los carbohidratos son los principales elementos de los forrajes, son responsables de las 3/4 partes del peso seco de las plantas, su primordial constituyente es la lignina, es un compuesto complejo, heterogéneo y no digerible por los microorganismos del ciego, ni por las enzimas intestinales, se halla introducido en la pared celular de los tejidos vegetales, su contenido aumenta con la madurez de la planta, siendo responsable de la digestión

incompleta de la celulosa y la hemicelulosa, es el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes (Pirela M., 2005).

4.3. Determinación del contenido de Nutrientes digestibles totales y energía digestible

4.3.1. Determinación de Nutrientes digestibles totales

El resultado obtenido para los Nutrientes Digestibles Totales en el presente trabajo de investigación fue de 34,52 % de NDT.

Los porcentajes de digestibilidad, determinan nuevos valores denominados nutrientes digestibles totales, en el presente trabajo se determinó 34,52 % NDT; inferior a los reportados por Villeda (2011) quien en su trabajo de investigación “Efecto de la inclusión de 3 niveles de contenido ruminal de bovinos en el ensilaje de maíz (*Zea mays*) en T1=testigo, T2=5% de CR, T3=10% de CR y T4= 15 % de CR, reportó valores para NDT: (73,08 %; 72,75 %; 73,99 % y 73,13 %) respectivamente, posiblemente a la composición de la dieta a base de maíz.

4.3.2. Determinación de Energía digestible

Los resultados de la energía digestible (ED) del presente trabajo de investigación fue de 1,52 Kcal/g esto posiblemente debido a que el ensilado es un subproducto de la alimentación animal, por lo tanto, tiene alto contenido de fibra, bajo contenido de grasa y extracto libre de nitrógeno digeribles, Villeda (2011) en su trabajo de investigación “Efecto de la inclusión de 3 niveles de contenido ruminal de bovinos en el ensilaje de maíz (*Zea mays*) en T1=testigo, T2=5% de CR, T3=10% de CR y T4= 15 % de CR, relató valores: (3,22; 3,20; 3,26 y 3,22 Kcal/g respectivamente de ED materia seca), superiores respecto a nuestro trabajo de investigación posiblemente por el nivel de adición de contenido ruminal.

Asimismo, la energía digestible encontrado en la presente investigación fue de 1,52 Kcal/g, superior a la panca de maíz (1,28 Kcal/g), reportada por Caballero (1992) en su trabajo de investigación titulado “Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*); sin embargo inferior respecto al maíz chala (1,89 Kcal/g y 2,38 Kcal/g) encontrado por Saravia *et al.* (1992) en su investigación: “Coeficiente de digestibilidad de la hoja y tallo del maíz chala, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes”, probablemente por ser un subproducto de la pre digestión de ganado vacuno.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y bajo las condiciones experimentales se puede inferir:

1. El ensilado de contenido ruminal tiene valores promedio en su composición química (proteína cruda y extracto etéreo) y valores altos (fibra cruda y extracto libre de nitrógeno).
2. El grado de utilización digestiva(digestibilidad) de los nutrientes del ensilado de contenido ruminal, para cada componente nutricional (proteína cruda, extracto etéreo y carbohidratos (FC y ELN) es buena.
3. El porcentaje de NDT del ensilado de contenido ruminal es bajo, y la ED es aceptable.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y observaciones obtenidos en el presente trabajo de investigación y bajo las condiciones experimentales empleados, se recomienda:

1. Realizar esta investigación en animales mayores especialmente en ovinos agregando subproductos de cosecha (chala, rastrojos, etc.).
2. Se recomienda suministrar aditivos e insumos en el ensilaje de contenido ruminal para mejorar la composición química y el nivel nutricional, así como la melaza, azúcar y granos partidos (producto de la pérdida post cosecha de granos).
3. Realizar investigaciones de la digestibilidad del ensilado de contenido ruminal con diferentes niveles de porcentajes y cantidades en cuyes.
4. Se recomienda alimentar con ensilado de contenido ruminal a los cuyes en crecimiento como dieta de mantenimiento.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abarca, G. (2015).** Comparación de tres tipos de ensayos de digestibilidad “in vitro” de alfalfa (*Medicago sativa*) con la digestibilidad “in vivo” en cuyes (*cavia porcellus*) (Tesis para optar título profesional de Bioquímico Farmacéutico) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
1. **Abouheif, M.A. Kraidees, M.S. and Al-Selbood B.A. (1999).** The utilization of rumen content- barley meal in diets of growing lambs. Asian Australasian Journal of Animal Science 12: 1234-1240.
2. **Aguirre, J. (2008).** “Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
3. **AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS, INC. (2000).** Official Publications. Assistance Secretary-Treasurer. Indiana, USA.
4. **Apraez, JE; Insuasty, EG; Portilla, JE; Hernández, WA. (2012).** “Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (Avena sativa), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos”. Vet.zootec,25-35.
5. **Arenas, F. (2007).** “Evaluación del ensilado de chala maíz (Zea maíz) con gallinaza” (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, K´ayra, Cusco, Perú.
6. **Association official of analytical chemists (AOAC).1995).** Official methods of analysis, Washington, DC.

