



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE MICROSILOS DE TARALLA DE MAÍZ CON LA ADICIÓN DE DOS ADITIVOS; UREA Y MAGUEY PULQUERO (*Agave salmiana*) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)”

*Tesis de grado previa a la
obtención del Título de Médico
Veterinario Zootecnista*

AUTOR:

Olger Vinicio Pucha Pauta

1859

DIRECTORA:

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc.

**LOJA – ECUADOR
2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación titulado, “**DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MICROSILOS DE TARALLA DE MAÍZ CON LA ADICIÓN DE DOS ADITIVOS; UREA Y MAGUEY PULQUERO (*Agave salmiana*) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)**”, realizado por el Sr Egresado **OLGER VINICIO PUCHA PAUTA** previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, ha concluido dentro del cronograma aprobado y autorizado con el trámite de graduación.

Loja, diciembre del 2016



Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECURIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Que luego de haber procedido a la calificación de Tesis escrita del trabajo de investigación titulado “**DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE MICROSILOS DE TARALLA DE MAÍZ CON LA ADICIÓN DE DOS ADITIVOS; UREA Y MAGUEY PULQUERO (*Agave salmiana*) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)**”, del Sr egresado Olger Vinicio Pucha Pauta, y al haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal autorizamos continuar con los tramites como requisito previo a la obtención del título de: MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

APROBADO:

Loja, diciembre del 2016

Dr. Efren Alcívar Sánchez Sánchez Mg. Sc -----

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Edgar Enrique Benítez González Ph.D -----

VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Mg.Sc -----

VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORIA

Yo, **Olger Vinicio Pucha Pauta** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Olger Vinicio Pucha Pauta

Firma: 
.....

Cédula: 1104838568

Fecha: Loja, 03 de febrero de 2017

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, OLGER VINICIO PUCHA PAUTA declaro ser autor de la tesis titulada **“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MICROSILOS DE TARALLA DE MAÍZ CON LA ADICIÓN DE DOS ADITIVOS; UREA Y MAGUEY PULQUERO (Agave salmiana) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (Cavia porcellus)”**, como requisito para optar al grado de Médico Veterinario y Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 03 días del mes de Febrero de dos mil diecisiete, firma el autor.

Firma: 

Autor: Olger Vinicio Pucha Pauta
Número de cédula: 1104838568
Dirección: Loja, Avda. 8 de diciembre
Correo electrónico: marcovini_1989@hotmail.com
Teléfono: **Celular:** 0996047035

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de tesis: Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Presidente del Tribunal: Dr. Efrén Alcívar Sánchez Sánchez Mg. Sc

VOCAL: Dr. Edgar Enrique Benítez González Ph.D

VOCAL: Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Mg.Sc

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi imperecedera gratitud a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, en especial a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que me dio la posibilidad de estudiar, formarme, y alcanzar mis anhelos de ser un profesional de la Medicina Veterinaria.

A todos sus distinguidos Catedráticos por haberme compartido sus sabios conocimientos y enseñanzas, a mis compañeros con quienes he compartido mi formación, y de manera muy especial a la Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, por su acertada orientación académica y profesional, lo cual ha sido decisiva para culminar mi Tesis.

El Autor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres.

A la memoria de mi Padre Alfredo Pucha (+) quien fue un ejemplo de respeto, amor y sacrificio, es quien me inculcó los valores del respeto, honradez y humildad, que me formó como una persona de bien, para alcanzar mis anhelos deseados.

A mi Madre María Pauta que me inspiró para seguir adelante con sacrificio en mi formación quien me ha estimulado para seguir adelante a pesar de lo duro que sea el camino con su sacrificio, humildad y honradez.

A mi hermano, Hernán, por su gran apoyo moral, de la misma manera a mis queridos tíos, primos y amigos.

A mis abuelitas a quien estoy eternamente agradecido por su apoyo incondicional

Olger Vinicio

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
AUTORIA.	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE ANEXOS	xiii
TÍTULO.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY	3
2.2. ALIMENTACIÓN	4
Alimentación con Forraje	4
Alimentación Mixta	5
Alimentación con Balanceado más Agua y Vitamina C.....	6
2.3. NUTRICIÓN	6
2.3.1. Agua	8
2.3.2. Proteínas	8
2.3.2.1. Funciones.....	9
2.3.2.2. Deficiencia de proteínas	9
2.3.3. Aminoácidos Esenciales	9
2.3.4. Carbohidratos.....	11
2.3.5. Vitaminas.....	11

2.3.6. Minerales.....	11
2.3.7. Leguminosas forrajeras.....	11
2.3.8. Composición del forraje de maíz.....	13
2.4. CONSERVACIÓN EN ENSILAJE.....	14
2.4.1. Tipos de Ensilaje.....	15
2.4.1.1. Silo trinchera.....	15
2.4.1.2. Silos bunker:.....	15
2.4.1.3. Silos de montón.....	15
2.4.1.4. Silos de bolsa.....	16
2.4.1.5. Silos en canecas y tanques.....	16
2.6. USO DE ADITIVOS EN MICROSILOS.....	19
2.7. DIGESTIBILIDAD.....	25
2.7.1. Tipos de Digestibilidad.....	25
2.7.1.1. Digestibilidad in situ.....	25
2.7.1.2. Digestibilidad in vivo.....	26
2.7.1.3. Digestibilidad in vitro.....	26
2.8. ARTÍCULOS RELACIONADOS.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. MATERIALES.....	30
3.2. MÉTODOS.....	31
3.2.1. Toma y registro de datos.....	34
3.2.1.1. Composición química del ensilado de taralla de maíz con dos aditivos	34
3.2.1.2. Consumo de alimento.....	35
3.2.1.3. Digestibilidad de in vivo MS.....	35
3.2.1.4. Digestibilidad de in vivo PC.....	35
4. RESULTADOS.....	37
4.1. COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO.....	37
4.2. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MATERIA SECA (MS) Y PROTEÍNA CRUDA (PC).....	38
4.3. COMPOSICIÓN QUIMICA DE LAS HECES.....	39
5. DISCUSIÓN.....	42
5.1. ANALISIS BROMATOLOGICO DEL ENSILAJE.....	42

5.2. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MATERIA SECA	44
5.3. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE PROTEINA CRUDA	45
5.4. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECES DE MATERIA SECA Y PROTEINA CRUDA.....	46
6. CONCLUSIONES.....	48
7. RECOMENDACIONES.....	49
8. BIBLIOGRAFÍA.....	50
9. ANEXOS.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cuy en etapas fisiológicas	7
Cuadro 2. Composición bromatológica de la planta de maíz.	14
Cuadro 3. Evaluación químico bromatológico de aguamiel del agave americano	24
Cuadro 4. Componentes de la ración base.....	33
Cuadro 5. Composición química de microsilos de taralla de maíz con diferentes aditivos (%).	37
Cuadro 6. Digestibilidad in vivo de Materia Seca (MS) y Proteína Cruda (PC) de ensilaje de taralla de maíz (%)	38
Cuadro 7. Composición química de las heces.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Digestibilidad in vivo de materia seca (%).....	39
Figura 2. Digestibilidad in vivo de proteína cruda (%)	39
Figura 3. Composición de heces en Materia Seca.....	40
Figura 4. Composición de heces en Proteína	41

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Composición química del ensilajes con diferentes aditivos	54
ANEXO 2: Datos tabulados.....	54
ANEXO 3: Digestibilidad de materia seca (MS) de ensilaje	55
ANEXO 4: Digestibilidad de proteína cruda (PC) de ensilaje.....	56
ANEXO 5: Materia seca de las heces	58
ANEXO 6: Proteína cruda de las heces	60
ANEXO: 7 Elaboración del ensilaje.....	62

“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE MICROSILOS DE TARALLA DE MAÍZ CON LA ADICIÓN DE DOS ADITIVOS; UREA Y MAGUEY PULQUERO (*Agave salmiana*) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*)”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de determinar la digestibilidad in vivo de microsilos de taralla de maíz con la inclusión de dos aditivos; urea y miel de Maguey pulquero (*Agave salmiana*); para el efecto se evaluaron tres tratamientos: T1 testigo con el 0 % de aditivos, T2 con 3% de *Agave salmiana*, T2 con 2% de urea, con 9 cuyes machos tipo 1 con un peso promedio de 800 g; el suministro del alimento fue en la mañana y por la tarde; se utilizó un diseño cuadrado latino con tres tratamientos, tres repeticiones en tres tiempos diferentes. Las variables de estudio fueron la composición química, realizado a través del análisis proximal de Weende; y, la digestibilidad in vivo de la materia seca y proteína seca. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo mixto, en el que los efectos principales fijos fueron las dietas, el tiempo y su interacción y el efecto aleatorio es el animal anidado a la ración. El ensilaje con la adición del 2% de urea presentó mejor perfil nutricional; no se detectaron diferencias entre tratamientos para la digestibilidad de la materia seca y la proteína ($P \geq 0,62$). Se obtuvo una media para materia seca de 77,46% y para la proteína cruda de 79,97%. Se concluye que la inclusión de aditivos en la elaboración de ensilajes permite mejorar el perfil nutricional de los mismos.

PALABRAS CLAVES: ensilaje, digestibilidad in vivo, urea, agave, microsilo

ABSTRACT

The present research was developed in the Experimental Experimental Punzara of the National University of Loja, with the purpose of determining the in vivo digestibility of cornilica microsilica with the addition of two additives; Urea and honey of Maguey pulquero (*Agave salmiana*); For the effect, three treatments were defined with the addition of 2% of *Agave salmiana*, 3% of urea with the control with 0% of additives. We used 9 male guinea pigs type 1 with an average weight of 800 gr; the food supply was in the morning and in the evening; we used a Latin square design with three treatments, three replicates at three different times. The variables of study were the chemical composition, realized through the proximal analysis of Weende; And, in vivo digestibility. For the statistical analysis a mixed model was used, in which the fixed main effects were the diets, the time and their interaction and the random effect is the animal nested to the ration. Silage with the addition of 2% of urea showed a better nutritional profile; No differences were detected between treatments for dry matter and protein digestibility ($P \geq 0.62$). An average for dry matter of 77.46% and crude protein of 79.97% was obtained. It was concluded that the inclusion of additives in the production of silage makes it possible to improve the nutritional profile of the same.

KEY WORDS: silage, in vivo digestibility, urea, agave, microsilo

1. INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es considerado como una especie animal de interés social por ser fuente alternativa de proteína animal. Su crianza está ampliamente difundida en la Sierra y es mayormente de tipo familiar. La crianza de cuyes es una actividad pecuaria muy importante en las familias del sector rural ya que permite el aseguramiento alimenticio mediante la producción de carne de alto valor nutritivo cuy con un 21% y un 17% de grasa.

La facilidad de crianza y su demanda de consumo, hace que esté en continuo incremento y exista una ventaja productiva frente a otras especies. La mayoría de los productores utilizan en la alimentación de los cobayos forraje verde y residuos de cosecha, a un precio menor al de los alimentos comerciales, no obstante, sus parámetros reproductivos y productivos no alcanzan niveles satisfactorios.

El poco conocimiento técnico por parte de los pequeños criadores en la provincia de Loja, y en los sectores rurales sobre requerimientos nutricionales, sistemas de crianza modernos, genética del cuy, manejo productivo y sanitario; sumado al suministro inadecuado de forraje y de suplementos alimenticios tanto en cantidad y calidad, provoca problemas nutricionales y por consiguiente bajos pesos al nacimiento, crecimiento lento, baja fertilidad disminuyendo de esta forma los ingresos al productor.

Considerando los aspectos citados anteriormente, en la presente investigación se planteó buscar alternativas que permitan conservar y dar valor agregado a forrajes disponibles a través de la elaboración de microsilos a base de taralla de maíz con la adición de dos aditivos urea y maguey pulquero (agave salmiana) cuyo producto final sea parte de la dieta alimenticia de los cuyes y que a través del suministro del mismo se logre una dieta equilibrada con la finalidad de mejorar la producción y productividad.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la composición química de microsilos de taralla de maíz por efecto de diferentes aditivos urea y Maguey pulquero (*Agave salmiana*).

- Estimar la digestibilidad in vivo de microsilos de taralla de maíz

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

El cuy (**cavia porcellus**) está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego; cuyo sistema digestivo está conformado por: boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, glándulas salivales, páncreas e hígado. En el estómago se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción (FAO, 2013).

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, aquí son absorbidas la mayor parte del agua, las vitaminas y otros micro elementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en esta especie que tiene un ciego desarrollado existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano, realiza coprofagia para reutilizar el nitrógeno (FAO, 2013).

El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza

la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (FAO, 2013).

2.2. ALIMENTACIÓN

Alimentación con Forraje

El cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje. Existen ecotipos de cuyes que muestran una mejor eficiencia como animales forrajeros. Al evaluar dos tipos de cuyes en el Perú se encontró que los maestreados en la sierra norte fueron más eficientes cuando recibían una alimentación a base de forraje más concentrado, pero el tipo de la sierra sur respondía mejor ante un sistema de alimentación a base de forraje (Chauca & Zaldivar , 1994). Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras. Cuando a los cuyes se les suministra una leguminosa (alfalfa) su consumo de MS en 63 días es de 1,636 kg valor menor al registrado con consumos de chala de maíz o pasto elefante. Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos; siempre debe irse adaptando a los cuyes al cambio de forraje. Esta especie es muy susceptible a presentar trastornos digestivos, sobre todo las crías de menor edad (Chauca & Zaldivar , 1994).

Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son la alfalfa (*Medicago sativa*), la chala de maíz (*Zea mays*), el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la hoja de camote (*Hypomea batata*), la hoja y tronco de plátano, malezas como la abadilla, el gramalote, la grama china (*Sorghum halepense*),

y existen otras malezas. En la región andina se utiliza alfalfa, rey grass, trébol y retama como maleza. En regiones tropicales existen muchos recursos forrajeros y se ha evaluado el uso de kudzu, maicillo, gramalote, amasisa (*Amasisa eritrina* sp.), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y brachiaria (*Brachiaria decumbes*) (Chauca & Zaldivar , 1994).

Los niveles de forraje suministrados van entre 80 y 200 g/animal/día. Con 80 g/animal/día de alfalfa se alcanzan pesos finales de 812,6 g con un incremento de peso total de 588,2 g y con suministros de 200 g/animal/ día los pesos finales alcanzados fueron 1 039 g, siendo sus incrementos totales 631 g. Estas cantidades suministradas de forraje son bajas al compararlas con las registradas en los trabajos realizados en Colombia donde se señalan suministros de 500 g de forraje fresco, siendo los más comunes el ray grass, tetraploides (*Solium* sp), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), saboya, brasilero imperial, puntazo, elefante, micay y guinea. Estos forrajes han sido utilizados en crecimiento y engorde de cuyes (Caycedo, 1993b). La frecuencia en el suministro de forraje induce a un mayor consumo y por ende a una mayor ingesta de nutrientes (Chauca & Zaldivar , 1994).

Alimentación Mixta

La alimentación mixta se refiere al suministro de forraje y concentrados. En la práctica, la dotación de concentrados no es permanente, cuando se efectúa puede constituir hasta un 40% del total de toda la alimentación. Los ingredientes utilizados para la preparación del concentrado deben ser de buena calidad, bajo costo e inocuos. Para una buena mezcla se pueden utilizar: frangollo de maíz, afrecho de trigo, harinas de girasol y de hueso, conchilla y sal común (FAO, 2014).

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica,

habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje (FAO, 2014).

Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Con el suministro de una ración el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3,09 y 6. Cuyes de un mismo germoplasma alcanzan incrementos de 546,6 g cuando reciben una alimentación mixta, mientras que los que recibían únicamente forraje alcanzaban incrementos de 274,4 g (FAO, 2014).

Alimentación con Balanceado más Agua y Vitamina C

El alimento balanceado es un alimento completo que cubre todos los requerimientos de proteína, energía, minerales y vitaminas. El concentrado puede constituir un 40% de toda la alimentación, el agua se debe dar a voluntad debe dotarse de alimento por lo menos dos veces al día en un 30% y 40% durante la mañana y el resto en la tarde (Almachi , 2012).

Los requerimientos de vitamina C son de 1 ml de ácido ascórbico por 100 g. de peso para prevenir las lesiones patológicas, 4 ml de ácido ascórbico por 100 g. de peso es indicado para animales en crecimiento activo. Se debe tener en cuenta que el forraje no es un simple vehículo de vitamina C (Rucacuy, 2009).

2.3. NUTRICIÓN

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación

bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecografía para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteínas (FAO, 2013).

Requerimientos Nutricionales

La formulación de raciones tiene como objetivo cubrir los requerimientos nutricionales de animales en sus diferentes etapas fisiológicas, utilizando materias primas que se dividen en: macro ingredientes como maíz, pasta de soya, co-productos de trigo, co-productos de arroz, co-productos de cervecera, alfarina, entre otros.; micro ingredientes como premezclas de vitaminas y minerales, aminoácidos sintéticos y aditivos.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cuy en etapas fisiológicas

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED ¹	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990.

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder

elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos (FAO, 2013).