7. **Bavera, Guillermo (2000).** “Utilización del Contenido del Rumen”.- Sitio Argentino de Producción Animal-Argentina.
8. **Botanical (2010).** Beneficios de la alfalfa. Consultado 01-enero-2019. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>.
9. **Briceño, O. (1978).** Nutrición animal. Universidad Nacional Autónoma de México.
10. **Bustamante, E. (2001).** “Evaluación del ensilado de heces frescas de vacuno con diferentes porcentajes de afrecho de trigo en la alimentación de carnerillos” (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, K´ayra, Cusco, Perú.
11. **Caballero, N. (1992).** Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*) (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista). Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
12. **Cabrero E. (2005).** Actividad CECOTROFIA.
13. **Calsamiglia, S.; Ferret, A.; Bach, A. (2016).** Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos 2º Edición, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. UAB, IRTA Sistemas de Producción de Vacuno Lechero <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado>.
14. **Campo Experimental: Campo San Luis (2008).** Tecnología para la Conservación de Forrajes: Ensilado y Henificado, Tecnología No. 16 distrito de Desarrollo Rural: 126, 127, 128, 129 y 130, Ciclo: Primavera-verano y otoño-Invierno Condición de Humedad: Riego y Temporal.

<http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=16>.

Recuperado 01-enero-2019.

15. **Campos V., Javier A. (2003)**. Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo) Universidad Mayor de San Simón Cochabamba, Bolivia.
16. **Cañas, R. (1995)**. Alimentación y Nutrición Animal. Colección en Agricultura Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.
17. **Case, L.P.; D.P. Carey; D.A. Hirakawa. 1997**. Nutrición canina y felina. 2a ed. Ed. Harcourt Brace. España. 455 p.
18. **Castro, M; Vinueza, M. (2011)**. Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el camal municipal de Riobamba. (En línea). (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Riobamba., EC. Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Consultado 01 de enero 2019. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/26T00003.pdf>.
19. **Cerda, D.A.; Manterola, H.; Sirhab L., (1986)**. Validación y Estudios Comparativos de Métodos Estimadores de la Digestibilidad Aparente de Alimentos para Rumiantes. Avances en Producción Animal N° 11 (1-2); 41-52 - 53 - 62.
20. **Cervantes, J. (1987)**. Digestibilidad aparente de las granzas de kiwicha (*Amaranthus Caudatus L.*) en ovinos (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. K'ayra- Cusco- Perú. 40 pág.
21. **Cetina, G.R.H. (1987)**. Crecimiento bacteriano y patrón de fermentación *In vitro*, en líquido ruminal de bovinos con dietas de forraje y de melaza,

adicionadas con Urea o Gallinaza (Tesis para optar título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista). Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. 94 p.

22. **Chacón y Vargas (2008)**. Consumo de *Pennisetum purpureum cv. King Grass* a tres edades de cosecha en caprinos (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agropecuario) Universidad técnica estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Quevedo Ecuador. –vol. 6 N2 – julio-diciembre. (PESA, Honduras Col. Rubén Darío 2005).
23. **Chango, M. (2001)**. Evaluación de diferentes niveles de codornaza en la alimentación de cuyes mejorados (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador pg.30 – 41.
24. **Chauca, L. (1997)**. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma Italia. 120 p. En: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.HTM>. Recuperado 02-enero-2019.
25. **Chinachi, L. A. (2014)**. “Evaluación de tres niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes en la etapa de engorde” (Trabajo de titulación) Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
26. **Church, D.C. (1971)**. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 190p.
27. **Church, D.C. (1974)**. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Vol.1 Fisiología Digestiva. Editorial Acribia. Zaragoza España.
28. **Church, D.C.; WG. Pond. 1990**. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da ed. p 51-60. Ed. Limusa. México.