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza. Los requerimientos para cuyes en crecimiento recomendados por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC, 1978), para animales de laboratorio vienen siendo utilizados en los cuyes productores de carne (FAO, 2013).

2.3.1. Agua

Es el principal componente del cuerpo; indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. El suministro de agua al cuy debe ser suficiente y asegurar la salud de los animales y cumplir los parámetros químicos, físicos y microbiológicos establecidos en las normas de cada país, en el agua de bebedero podemos aprovechar para darles vitaminas, el cuy necesita 120 cc de agua por cada 40 g de materia seca de alimento consumido (FAO, 2013).

2.3.2. Proteínas

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados. Cuando la alimentación es mixta, la proteína la obtiene por el consumo de la ración balanceada y el forraje; si es una leguminosa la respuesta en crecimiento es superior al logrado con

gramíneas (Chauca, L., & Zaldivar1994.)

El valor nutritivo de los alimentos está en función de su composición química, mientras que su metabolización depende de la digestibilidad del animal y del consumo voluntario. La composición química de las leguminosas (alfalfa, trébol, vicia y habas) incluye cantidades favorables de proteínas con relación a las gramíneas (maíz, avena y cebada), las cuales se caracterizan más bien por su buen contenido de energía (FAO ,2013)

2.3.2.1. Funciones

Enzimáticas en todo el proceso metabólico, defensivas (están a cargo de las proteínas los sistemas inmunológicos del organismo, gama globulina, etc.). Las enzimas, hormonas y los anticuerpos tienen proteínas como estructura central, que controlan y regulan las reacciones químicas dentro del cuerpo. También las proteínas fibrosas juegan papeles protectores estructurales (pelo y cascos) (Nelson & Cox, 2000).

2.3.2.2. Deficiencia de proteínas

Da lugar a menor peso al nacimiento, retraso en el crecimiento, disminución en la producción de leche, infertilidad, pérdida de peso, problemas reproductivos y menor eficiencia de utilización del alimento (Senteno , 2013).

2.3.3. Aminoácidos Esenciales

Según (Castro, 2002). Los aminoácidos esenciales son los siguientes:

Lisina

Su deficiencia determina disminución en la velocidad de crecimiento y de la ganancia de peso, así como la consiguiente deficiencia alimenticia.

Histidina

Su deficiencia produce retardo en el crecimiento y disminución de la eficiencia alimenticia. Fuentes: Maíz, maní, soya, girasol.

Fenilalanina

Su deficiencia produce retraso de crecimiento en los animales. Fuentes: Maíz, algodón, leche, soya, maní.

Leucina

Su falta en las raciones produce disminución de peso y de crecimiento. Fuentes: Maíz, algodón, maní, soya, girasol.

Isoleucina

Disminuye la retención de nitrógeno y la eficiencia alimenticia. Fuentes: Maíz, maní, soya, girasol, algodón (Castro, 2002).

Treonina

Provoca un cuadro semejante a la carencia de los demás aminoácidos. Fuentes: Soya, leche, maíz (Castro, 2002).

Arginina

Su deficiencia produce una reducción del crecimiento en los animales y un menor aprovechamiento de los alimentos (Castro, 2002).

2.3.4. Carbohidratos

Los carbohidratos proporcionan la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer, y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contienen azúcares y almidones. Las gramíneas son ricas en azúcares y almidones. En algunos casos se utiliza para la alimentación complementaria el maíz amarillo *Lea mays L. Sorghum* (Rico , 2003).

2.3.5. Vitaminas

Activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. La vitamina más importante en la alimentación de los cuyes es la vitamina C. Su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos puede causarles la muerte. El proporcionar forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina (Almachi , 2012).

2.3.6. Minerales

Forman los huesos y los dientes principalmente. Si los cuyes reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionarles minerales en su alimentación (Almachi , 2012).

2.3.7. Leguminosas forrajeras

Desde el punto de vista productivo, las leguminosas forrajeras cumplen un papel

importante ya que además de ser una alternativa como fuente de proteína para la producción animal, aportan beneficio al sustrato tomando el nitrógeno libre y fijándolo al suelo. Según su ciclo vital pueden ser anuales o perennes. En el medio natural y dependiendo de sus hábitos de desarrollo pueden presentar portes herbáceos, rastreros, trepadoras, arbustivas y arbóreas. La mayoría de las leguminosas forrajeras son nativas y espontáneas en nuestras zonas de producción, en ocasiones por el desconocimiento de su acción benéfica, se ven amenazadas por los productores, quienes al realizar prácticas de mantenimiento del pastizal como el control químico de malezas (Carrero, 2012).

Gramíneas

Las gramíneas forrajeras constituyen la principal fuente de alimentación de los herbívoros tanto domésticos como salvajes ya que crecen de manera espontánea en la mayoría de los potreros. Se adaptan muy fácilmente a las variedades del clima y aportan la mayor parte de la materia seca y los carbohidratos consumidos por el animal, generalmente las gramíneas son pobres en proteína por tal motivo se recomienda asociarlas con leguminosas (Gélvez, 2014).

Maíz (zea mays)

Originario de las tierras tropicales, prospera perfectamente en zonas templadas, es una planta rica en hidratos de carbono y pobre en proteínas produce un rendimiento promedio de 44 a 57 toneladas en base húmeda por hectárea. La planta de maíz es un excelente forraje para el ganado, especialmente para los bovinos. Se utiliza como forraje en varias etapas de crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja o más adelante. La planta de maíz no presenta problemas de ácido prúsico o ácido cianhídrico y por lo tanto puede ser usado aun antes de la floración (Flores, 1989).

El maíz con los granos en estado pastoso es el más adecuado para usar como forraje y contiene más materia seca y elementos digestibles por hectárea; este es también el mejor estado para preparar ensilaje, si bien el maíz ensilado se usa principalmente en los países templados donde el invierno limita su siembra y crecimiento; el ensilaje no es común en los países tropicales donde su cultivo puede ser prácticamente continuo, o por lo menos cultivado en más de una estación. Los restos del maíz que quedan después de la cosecha también se usan como forraje. Las estadísticas sobre el área de maíz sembrado y usado como forraje no se encuentran fácilmente. Esto puede ser debido, al menos en parte, al hecho que muy a menudo el maíz es sembrado con el doble propósito de forraje y grano (Acosta, 2009)

El maíz es uno de los mejores cultivos para ensilar, ya que reúne las mejores condiciones de valor nutritivo, alto contenido de azúcares y alto rendimiento por hectárea. El ensilaje de maíz producido, sencillo de hacer exitosamente, es de mucho apetecibilidad y el ganado lo come sin ninguna dificultad. Si bien el uso de las cosechadoras de forraje ha popularizado las referencias de este cultivo para ensilaje ha sido uno de los cultivos que más se ha utilizado en el pasado y en consecuencia es de los que posee una mayor experiencia (Acosta, 2009).

2.3.8. Composición del forraje de maíz

El ensilaje de maíz proporciona el mejor sistema de aprovechamiento de la totalidad de la planta en condiciones de suelo adecuado para el maíz, solamente el sorgo tiene posibilidades de competir con éxito en rendimiento y calidad de forraje. Los rendimientos en materia verde tienen, una amplia variación de acuerdo al clima, suelo, fertilización y trabajos culturales. Los buenos rendimientos se sitúan entre 28 y 30 toneladas de forraje verde por hectárea en años favorables, los rendimientos pueden ser sensiblemente superiores (Peñagaricano 1969).

Cuadro 2. Composición bromatológica de la planta de maíz.

Componente	Unidad	Planta de maíz ensilada poscosechada, como alimento
Materia seca	%	26.5
Materia orgánica	%	24.2
Cenizas	%	2.3
Fibra cruda	%	8.2
Extracto etéreo	%	0.5
ELN	%	13.8
Proteína bruta	%	1.7
PDV	%	0.5
ENVL	Mcal/kg	0.33

PDV: Proteína digestible en vacas.
ENVL: Energía neta para vacas en lactancia.

Fuente: Díaz, 1988 citado por Cevallos, 2015

2.4. CONSERVACIÓN EN ENSILAJE

La biomasa de un forraje en estado verde se encierra en un recipiente o en lugar, en donde libre de aire sufre una acidificación y se transforma en ensilaje. Existen diferentes tipos de silos y la elección de cualquiera de ellos dependerá de los aspectos relacionados en cada explotación como: el tamaño de la misma, la disponibilidad o la facilidad en la mecanización, los niveles de pérdida durante la conservación y la capacidad de inversión (Dwayne & Buxton, 2003).