29. **Cole, H.H y Ronning, Magnar (1980)**. “Zootecnia: Biología de los animales domésticos y su empleo por el hombre”. Editorial Acribia España
30. **Contreras P.J, De Los Ríos B, Montes M y Ramos E. (2013)**. “Consumo y valor nutritivo del ensilado de *calamagrostis antoniana* y *avena sativa* asociada en diferentes proporciones en alpacas (*vicugna pacos*)”. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias,50-58.
31. **Contreras, J. G. (2015)**. “Niveles de contenido ruminal en ensilaje del pasto *Panicum Maximum* cv. Tanzania y valoración bromatológica en cuatro tiempos de conservación” (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agropecuario) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
32. **Corine, H.; R. (1984)**. Fundamentos de Nutrición Normal; 606 p. Editorial Continental México.
33. **Correa H.; Hidalgo V.; Vergara V.; Montes T. (1994)**. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos proteicos y fibrosos en cuyes. UNALM. Resúmenes APPA 1994 – Lima. www.inia.gob.pe. Recuperado 02-enero-2019.
34. **Crampton, E.W. y Harris, L.G. (1974)** Nutrición Animal Aplicada. 2° Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
35. **Cruz, E., Villarreal, H., Tapia, M., & Nieto, M., Ricque, D. (2008)**. Manual de Metodologías de digestibilidad in vivo e in vitro para ingredientes y dietas para camarón. Universidad Nacional de Nuevo León, México.
36. **Cuberos-Ospina, H. (1986)**. Conservación y determinación del valor nutritivo del contenido ruminal bovino para la alimentación de Cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional de Colombia (UNC), Bogotá.

37. **Czerkawski, J.W. (1986)**. An introduction to rumen studies. 4^a edition
Editorial PERGAMON PRESS. Londres, Gran Bretania. 85-144p.
38. **Dávila, A.; Lepe, M.; Polanco, E.; Saavedra, C.; Guerra, D. (2016)**.
“Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de
Sorghum vulgare y *Tithonia diversifolia*” Revista electrónica de Veterinaria,
Vol.17 N° 10. Málaga, España.
39. **De Alba, J. (1983)**. Alimentación del ganado en América latina. Opto. de
nutrición, copia mimeografiada, Lima- Perú, 306 pág. Edición Mundo prensa
(I. N. R. A). Instituto Nacional de Recherche Agronomique Argentina. 697
pág.
40. **Domínguez, J. (2002)**. El contenido ruminal, producto de desecho orgánico
como ingrediente en la alimentación de ovinos. Recuperado 02-enero-2019
41. **Domínguez-Cota, J.E.; Flores-Aguirre, L.R.; Barajas, C.R.; Obregón, J.F.
(1996)**. Utilización de contenido ruminal seco en la alimentación de
rumiantes productivos en Sinaloa. Memoria del 1er. Foro estatal “ambiente
y ecología en Sinaloa, diagnóstico y perspectivas”. Junio. Mazatlán, Sinaloa,
México.
42. **Fan Mz, Sauer WC (1995)**. Determination of apparent ileal amino acid
digestibility in barley and canola meal for pigs with the direct, difference and
regression methods. J Anim Sci; 73:2364-2374.
43. **Fernández, C. (1984)**. Efecto de la utilización de excremento porcino (0, 10,
20, 30. %) en la alimentación de cuyes peruanos mejorados durante la etapa
de Gestación - Lactancia y Crecimiento - Engorde. Tesis de Grado, Facultad
de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba - Ecuador. pp. 30-40
44. **Fernández, H. (1996)**. Utilización de excremento porcino (0, 10, 20 y 30 %) en la alimentación de cuyes mejorados, durante las fases de Crecimiento –

Engorde y Gestación - Lactancia. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba - Ecuador. pp. 40-53

45. **Flórez, R.L.; Salazar, P.G.; Caycedo, V.A. (2000).** Digestibilidad Aparente de forrajes arbóreos y forraje de maíz en cuyes de engorde. In: V Curso y V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura y Mesa Redonda sobre Cuyicultura Periurbana. Puerto Ayacucho, Colombia. Memorias. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño; 2000. p.121.
46. **Florez, Z. (2016).** “Alimentación de cuyes en crecimiento con bloques nutricionales elaborados con ruminaza” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, K´ayra, Cusco, Perú.
47. **Frigorífico Guadalupe. Santafé de Bogotá. (1994).** {Página web en línea} Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agap/frg/aph134/cap7.htm>. Recuperado 03-enero-2019.
48. **Garcés, S. (2003).** Efecto del uso de cuyinaza más melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. PP. 30-45.
49. **González, L. (2010).** “Suplementación estratégica con ensilaje de soya y maíz en bovinos doble propósito a pastoreo en época de sequía”
50. **Hómez, M. (2018).** Aspectos descriptivos técnicos para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en un matadero municipal para procesos de compostaje y lombricultura. Ingeniero Sanitario y Ambiental Universidad de la Salle - Colombia Miembro Junta Directiva de ACODAL. Recuperado 03-enero-2019 Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/colres001.pdf> .