2.4.1. Tipos de Ensilaje

2.4.1.1. Silo trinchera

Según Gómez, (2004) Se construye bajo el nivel del suelo y pueden presentar pérdidas adicionales por filtración de humedad, también se les denomina silos de foso o pozo y silos de zanja, como su nombre lo indica es una trinchera, porque se abre en el suelo un hueco largo no muy profundo con paredes inclinadas afuera y lisas. Se pueden localizar en terrenos de relieve inclinado, ojala cerca al establo y no muy lejos de los lotes del pasto que se quiere ensilar, en terrenos arenosos y pedregosos no son aconsejables. Proceso de ensilajes.

2.4.1.2. Silos bunker:

Son aquellos que se construyen sobre el nivel del suelo, cuyas paredes y piso pueden ser de concreto o cualquier material de la región. También se les llama silos horizontales.

2.4.1.3. Silos de montón

Son aquellos que no tienen paredes, se les llama también silo de pila, en esta clase de silo se amontona el forraje picado y se tapa. Es un silo muy económico pero presenta altos porcentajes de pérdidas. Los silos horizontales (bunker y montón) deben construirse en sitios de piso firme, incluir en sus costos la adquisición de un plástico calibre 7 u 8 para proteger la masa forrajera del contacto con el suelo, aire, sol y agua, y además protegerlos de la entrada de animales. Los silos horizontales (bunker y montón) deben construirse en sitios de piso firme, incluir en sus costos la adquisición de un plástico calibre 7 u 8 para proteger la masa forrajera del contacto con el suelo, aire, sol y agua, y además protegerlos de la entrada de animales.

2.4.1.4. Silos de bolsa

Se les conoce también como microsilos, presentan pérdidas reducidas y facilitan las labores de alimentación, almacenamiento y transporte; pueden utilizarse bolsas con capacidad para 50 o 60 kg., el calibre del plástico de estas bolsas debe ser de 7 u 8. Es una práctica muy utilizada para el pequeño productor, especialmente para lecherías donde son pocas las áreas sembradas en pastos y existan bancos de proteína. Para proteger la bolsa es necesario introducir esta en bolsas de polipropileno (empaques de abonos y concentrados).

2.4.1.5. Silos en canecas y tanques

Son aquellos donde se utilizan canecas plásticas con capacidad para 200 lts. Y tanques de 500 y 1000 lts., son económicos (una sola inversión) y facilita el llenado y apisonado del forraje, son novedosos y puede resultar una buena alternativa para el pequeño productor.

2.5. PROCESO DE ENSILAR

Según Gómez. 2001. los pasos para ensilar son:

- ✓ Procedimientos previos al corte: Una vez listo el cultivo a ensilar y definido la construcción del silo se procede al mantenimiento de la maquinaria para corte, picado y transporte, también se debe alistar la cantidad de plástico a utilizar y el aditivo como la melaza. No olvide que para realizar ensilajes con altos volúmenes de forraje se necesita buena mano de obra.

- ✓ Cosecha o corte del forraje: Se realiza de acuerdo con el área existente en cultivo o forraje; puede utilizarse hoz o machetes, guadaña a gasolina o cosechadoras picadoras accionadas por tractor, hay comprobaciones que las pérdidas por almacenamiento en un silo se pueden reducir en el ensilaje de forrajes cuando se pica el material más o menos a 2 cm. Para mantener la buena calidad del

ensilaje es preciso fuera de no dejarle entrar aire, picarlo en pedacitos pequeños, apisonarlo fuertemente.

- ✓ Como se llena un silo: Se realiza mediante capas de forraje picado, cuya altura puede variar entre 25 y 40 cm., en cada capa se debe esparcir los aditivos preparados procurando una buena mezcla. Luego de esparcido el forraje y agregado el aditivo se debe apisonar (con tractor, caneca), así sucesivamente hasta obtener el llenado total.

La velocidad del llenado del silo determina la calidad del producto obtenido; cuando los llenados se hacen rápido disminuye el tiempo de exposición del forraje al aire, con esto se disminuyen las pérdidas por respiración y se acorta la fase aeróbica del proceso. El silo se debe llenar en tres días o un máximo de cinco

- ✓ Tapado del silo: Es indispensable para garantizar el aislamiento de la masa forrajera, protegiéndola del aire y del agua. En silos bunker con paredes de tabla y sin pisos en concreto, se debe usar plástico para cubrir piso, paredes laterales y cara superior, para silos de montón se debe de igual manera utilizar plástico en el piso y en la parte superior, luego del llenado, apisonado y tapado se debe colocar una capa de cascarilla o arena para impedir que el plástico se cristalice, sobre esta capa de cascarilla colocar objetos pesados (como llantas, láminas de zinc, tejas, tablas, troncos, etc.) con el fin de ayudar a una buena compactación, se debe hacer una zanja alrededor del silo para evitar la entrada del agua.
- ✓ Destapado del silo: Después de 25 a 30 días en proceso de fermentación el ensilaje está apto para ser utilizado en la alimentación de animales. Sin embargo el cierre hermético de un silo permite conservar la calidad del forraje durante años. El silo se debe abrir por una de las dos puntas, sacar lo necesario y volver a sellar y así sucesivamente.

Fase Aeróbica

Siempre y por muchas horas después de cortado el pasto, gramínea y leguminosas (tallos y hojas), las células vivas siguen respirando y consumen oxígeno del aire contenido en el silo, sacan o emiten dióxido o bióxido de carbono (CO₂), agua y calor, esta fase debe ser muy corta, para asegurar la máxima calidad del producto (Gómez. 2001.)

Fase Anaeróbica

Fermentación que se inicia una vez que el oxígeno se utiliza durante la primera etapa. Los microorganismos utilizan los azúcares de la planta para multiplicarse y producir ácido láctico, lo que reduce el pH del ensilaje, este proceso de fermentación se completa en 3-4 semanas (Almachi , 2012).

Cebada corte para ensilaje tiene un suministro adecuado de los lactobacilos presentes a fermentar con éxito el material vegetal. Si las condiciones no son favorables para los organismos lactobacilos, clostridios tipo de microorganismos utilizan los azúcares de la planta para producir ácido butírico. Si este tipo de fermentación se lleva a cabo la calidad del ensilaje se reduce considerablemente (Almachi , 2012).

La cebada tiene niveles de azúcar en la planta de 24 a 32% bajo condiciones normales de cultivo, dependiendo de la etapa de corte. Planta de azúcares aumentan hasta el estadio de la leche y luego comienzan a disminuir. Este alto nivel de azúcar de las plantas de cebada hace un cultivo muy fácil de ensilar (Almachi , 2012).

Manejo de Ensilaje

Los sacos de micro silo deben almacenarse en un lugar seguro y fresco, fuera del alcance de los niños y animales que puedan perforarlo ya que, si esto sucede,

se pierde completamente el microsilo, el trabajo y los materiales invertidos en él. Los microsilos deben permanecer en reposo por lo menos durante 25 días para que ocurra el proceso de fermentación deseado, y puedan ser utilizados posteriores a ese tiempo. Pueden permanecer por años (Almachi , 2012).

Ventajas

- ✓ Es un método muy económico ya que no requiere de infraestructura costosa.
- ✓ Minimiza las pérdidas tanto en el proceso de ensilaje como la alimentación de los animales en comparación con otros métodos de ensilaje.
- ✓ Apropiado para pequeñas explotaciones
- ✓ Facilidad de transporte dentro y fuera de la explotación
- ✓ No demanda grandes cantidades de tiempo ni de mano de obra para hacerlos.
- ✓ Facilita la suplementación al utilizar solamente los microsilos necesarios de acuerdo con la cantidad de animales a suplementar y con la ración que se suministre.

Mediante esta eficiente práctica de conservación, el pequeño agricultor puede ensilar en las épocas del año que tiene superávit de forraje (Almachi , 2012).

2.6. USO DE ADITIVOS EN MICROSILOS

Urea

➤ Características químicas y físicas

Compuesto químico cristalino e incoloro. Su fórmula química es $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{NH}_2$. También es conocida como carbonildiamida o ácido arbamídico. El nombre IUPAC es diaminocetona. Es una sustancia nitrogenada producida por variados seres vivos como medio de eliminación del amoníaco, el cuál es altamente tóxico para ellos. En los animales se halla en la sangre, orina, bilis y sudor. Posee

propiedades higroscópicas y al disolverse en agua absorbe calor por lo que resulta fría y húmeda al tacto. Es el fertilizante nitrogenado más valioso sin lastre, contiene hasta un 46 % de nitrógeno. También se utiliza como aditivo en la alimentación del ganado y sirve de materia prima para la industria de materiales plásticos, colas sintéticas, industria textil, y farmacéutica; de aquí que su producción industrial alcance varias decenas de millones de toneladas anuales. La urea se forma en los tejidos animales como producto final del metabolismo de las proteínas, concentrándose en los riñones y siendo expulsada en la orina donde llega a representar el 80 % del nitrógeno disuelto **(Bernal , 2010)**.

Melaza

Define como la miel final o melaza (no cristalizable) al jarabe o líquido denso y viscoso, separado de la misma masa cocida final y de la cual no es posible cristalizar más azúcar por métodos inusuales.

La denominación melaza se aplica al efluente en la preparación del azúcar mediante la cristalización repetida. El proceso de evaporación y la cristalización es usualmente repetido tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitirán una cristalización adicional de la sacarosa (Swan y Karalazos, 1990). La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables reductores de cobre, son principalmente caramelos libre de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos

➤ **Composición de la melaza**

La melaza de caña es el resultado de cocer el jugo de la caña de azúcar, cuyo proceso ayuda a que se evapore el agua y se concentren en ella los distintos azúcares naturales de la fruta, esta azúcar es evaporada hasta que se obtiene una textura similar a la miel de abeja. También destaca por su espesura y por su característico color, de manera que cuánto más oscura sea la melaza más nutriente tendrá. Los azúcares contenidos en la melaza tienen una gran importancia desde el punto de vista de aportar a los animales una fuente energética que pueda cubrir sus necesidades y a un precio económicamente muy interesante (Comel, 2010).

Se han realizado numerosas investigaciones acerca del valor energético de la melaza, y tomando como referencia el valor energético del maíz americano, está mayoritariamente aceptado un valor energético para las melazas del 75% del que tiene el maíz. Por lo tanto, y desde un punto de vista exclusivamente económico, cuando el precio de la melaza sea inferior al 75% del precio del maíz, resulta interesante utilizar las melazas como fuente de energía en lugar del maíz (Comel, 2010).

Pero en muchos casos las melazas se utilizan tanto más por su agradable olor y sabor que por su valor energético. Así ese buen sabor y aroma actúan estimulando el apetito, produciéndose un aumento de los niveles de ingestión de los alimentos melazados, y por otro lado permite utilizar otros alimentos y elementos de mal sabor que pueden ser rechazados por los animales (por ejemplo, cereales de baja calidad, urea, minerales, entre otros), (Comel, 2010). Las melazas son particularmente apreciadas en la alimentación de los rumiantes, especialmente para ganado vacuno lechero y para el ganado ovino, puesto que estimulan el crecimiento de la flora ruminal y hace que los animales aprovechen de una forma más efectiva los alimentos fibrosos tales como la paja, heno, entre otros. Las melazas pueden tener un gran valor cuando se alimenta a los rumiantes con materia fibrosa y se añade como suplemento un pienso

melazado, ya que las melazas incrementan la digestibilidad de los forrajes y aumentan por lo tanto el valor alimenticio de toda la ración (Comel, 2010).

Miel de Agave

El Agave también es conocida con los nombres pita, maguey, cabuya, mezcal y fique, pertenece a la familia Agavaceae; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas, es oriundo del continente americano, con una distribución que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, incluyendo todas las islas del Caribe, ha sido utilizado desde la antigüedad para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, medicamento y construcción, entre otros (Brack, 2008).

El Agave es un cultivo de suma importancia a nivel agroindustrial, la mayor parte de las plantas se destinan para la obtención de bebidas alcohólicas con denominación de origen como el tequila y el mezcal, así también, una parte del agave cosechado se destina para la obtención de fibras. Tiene una gran cantidad de azúcares fermentables, los cuales se pueden utilizar para la producción de aditivos alimentarios como son los jarabes de fructosa o la inulina, así como la utilización de los jarabes de fructosa como mostos fermentables para la producción de aditivos alimentarios como el ácido láctico o la enzima transglutaminasa (Brack, 2008).

Exigencias Agroecológicas del Cultivo

- ✓ **Climas:** Templados, secos
- ✓ **Temperatura:** 19 -20 C soporta temperaturas
- ✓ **Humedad:** 70- 90%
- ✓ **Pluviosidad:** 300 -1600 mm anuales
- ✓ **Altitud:** 1300- 2820 msnm.

Método Tradicional de Cosecha

Cuando la planta ha alcanzado el punto de madurez previo a la salida del chaguarquero, o mejor dicho la gigante inflorescencia es el momento idóneo para la elaboración del orificio donde se acumulará del aguamiel. Así también si lo que se desea es la obtención del corazón el estado de madurez deberá ser el mismo, debido a que en este estado el corazón de la planta se encuentra cargado de nutrientes y carbohidratos de reserva para la inminente salida de la inflorescencia. (Almachi , 2012).

Rendimiento

Se acumula el exudado o agua miel en el orificio elaborado en el tronco o corazón. Se realiza la primera recolección a los 8 días de haber sido elaborado el orificio. Dependiendo de la edad de la cabuya y del tamaño del orificio de acumulación de aguamiel, se podrá recolectar todos los días desde medio litro hasta 3 litros / planta (Almachi , 2012).

Usos del Maguey Pulquero

El uso de esta planta es común contra la diabetes, en Puebla y Michoacán se trata la enfermedad a través de una infusión con las hojas del maguey y se toma en ayunas. Otras aplicaciones medicinales que tiene son: granos enterrados y dolores de pulmón. En ambos casos, las hojas son colocadas a manera de cataplasma en la zona afectada. También es empleada para aliviar la tos, dolor de espalda, caries, gastritis, bilis; además se dice que proporciona vitaminas y cura golpes en animales (Sánchez , 2010).

Contenido Nutricional

El dulce de cabuya es un líquido dulce, de sabor agradable, inestable, que, si hace calor, debe ser procesado en el día para evitar la fermentación señala que

100 g. contienen 5,30 g. de extracto no nitrogenado y 0,4 % de proteínas, cantidad esta última que, aunque parece baja, es interesante por su composición en aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina (Morales , 2012).

Contiene vitaminas del complejo B, niacina (0,4 a 0,5mg), tiamina y riboflavina, y entre 7 y 11 mg. de vitamina C (el jugo de naranja fresco contiene entre 15 y 55 mg. por 100 g.) además de hierro, calcio y fósforo. Estimula la flora intestinal debido a la presencia de bífidos, oligofructosa e insulina, es 1,4 veces más dulce que la melaza, 100% soluble en cualquier alimento o bebida y a cualquier temperatura, mantiene intacta sus propiedades hasta un plazo de unos 12 meses. Los micronutrientes encontrados en el jugo del agave americano son Fósforo, Sodio, Potasio, Magnesio, Calcio y Vitamina C (Morales , 2012).

Conservación de Azúcares

El aguamiel del Agave es un fluido rico en carbohidratos como la fructosa sacarosa y glucosa, además contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales (Almachi , 2012).

Cuadro 3. Evaluación químico bromatológico de aguamiel del agave americano

DESCRIPCIÓN	VALORES
PROTEÍNA (%)	0.34
Ceniza (%)	0.65
Sólidos totales (%)	10.76
Sodio (mg/100 g)	1
pH (a 20°C)	6.8
Acidez (% exp. como ac. Acético)	0.31
Densidad (g /mL)	1.02

Fuente: (Rendon 2007) Citado por Almachi, 2012

Los carbohidratos de reserva presentes en el aguamiel de Agave, son susceptibles a cambios físico químicos en los procesos de fermentación y concentración de procesos que son necesarios para la obtención de la miel de Cabuya y licor de Cabuya (Almachi , 2012).

Preparación de la Miel

Se recolecta de la hoja del penco durante 2 días, esta debe tener una contextura persistente, se remueve cada noche y a la mañana siguiente.

Duración del proceso: 1 Semana

Cocción: 2 Horas Complejidad: Alta (Almachi , 2012).

2.7. DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de un alimento se puede definir como la cantidad de alimento que ingiere el animal y no se elimina con las heces por lo que se supone que fue absorbida (Gómez, 2001).

2.7.1. Tipos de Digestibilidad

2.7.1.1. Digestibilidad in situ

Este análisis es únicamente para determinar la digestibilidad ruminal. Para ello se fistulan los animales a nivel del rumen. Se utiliza la técnica de la bolsa de nailon, en la cual se deposita una muestra seca finamente molida, de 1 mm para someterla a un proceso de digestión que tarde de 48 a 72 horas, luego de lo cual se evalúa la digestibilidad del alimento. También se puede utilizar la técnica del hilo de algodón, por medio de la cual se mide las actividades celulíticas ruminal, representada por la pérdida de peso que sufre el hilo durante el proceso de digestión ruminal (Gomez , 2011).