51. **Huarco, D. (2012).** “Determinación de la digestibilidad aparente de la semilla des pigmentada de achiote (*Bixa Orellana*), en el cuy (*Cavia porcellus L.*) INIA-EEA, ANTA (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
52. **Huayhua, M; Vergara V.; Chauca L.; Remigio, R.M. (2008).** Determinación de los coeficientes de digestibilidad y Energía digestible del bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*) UNALM -INIA Resúmenes APPA 2008 en www.inia.gob.pe
53. **Jiménez, F. (2003).** El ensilaje una alternativa para la conservación de forrajes. <http://www.turipana.org.co/ensilaje.htm>.
54. **Kolb, E. (1979).** Fisiología veterinaria. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
55. **Lachmann, M. y Araujo, O. (2000).** La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Disponible: <http://www.secalc.ula.ve>.
56. **Lammers, P. J., S. L. Carlson, G. A. Zdorkowski, and M. S. Honeyman (2009).** Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*.24:155-162pp.
57. **Luna J. (2016).** “Evaluación de cuatro dietas preparadas con contenido ruminal de bovinos faenados en el camal municipal del cusco para la alimentación de cuyes en el sector de Ccollparo Pallpanccay-San Jerónimo-Cusco” (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, K´ayra, Cusco, Perú.
58. **Ly, J. 1999.** Fisiología Nutricional del Cerdo. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo. Venezuela 145 p.

59. **Matos M.; Castro J.; Chirinos D.; (1995).** Digestibilidad y NDT de harinas de tarwi suplementados con metionina y/o lisina en cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú -UNCP Huancayo. Resúmenes APPA 1995 Lambayeque en www.inia.gob.pe
60. **Maynard, L.A.; Loosli, J.K.; Hintz, H.F.; Warner, R.G. (1992).** Nutrición Animal. 4a Edición en español. Traducción de la 7ª edición en inglés (1981). Editorial McGraw-Hill y OPS. 640 p. México.
61. **McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; Morgan, C.A. (2002).** Animal Nutrition. 6ª ed. Editorial Acribia S.A. 604 p. Zaragoza, España.
62. **Mora, I. (2002).** Nutrición animal. Se. Edit. EUNED. Zaragoza, España. PP. 13-29.
63. **Moreno, M. (1993).** Evaluación de tres niveles de porquinaza (10-20-30 %) en la alimentación de cuyes mejorados en las etapas de Gestación – Lactancia y Crecimiento – Engorde. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba – Ecuador. pp. 50 – 60
64. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2001).** Nutrient requirements of laboratory animals. 33 ed. Washington. DC., National Academy of Science. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/60392000/CECOTROFIA#scribd>.
65. **Ordoñez, R. (2012).** “Determinación de la digestibilidad aparente del maní forrajero (*arachis pinto*), en cobayos en el Cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe” (Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
66. **Párraga, A. (1981).** Digestibilidad *IN VIVO* de la alfalfa verde en estado de desarrollo con ovinos criollos área de ganadería.
67. **Pérez, J., Gonzáles, D.A., Aguilera, A., Bernal, G., Hernández, G. (2008).** Evaluación de la digestibilidad *in vivo* de raciones para becerros en

crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales. (Tesis para optar título profesional de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. México, Centro de Tecnología Avanzada, A.C.

68. **Pérez, s., Gómez, G., & Barriga, H. (2010).** Utilización de la remolacha como marcador digestivo en conejos para determinar el tiempo de la digestión de esta especie menor. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.
69. **Pirela, M. (2005).** Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2005, pp. 176-177
[URL:http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual_ganadería/seccion3/articulo6-s3.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual_ganadería/seccion3/articulo6-s3.pdf)
70. **Pond, & Church. (1994).** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. (pág.438). México: Editorial Limusa, S.A de. C.V. Grupo Noriega Editores.
71. **Porras S.; Castro, J.; Chirinos, D. (1991).** “Valor Nutritivo digestibilidad y NDT de las cascarras de kiwicha, quinua, tarwi y cebada grano en cuyes” UNCP- Huancayo. Resúmenes APPA 1991. Cerro de Paseo en www.inia.gob.pe
72. **Pozo D. A. (2010).** “Utilización de ensilaje elaborado a base de contenido ruminal de bovinos faenados, más cono de arroz y melaza en tres diferentes porcentajes para la alimentación de cerdos de raza *Landrace* en Pujili, parroquia Matriz”. (Tesis para optar título profesional de Médico Veterinario Zootecnista) Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador.
73. **Reyes, J. (2012).** “Evaluación de la digestibilidad *in situ* de los nutrientes y variables ruminales del ensilado de caña de azúcar con diferente fuente de