2.7.1.2. Digestibilidad in vivo

Esta técnica se realiza directamente en el animal. Consiste en suministrar al animal a una cantidad conocida de muestra seca de alimento molida en partículas de 2,5 cm, en el caso de forrajes, o de 1 mm., para granos o alimentos balanceados. Posteriormente se recolectan y cuantifican las excretas (heces y orina), asumiendo que la porción de alimento no excretado corresponde a la parte digerida y absorbida. Siguiendo este mismo procedimiento, se puede medir la digestibilidad en el animal por medio de marcadores que se agrega al alimento y que en el momento de recoger las heces se debe tener en cuenta la presencia del primer marcador y termina cuando aparece el segundo. Entre los marcadores conocidos se tiene el óxido crómico, óxido férrico, sulfato de bario y hollín (Bondi , 1988).

➤ Ventajas y desventajas

La determinación de la digestibilidad “in vivo”, es el método más exacto para su evaluación, pero su gran desventaja es que su procedimiento es costoso por su infraestructura, se utiliza grandes cantidades de alimento y se demora mucho más tiempo que los otros métodos de digestibilidad (Abarca, 2015)

En el método presenta ciertas dificultades respecto a la práctica, como es la recolección total de las heces e impedir que se mezclen con la orina y evitar que se produzcan trastornos digestivos (Abarca, 2015)

2.7.1.3. Digestibilidad in vitro

Esta técnica es utilizada para la alimentación utilizada en los rumiantes, simulándose al nivel de un laboratorio los procesos digestivos que se llevan a cabo en el animal. Se somete una muestra seca de forraje, finamente molida al tamaño de 1 mm, a un proceso inicial de digestión con líquido ruminal y luego a

uno posterior de digestión con ácido clorhídrico y pepsina, especialmente útil y confiable para la valoración de la digestibilidad de forraje (Gómez, 2001).

2.8. ARTÍCULOS RELACIONADOS

Campos 2003. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

Con 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, se evaluaron el coeficiente de digestibilidad de la fibra, proteína, materia seca, energía y consumo de materia seca en estas tres especies bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron para la alfalfa coeficientes de digestibilidad de 85.7% de la proteína respectivamente.

Finalmente la materia seca tuvo una digestibilidad del 77.9% para el trébol rojo y de 75.6% para la alfalfa.

Buri 2012. DIGESTIBILIDAD DEL RAYGRASS (*Lolium perenne*) EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE COBAYOS (*cavia porcellus*) EN LA HOYA DE LOJA

Los objetivos fueron: determinar la digestibilidad del raygrass (*Lolium perenne*), en diferentes estados fenológicos en cobayos en la Hoya de Loja, y; establecer el estado fenológico óptimo del raygrass para la alimentación de cobayos. Se sometieron a experimentación cuatro cobayos machos (Tipo B) de 120 días de edad, a los que se aplicó tratamientos en diferentes momentos: Tratamiento 1: Consistió en la alimentación a base de raygrass en etapa de pre-floración a cuatro unidades experimentales.

Tratamiento 2: Consistió en la alimentación a base de raygrass en etapa de floración a cuatro unidades experimentales.

Tratamiento 3: Consistió en la alimentación a base de raygrass en etapa de post-floración a cuatro unidades experimentales.

Para la obtención de datos se tomó muestras del raygrass en sus tres estados fenológicos; así como diariamente se recolectó las heces de los cuyes de acuerdo a los tratamientos establecidos, los cuales fueron analizados mediante el esquema proximal de Weende. Los resultados son los siguientes: Los coeficientes de digestibilidad fueron superiores en prefloración con los siguientes resultados; materia seca 83,59%, proteína cruda 88,04%, sobre el raygrass en floración que presento los siguientes coeficientes: materia seca 74%, proteína cruda 65,64%; y el raygrass en post-floración con los siguientes resultados: materia seca 66,34%, proteína cruda 44,57%.

Yangua, Ch (2015) ESTUDIO DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DEL PASTO MARALFALFA (PENNISETUM SP.) EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector Tenería, ubicado a 8 km de la ciudad de Loja, con el propósito de determinar la composición química y digestibilidad in vivo del pasto maralfalfa en tres estados fenológicos: prefloración (90 días), floración (270 días) y post-floración (330 días). Se utilizaron cuatro cobayos machos de tres meses de edad con un peso promedio 450 g, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se estudiaron las siguientes variables: análisis bromatológico del pasto, consumo de alimento, coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y el contenido de energía metabolizable. Los resultados indican que el pasto maralfalfa presenta mayor contenido de proteína cruda estado de pre - floración con el 14,77%; mientras que el contenido de materia seca y fibra cruda se incrementan a medida que avanza su estado fenológico, con porcentajes del 25,46 y 35,46 % respectivamente. El consumo

de alimento en base a materia seca fue mayor en el tratamiento uno correspondiente al estado de floración (270 días) con 163,1g/d por animal; Los coeficientes de digestibilidad variaron en función del estado fenológico; así la materia seca y proteína cruda presentaron mayores porcentajes de digestibilidades en el pasto en estado de floración con el 67,9% y 73,8% respectivamente; mientras que la fibra cruda resultó más digestible en el pasto en estado de pre-floración con el 67,0%; los coeficientes de digestibilidad del extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno fueron mayores en el estado de floración con el 76,8% y 65,4% respectivamente; finalmente el contenido de energía metabolizable fue mayor en el pasto en floración con 3,3, Mcal/kg de materia seca. Se concluye que el pasto maralfalfa presenta mejores características nutricionales en estado de floración, es decir a los 270 días.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

De Campo

- ✓ 9 cobayos
- ✓ 9 jaulas metabólicas 0.50 x 0.30
- ✓ Comederos y bebederos
- ✓ Baldes
- ✓ Taralla de maíz
- ✓ Picadora
- ✓ Ensiladora
- ✓ Balanza
- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Urea
- ✓ Miel de agave
- ✓ Registros
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Botas
- ✓ Overol
- ✓ Escoba
- ✓ Pala
- ✓ Desinfectantes (yodo, cal viva)
- ✓ Cámara fotográfica

De Oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Flash memory
- ✓ Calculadora

- ✓ Papel boom: Tamaño INEN A4.
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Etiquetas
- ✓ Esferográficos

3.2. MÉTODOS

Ubicación

El presente proyecto se ejecutó en la Quinta Experimental “Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur occidente de la hoya de Loja. De acuerdo a la Estación Meteorológica “La Argelia” posee las siguientes características climatológicas:

- ✓ Altitud: 2200 msnm
- ✓ Temperatura promedio anual: 16,5°C
- ✓ Precipitación 750 mm
- ✓ Humedad relativa 75 %
- ✓ Formación ecológica: bosque seco Montano Bajo (bs – MB)

Características y Adecuación del Local

La presente investigación se realizó en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja. Se utilizó una instalación de 12 m² el mismo que fue limpiado y desinfectado realizando flameo directo con el propósito de eliminar todos los microorganismos presentes en la superficie de la misma, posteriormente se impermeabilizó el piso y paredes mediante encalado (solución de cal + formaldehído). En la instalación se colocó 9 jaulas metálicas individuales con una dimensiones de 0.50 de largo*0.50 de ancho *0.30 cm de alto con su respectivo comedero y bebedero para cada unidad experimental.

Preparación de los Microsilos

Los microsilos fueron preparados considerando los siguientes pasos:

- ✓ Se receipto y preparó el forraje (taralla de maíz)
- ✓ Luego se procedió al picado del forraje (taralla de maíz) con una dimensión aproximada de 2 a 3 cm.
- ✓ Se realizó el pesaje del material picado para cada tratamiento (100 lbs/cada tratamiento).
- ✓ Se adiciono los aditivos (urea y miel de agave) al material picado considerando los porcentajes para los respectivos tratamientos
- ✓ Se procedió hacer una mezcla homogénea de los materiales (taralla de maíz +aditivos)
- ✓ Se colocó el forraje mezclado en bolsas plásticas para microsilo en capas de 15 a 20 cm para ser compactado, eliminando el aire; se realizó este proceso hasta llenar las bolsas con un peso aproximado de 100 lbs.
- ✓ Se precedió al sellado del microsilo; fue almacenado por 30 días para la posterior cosecha y análisis del mismo.

Preparación de la Ración Base

Se realizó una ración base para el mejor consumo de los tratamientos a los animales el mismo que contiene lo siguiente:

Cuadro 4.Componentes de la ración base

COMPONENTES	PORCENTAJES
Torta de soya	15
Harina de trigo	27
Aceite de palma	4
Pecutrin	1
Sal común	1
Ensilaje	52
TOTAL	100

Fuente: Autor, (2016).

Descripción, Conformación e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 9 cobayos (*Cavia porcellus*) de 7 meses de edad de línea mejorada tipo 1 con un peso promedio de 800 g, mediante sorteo se conformó tres grupos experimentales de tres animales; cada animal represento una unidad experimental, las mismas que fueron identificadas con un letrero, con el tratamiento y repetición respectivo.

Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos en el siguiente orden:

- ✓ **Tratamiento uno:** Ensilaje de taralla de maíz sin aditivos
- ✓ **Tratamiento dos:** Ensilaje de taralla de maíz con 3 % de agave
- ✓ **Tratamiento tres :**Ensilaje de taralla de maíz con 2 % de urea

Manejo de Animales

Una vez conformado los grupos experimentales se procedió a la colocación de cada animal en su respectiva jaula, y se precedió a la administración del microsilo

en una cantidad de 50 g en la mañana (7:30 AM) y 50gr en la tarde (3PM); los cobayos fueron sometidos a un proceso de adaptabilidad por el lapso de una semana.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de cuadrado latino con tres tratamientos (3 raciones) repetidos en tres tiempos diferentes. Para cada tiempo y cada tratamiento se utilizó tres animales. Al final del ensayo los animales recibieron todos los tratamientos en diferente tiempo.

Variables en Estudio

- Composición química del ensilado
- Composición química de las heces
- Coeficiente de digestibilidad de materia seca
- Coeficiente de digestibilidad de proteína cruda

3.2.1. Toma y registro de datos

3.2.1.1. Composición química del ensilado de taralla de maíz con dos aditivos

Para la determinación nutricional del micro silo de maíz se envió muestras al laboratorio: Nutrición Animal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la U.N.L. El método que se utilizó para la determinación de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno fue el esquema proximal de Weende.

3.2.1.2. Consumo de alimento

Se determinó por diferencia entre la cantidad de alimento suministrado diariamente y el alimento sobrante, obteniendo el consumo real, aplicando la siguiente formula:

CA= Alimento suministrado-Alimento sobrante

3.2.1.3. Digestibilidad de in vivo MS

Se realizó la recolección de las heces en las jaulas metabólicas diariamente en la mañana durante cuatro días, que fueron homogenizadas y pesada en fresco. Posteriormente se las traslado al laboratorio de bromatología del AARNR de la Universidad Nacional de Loja donde se procedió a realizar el análisis proximal. Materia seca a través del método de la estufa

Para determinar la digestibilidad de MS se realizó el análisis de MS del alimento (Ensilado) y de las heces, para el cálculo lo que se hizo fue realizar la relación

$$CD = \frac{MSH}{MSE} \times 100$$

Considerando la totalidad del alimento consumido y de las heces

3.2.1.4. Digestibilidad de in vivo PC

Se realizó la recolección de las heces en las jaulas metabólicas diariamente en la mañana durante cuatro días, que fueron homogenizadas y pesada en fresco. Posteriormente se las traslado al laboratorio de bromatología del AARNR de la Universidad Nacional de Loja donde se procedió a realizar el análisis proximal. PROTEINA CRUDA a través del método Kjeldahl

Para determinar la digestibilidad de PC, se realizó el análisis de PC del Alimento (Ensilado) y de las heces, para el cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$CD = \frac{PCH}{PCE} \times 100$$

Considerando la totalidad del alimento consumido y de las heces

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo mixto, en el que los efectos principales fijos fueron las dietas, el tiempo y su interacción y el efecto aleatorio es el animal anidado a la ración. Para la comparación de medias se utilizó un t-test protegido. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS (SAS University Edition).

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO

Para determinar el valor nutritivo del ensilado de maíz en los diferentes tratamientos, se realizó el análisis bromatológico de las muestras, los resultados se determinaron en base a tal como ofrecida (T.C.O) y en Base Seca (BS); los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 5. Composición química de microsilos de taralla de maíz con diferentes aditivos en porcentaje.

CLASE DE MUESTRA	Base de calculo	M.S. (%)	Cz. (%)	E.E. (%)	P.C. (%)	F.C. (%)	E.L.N. (%)
ENSILADO DE MAÍZ (SIN ADITIVOS)	BS	100,00	10,55	0,53	9,58	41,26	38,07
	TCO	25,45	2,69	0,13	2,44	10,50	9,69
ENSILADO DE MAÍZ (3% AGAVE)	BS	100	8,11	0,46	10,37	34,37	46,70
	TCO	24,78	2,01	0,11	2,57	8,52	11,57
ENSILADO DE MAÍZ (2% UREA)	BS	100	8,25	0,47	22,66	38,55	30,07
	TCO	25,98	2,14	0,12	5,89	10,01	7,81

M.S: Materia seca, **Cz:** Cenizas, **E.E:** Extracto estéreo, **P.C:** Proteína cruda, **F.C:** Fibra cruda, **E.L.N:** Extracto libre de nitrógeno.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal AARNR –UNL (Enero 2016).

En el cuadro 5 se observan los resultados del análisis bromatológico del ensilado de acuerdo al porcentaje de aditivo proporcionado.

4.2. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MATERIA SECA (MS) Y PROTEÍNA CRUDA (PC)

Para determinar digestibilidad in vivo de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) se realizó a partir de los resultados obtenidos de la cantidad de nutrientes ingeridos y la cantidad de nutrientes presentes en las heces de los cobayos cuyos resultados se muestran en el cuadro 5 y figuras 1 y 2

Cuadro 6. Digestibilidad in vivo de Materia Seca (MS) y Proteína Cruda (PC) de ensilaje de taralla de maíz (%)

	Tratamiento			EEM	P-valor
	T1	T2	T3		
	(0%aditivo)	(Agave3%)	(Urea 2%)		
Ración base (%)	48	48	48		
Ensilaje (%)	52	52	52		
Consumo medio diario(g)	42,72	49,6	48,17		
Digestibilidad M.S (%)	76,14	77,58	78,65	5,483	0,919
Digestibilidad P.C (%)	78,47	78,07	83,38	4,046	0,618

Error estándar de la media, n=3

Fuente: Autor (2016)

No se detectaron diferencias entre tratamientos para la digestibilidad de la materia seca y la proteína ($P \geq 0,62$). La media de los tres tratamientos es de 77,46% para la materia seca y 79,97% para la proteína cruda.



Figura 1.Digestibilidad in vivo de materia seca (%)

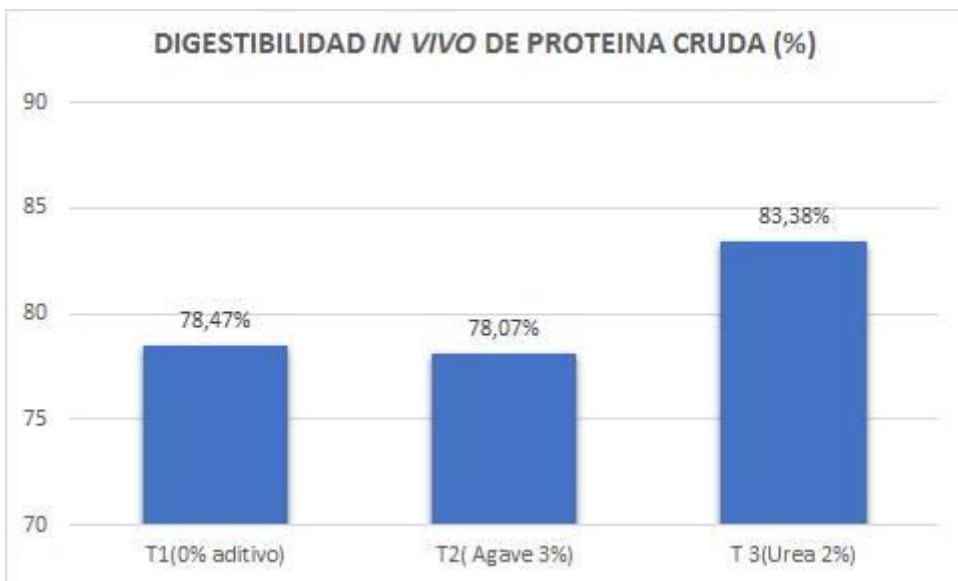


Figura 2.Digestibilidad in vivo de proteína cruda (%)

4.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS HECES

Para determinar esta variable se llevó a cabo los análisis de las heces de los animales de cada tratamiento, determinando el porcentaje de nutrientes de las mismas a través de los métodos de secado y kjeldahl cuyo resultado se puede apreciar en el cuadro 3 y representado en la figuras 3 y 4.

Cuadro 7.Composición química de las heces.