proteína” (Tesis para optar título profesional de Doctor en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas) Universidad de Guadalajara, México.

74. **Ríos, M.; Ramírez, L. (2012).** “Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba cunícula como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto” Universidad del Valle-Colombia. (En línea). Prospect. 10(2). 56-63. Consultado 05 enero 2019. Disponible en: http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_Cientificas/prospectiva/volumen-10-no-2/8_articulo_vol_10_2.pdf.
75. **Robles, C.A. (1984).** Conceptos generales sobre la alimentación de los rumiantes. Curso nacional de actualización en nutrientes y alimentación de rumiantes. Centro regional de investigaciones pecuarias. INIP, SARH. Mérida, Yucatán.
76. **Rodríguez, G.; F. (1980).** Determinación de la digestibilidad *IN VIVO* y balance de nutrientes "digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente".
77. **Saravia, J; Rodríguez, W; Ruesta, I; Chauca, L; Muscari, J. (1992).** Coeficiente de digestibilidad de la hoja y tallo del maíz chala, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
78. **Sarmiento, J. (2018).** “Uso de la borra de chicha en el ensilaje de ruminaza de vacunos” (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, K’ayra, Perú.
79. **Siccardi, a., Lawrence, a., Gatlin, d., Fox, j., Castille, f. (2009).** Digestibilidad aparente de energía, proteína y materia seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, México.

80. **Tobal, C.F. (2018).** "Evaluación de los alimentos" [fecha de consulta: 24 diciembre 2018] Disponible en UNSCH, Rev., Ayacucho Perú 137 pág. <<http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/lanuavet/n1999a16tobal.pdf>
81. **Trillos; G. L.; Plata; O. L.; Mestre; A. T. y Araujo; G. A. (2006).** Análisis fisicoquímicos de los contenidos ruínales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César; Facultad De Ingenierías. Programa de Agroindustria. Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Cesar, Colombia. Consultado 06-enero-2019 Disponible en la web: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/analisis-fisico-quimicos-contenidos-t26583.htm>
82. **Universidad Popular del Cesar. (2010),** Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. Revista El Portal del Subproducto es una herramienta de aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Popular del Cesar. Consultado 06-enero-2019. Disponible en la web. <http://tirsomestre.blogspot.com/2010/05/uso-del-contenido-ruminal-y-algunos.html>
83. **Valencia, A.; Hernández, A.; López, L. (2001).** El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve?, Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana volumen xxiv. Consultado 06-enero-2019. Disponible en la web. [http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/.](http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/)
84. **Valenza, C. (1989).** Digestibilidad aparente entre ovinos, alpacas y llamas de la ración broza de quinua más heno de avena y ración de broza de haba.
85. **Valenzuela R. Roció (2015).** "Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*stizolobium deeringianum*) en cuyes".

(Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima – Perú.

86. **Van-Soest, P.J. (1982)**. Nutritional ecology of the ruminant. Editorial Acibia. 120p.

87. **Villeda L. A., (2011)**. “Efecto de la inclusión de 3 niveles de contenido ruminal de bovinos en el ensilaje de maíz (*zea mays*)” (Tesis para optar título profesional de Licenciado en Zootecnia) Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Zootecnia.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de Análisis químico proximal.

	Materia Orgánica	Proteína Cruda	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Extracto libre de N
<i>Alfalfa</i>	94,46	19,15	7,50	23,91	43,90
<i>Ensilado</i>	85,90	14,75	4,68	41,73	24,75
<i>Heces</i>	95,19	13,44	1,40	67,88	12,47

Anexo 2. Calculo de la digestibilidad.

	Materia Seca	Materia Orgánica	Proteína Cruda	Extracto Etéreo	CARBOHIDRATOS (FC Y ELN)
<i>Consumido (g)</i>	30,38	26,10	4,48	1,42	20,20
<i>Excretado (g)</i>	18,11	17,27	2,29	0,09	14,89
<i>Digerido (g)</i>	12,27	8,83	2,19	1,33	5,30
<i>Coeficiente de digestibilidad (%)</i>	40,39	33,82	48,94	93,49	26,27

Anexo 3. Nutrientes digeribles del ensilado de contenido de contenido ruminal + alfalfa expresada en g (promedio de 10 cuyes).

	Materia orgánica	Proteína cruda	Extracto etéreo	Carbohidratos	
				FC	ELN
Consumido	35,82	6,45	2,19	15,14	12,04
Excretado	19,53	2,76	0,29	13,93	2,56
Digerido	16,28	3,69	1,91	1,21	9,48

Anexo 4. Calculo de Nutrientes digeribles totales.

$$\% \text{NDT} = \frac{(14,75 * 48,94) + (4,68 * 93,49)2,25 + (66,48 * 26,27)}{100}$$

$$\% \text{NDT} = 34,52$$

Anexo 5. Calculo de la energía digestible.

1kg NDT = 4400 Kcal Energía Digestible

$$ED = \frac{1 \times 34,52}{100} = 0,3452 * 4400 = 1518,69 \text{ Kcal/kg}$$

$$ED = 1,52 \text{ Kcal/g}$$

Anexo 6. Materia seca del alimento consumido (ensilado y alfalfa) expresada en g (promedio de 10 cuyes).

	Consumo promedio		
	Base fresca (g)	MS (%)	MS (g)
Consumo de alfalfa	57,6	17,86	10,29
Consumo de ensilado	109,28	27,80	30,38
Total, de alimento consumido	166,88	45,66	40,67

Anexo 7. Materia seca de las excretas del cuye expresada en g.

Heces	Promedio	%MS Heces	MS g
	31,05	66,09	20,52

Anexo 8. Consumo de nutrientes digestibles del ensilado y alfalfa expresada en g.

Alimento	MS	PC	EE	FC	ELN
Consumo de alfalfa	10,29	1,97	0,77	2,46	4,52
Consumo de ensilado	30,38	4,48	1,42	12,68	7,52
Total	40,67	6,45	2,19	15,14	12,04

Anexo 9. Fracción digestible de la alfalfa consumida expresada en g.

Alfalfa	MS	PC	EE	FC	ELN
Consumo de nutrientes alfalfa	10,29	1,97	0,77	2,46	4,52
% digestible de alfalfa	76,56	76,14	74,76	72,51	79,62
Fracción digestible de alfalfa	7,88	1,50	0,58	1,78	3,60
Fracción heces alfalfa	2,41	0,47	0,19	0,68	0,92

Anexo 10. Fracción de excretas de cuy expresada en g.

Heces	MS	PC	EE	FC	ELN
Fracción de heces	20,52	2,76	0,29	13,93	2,56
Fracción alfalfa heces	2,41	0,47	0,19	0,68	0,92
Fracción ensilado heces	18,11	2,29	0,09	13,25	1,64

Anexo 11. Identificación de cuyes.

Número de jaula metabólica	N° de cuy
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Anexo 12. Registro de consumo de alimento y excretas por animal.

	DIA	alimento (gr) ensilado			Heces base Fresca	alimento (gr) alfalfa		
		Suministro	Residuo	Consumo		Suministro	Residuo	Consumo
CUY N°1	1	100	23	77	15	50	0	50
	2	120	22	98	13	50	0	50
	3	120	28	92	11	60	0	60
	4	120	26	94	10	60	0	60
	5	120	27	93	13	40	0	40
	6	120	25	95	15	60	0	60
	7	120	24	96	13	60	0	60
	8	120	2	118	21	60	0	60
	9	120	0	120	27	60	0	60
	10	120	0	120	34	60	0	60
	PROMEDIOS	118	17,70	100,30	17,20	56		56
CUY N°2	1	100	4	96	34	50	0	50
	2	120	1	119	37	50	0	50
	3	120	1	119	34	60	0	60
	4	120	2	118	40	60	0	60
	5	120	5	115	34	60	0	60
	6	120	3	117	40	60	0	60
	7	120	6	114	39	60	0	60
	8	120	4	116	33	60	0	60
	9	120	2	118	44	60	0	60
	10	120	1	119	45	60	0	60
	PROMEDIOS	118	2,90	115,10	38	58		58
CUY N°3	1	100	12	88	45	50	0	50
	2	120	0	120	24	50	0	50
	3	120	0	120	38	60	0	60
	4	120	2	118	28	60	0	60
	5	120	3	117	26	60	0	60
	6	120	7	113	34	60	0	60
	7	120	3	117	35	60	0	60
	8	120	10	110	29	60	0	60
	9	120	11	109	38	60	0	60
	10	120	18	102	25	60	0	60
	PROMEDIOS	118	6,60	111,40	32,20	58		58
CUY N°4	1	100	30	70	28	50	0	50
	2	100	17	83	23	50	0	50
	3	100	1	99	35	60	0	60
	4	100	2	98	27	60	0	60
	5	100	2	98	29	60	0	60
	6	100	1	99	34	60	0	60
	7	100	1	99	29	60	0	60
	8	100	3	97	31	60	0	60

	9	100	1	99	34	60	0	60
	10	100	1	99	30	60	0	60
	PROMEDIOS	100	5,90	94,10	30	58		58
CUY N°5	1	100	18	82	12	50	0	50
	2	100	19	81	15	50	0	50
	3	100	15	85	11	60	0	60
	4	120	17	103	10	60	0	60
	5	120	14	106	10	40	0	40
	6	120	13	107	10	60	0	60
	7	120	10	110	11	60	0	60
	8	120	13	107	18	60	0	60
	9	120	8	112	22	60	0	60
	10	120	6	114	33	60	0	60
	PROMEDIOS	114	13,30	100,70	15,20	56		56
CUY N°6	1	100	26	74	23	50	0	50
	2	100	4	96	29	50	0	50
	3	100	6	94	32	60	0	60
	4	100	2	98	29	60	0	60
	5	100	8	92	16	60	0	60
	6	100	3	97	23	60	0	60
	7	100	1	99	29	60	0	60
	8	100	4	96	24	60	0	60
	9	100	1	99	30	60	0	60
	10	100	1	99	39	60	0	60
	PROMEDIOS	100	5,60	94,40	27,40	58		58
CUY N°7	1	100	21	79	19	50	0	50
	2	120	17	103	29	50	0	50
	3	120	13	107	27	60	0	60
	4	120	4	116	36	60	0	60
	5	120	9	111	28	60	0	60
	6	120	7	113	37	60	0	60
	7	120	5	115	35	60	0	60
	8	120	1	119	38	60	0	60
	9	120	1	119	39	60	0	60
	10	120	0	120	33	60	0	60
	PROMEDIOS	118	7,80	110,20	32,10	58		58
CUY N°8	1	100	0	100	31	50	0	50
	2	100	0	100	40	50	0	50
	3	140	0	140	38	60	0	60
	4	140	0	140	47	60	0	60
	5	140	1	139	35	60	0	60
	6	140	65	75	21	60	0	60
	7	140	54	86	11	60	0	60
	8	140	53	87	11	60	0	60
	9	140	54	86	10	60	0	60
	10	140	59	81	12	60	0	60

	PROMEDIOS	132	28,60	103,40	25,60	58		58
CUY N°9	1	100	0	100	32	50	0	50
	2	140	0	140	40	50	0	50
	3	140	0	140	35	60	0	60
	4	140	0	140	44	60	0	60
	5	140	1	139	35	60	0	60
	6	140	10	130	38	60	0	60
	7	140	6	134	37	60	0	60
	8	140	18	122	37	60	0	60
	9	140	24	116	27	60	0	60
	10	140	23	117	31	60	0	60
	PROMEDIOS	136	8,20	127,80	35,60	58		58
CUY N°10	1	100	0	100	51	50	0	50
	2	140	0	140	51	50	0	50
	3	140	1	139	60	60	0	60
	4	140	1	139	54	60	0	60
	5	140	1	139	45	60	0	60
	6	140	1	139	54	60	0	60
	7	140	1	139	60	60	0	60
	8	140	1	139	65	60	0	60
	9	140	0	140	68	60	0	60
	10	140	0	140	64	60	0	60
	PROMEDIOS	136	0,60	135,40	57,20	58		58

Anexo 13. Análisis Químico de heces en base fresca.

Base fresca	Días									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Humedad (%)	31,28	28,80	33,58	33,42	32,77	32,12	36,66	34,55	41,36	34,55
Materia seca (%)	68,72	71,20	66,42	66,58	67,23	67,88	63,34	65,45	58,64	65,45
Nitrógeno (%)	1,50	1,37	1,47	1,44	1,39	1,52	1,42	1,35	1,26	1,48
Extracto etéreo (%)	0,90	0,96	0,82	0,88	0,92	0,94	1,09	1,00	0,78	0,96
Cenizas (%)	3,15	3,65	3,01	3,10	3,40	3,72	2,90	3,20	2,81	3,15
Fibra cruda (%)	46,80	49,00	44,60	45,00	46,10	45,22	43,50	43,60	40,60	44,10
E.L.N. (%)	55,30	58,28	53,40	53,60	54,22	53,72	50,48	52,81	47,18	52,09
Energía kcal/100 g	266,80	275,00	257,74	258,32	259,92	261,34	247,21	254,00	227,22	254,00

Anexo 14. Análisis Químico de heces en base seca

Base seca	Días									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Humedad (%)	31,28	28,80	33,58	33,42	32,77	32,12	36,66	34,55	41,36	34,55
Materia seca (%)	68,72	71,20	66,42	66,58	67,23	67,88	63,34	65,45	58,64	65,45
Proteína cruda (%)	13,64	12,03	13,83	13,52	12,92	14,00	14,01	12,89	13,43	14,13
Extracto etéreo (%)	1,31	1,35	1,23	1,32	1,37	1,38	1,72	1,53	1,33	1,47
Cenizas (%)	4,58	5,13	4,53	4,66	5,06	5,48	4,58	4,89	4,79	4,81
Fibra cruda (%)	68,10	68,82	67,15	67,59	68,57	66,62	68,68	66,62	69,24	67,38
E.L.N. (%)	12,37	13,03	13,25	12,92	12,08	12,52	11,02	14,07	11,22	12,21
Energía kcal/100 g	266,80	275,00	257,74	258,32	259,92	261,34	247,21	254,00	227,22	254,00

Anexo 15. Promedios de consumo, residuo y excretas de los 10 cuyes.

Animal	Promedio 10 días	Ensilado			Heces base fresca (g)	Alfalfa		
		Suministro	Consumo	Residuo		Suministro	Consumo	Residuo
CUY J1	PROMEDIOS	118	100,3	17,7	17,2	56	56	0
CUY J2	PROMEDIOS	118	115,1	2,9	38	58	58	0
CUY J3	PROMEDIOS	118	111,4	6,6	32,20	58	58	0
CUY J4	PROMEDIOS	100	94,1	5,9	30,0	58	58	0
CUY J5	PROMEDIOS	114	100,7	13,3	15,2	56	56	0
CUY J6	PROMEDIOS	100	94,4	5,6	27,40	58	58	0
CUY J7	PROMEDIOS	118	110,2	7,8	32,10	58	58	0
CUY J8	PROMEDIOS	132	103,4	28,6	25,6	58	58	0
CUY J9	PROMEDIOS	136	127,8	8,2	35,60	58	58	0
CUY J10	PROMEDIOS	136	135,4	0,6	57,2	58	58	0
	PROMEDIOS	119,00	109,28	9,72	31,05	57,6	57,6	0

Anexo 16. Cuadro de consumo de alfalfa y ensilado en base fresca y base seca.

CONSUMO POR ANIMAL PROMEDIO 10 DIAS	CONSUMO DE ENSILADO BASE FRESCA	CONSUMO DE ENSILADO BASE SECA	CONSUMO DE ALFALFA BASE FRESCA	CONSUMO DE ALFALFA BASE SECA
CUY J1	100,30	27,88	56	10,00
CUY J2	115,10	32,00	58	10,36
CUY J3	111,40	30,97	58	10,36
CUY J4	94,10	26,16	58	10,36
CUY J5	100,70	27,99	56	10,00
CUY J6	94,40	26,24	58	10,36
CUY J7	110,20	30,64	58	10,36
CUY J8	103,40	28,75	58	10,36
CUY J9	127,80	35,53	58	10,36
CUY J10	135,40	37,64	58	10,36
PROMEDIOS	109,28	30,38	57,60	10,29

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1.
Cuye línea
Perú



Fotografía 2.
Ambiente de
trabajo



Fotografía 3.
Jaula
metabólica



Fotografía 4.
Identificación de
jaulas para cuyes



Fotografía 5.
Acopio de
contenido
ruminal



Fotografía 6.
Alfalfa

Fotografía 7.
Contenido ruminal
en tarima(oreo)



Fotografía 8.
CR óptimo para
ensilar

Fotografía 9.
Apertura de
bolsas de
ensilado





Fotografía 10.
Suministro de
ensilado a los
cuyes



Fotografía 11.
Ensilado de
contenido ruminal



Fotografía 12. Heces de cuyes para laboratorio



Fotografía 13. Envases para las heces de cuyes