	Tratamiento			EEM	P-valor
	T1	T2	T3		
	(0% aditivos)	(Agave3%)	(Urea 2%)		
Ración base (%)	48	48	48		
Ensilaje (%)	52	52	52		
Consumo medio diario	42,72	49,6	48,17		
Heces M.S	21,49	16,49	17,42	3,63	0,582
Heces P.C	18,73	18,08	17,69	2,4	0,818

Fuente: Autor, (2016).

El cuadro 7 y figuras 3 y 4 señalan que las heces de los cobayos alimentados con ensilado de maíz en el T1 (0 % aditivos) tiene el contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) más elevado con un 21,49 % y 18,73% respectivamente; seguido por el T3 (urea 2 %) con 17,42% MS y PC 18,08 ; y, finalmente el T2 (Agave 3 %) con un 16,49% MS y 17,69% de PC .

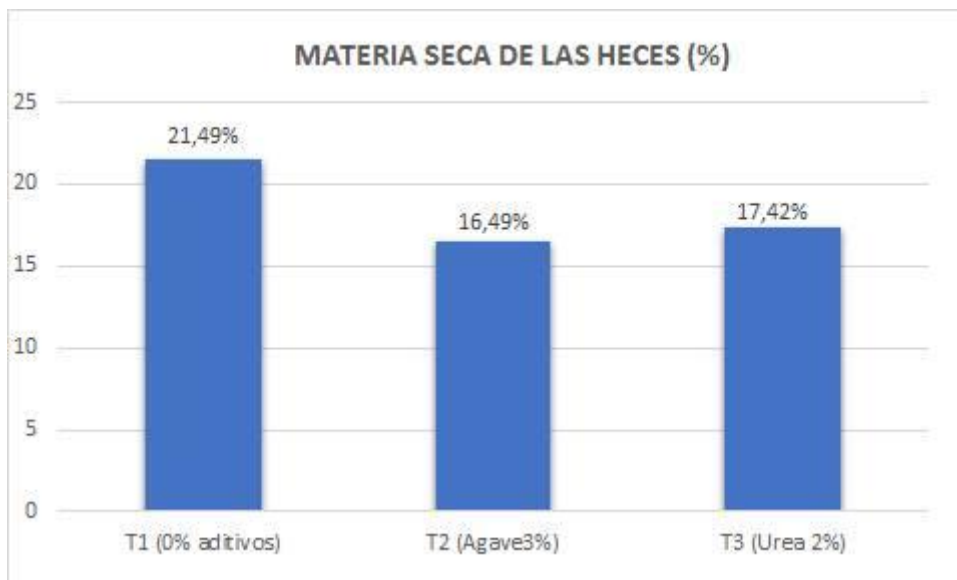


Figura 3.Composición de heces en Materia Seca

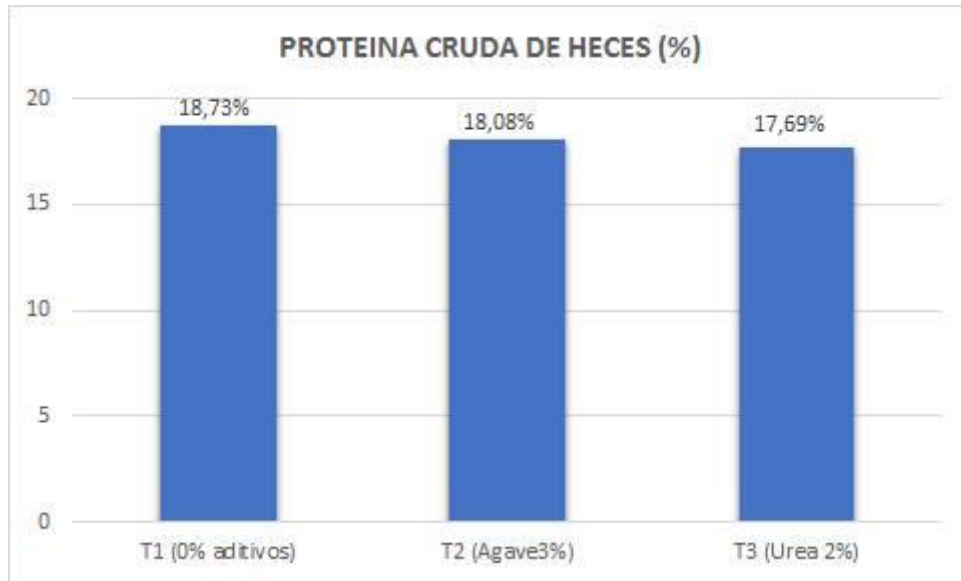


Figura 4. Composición de heces en Proteína

5. DISCUSIÓN

5.1. ANALISIS BROMATOLOGICO DEL ENSILAJE

Los rangos obtenidos de materia seca (MS) fueron de 25,45% sin aditivos a 25,98% con aditivos; este último resultado corresponde al ensilado de maíz con la adición del 2% de urea, siendo superior al obtenido por Araiza, (2013) con el 22,4 % con la adición del 3% de melaza y a los resultados obtenidos por Cevallos, (2015) en ensilajes de taralla de maíz con la adición del 10, 20 y 30% de alfalfa como fuente de nitrógeno en la que obtuvo el 23,79%, 22,96% y 22,38% de MS respectivamente; así mismo a los de Chávez, (2007) con el 21,31% de MS en ensilaje sin aditivos e inferior porcentaje del estudio del mismo autor en el cual utilizó 10% de gallinaza donde alcanzó el 26,07% MS y al de Almache, (2012) que obtuvo en ensilaje con la adición del 10% de agave el 31,75% MS pero superior al dato obtenido en la presente investigación 24,78% MS con la incorporación del mismo aditivo al 3%.

El porcentaje de materia seca obtenida en la presente investigación se encuentra dentro de los parámetros que señalan las tablas la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), (2004) para el valor nutritivo de ensilaje de maíz considerando el estado fenológico del material utilizado, el mismo que determina su composición como tal y por ende el valor nutritivo; Argamentería et al., (1997) expresa que la materia seca es de gran importancia de por sí; y, porque los demás componentes están expresados sobre materia seca (excepto digestibilidad) consolidándose como significativa. Van Soest, (1994) señala que la concentración de agua en el forraje para ensilar, también determina la proporción entre materia seca y materia húmeda, lo cual está relacionado directamente con la proporción de paredes celulares del forraje, pudiéndose incrementar la concentración de lignina con respecto a celulosa y hemicelulosa; al respecto Jiménez, (2001) citado por Huràca, (2007) menciona que la composición química de las plantas que se va a utilizar, determina la

calidad del ensilaje; por lo que es conveniente utilizar plantas en prefloración para obtener mejores resultados.

El nivel de proteína cruda (PC) del presente trabajo fue mayor con la adición del 2% de urea que alcanzó el 22,56% resultado superior al obtenido por Chávez, (2007) en ensilaje sin aditivos que obtuvo el 8,07% PC y con la adición del 10% de gallinaza el 8,13% PC; mientras que Cevallos, (2015) en ensilados de taralla de maíz con la adición del 10, 20 y 30% de alfalfa obtuvo niveles de PC de 9,46, 10,10 y 11,66% según corresponde; y Almache, (2012) en el estudio de ensilaje con la adición del 10% de agave obtuvo resultados de 5,42% PC, resultado inferior al de la presente investigación en la cual se utilizó la adición del 3% en el ensilaje y al de Loor, (2013) en el cual adicionó melaza al ensilaje y obtuvo el 10,30 PC; al igual que Araiza, (2013) con la adición del 3% de melaza la PC del ensilaje fue de 6,7%.

Se estima que la diferencia que existen entre el dato obtenido en el tratamiento (2% de urea) del presente trabajo en relación con otras investigaciones; es a que este indicador puede estar relacionada a la adición de urea en el ensilado, lo que permitió que mejore los porcentajes de PC, Buchanan et. al, (1986) menciona que entre un 40 y 60 % de la proteína del ensilaje es transformada por acción de las enzimas de las plantas en péptidas y aminoácidos libres, algunos microorganismos proteolíticos continúan la transformación de estos compuestos convirtiéndolos en aminas y nitrógeno amoniacal que según Mc. Donald et. al, (1991) señala que es producido durante la fermentación de los ensilajes con la finalidad de asegurar un predominio de las bacterias lácticas.

El valor nutricional y calidad del ensilaje es influenciada por diversos factores como el tipo de cultivo, condiciones climáticas durante la cosecha, estado de madurez del forraje, tipo de silo, velocidad de empacado y sellado; Kung, (2010) así como la capacidad buffer del forraje, la concentración de carbohidratos

solubles, tipo y número de microorganismos dominantes durante el proceso de fermentación.

La proteína cruda es una mezcla entre la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico. Menos del 30% del total de la proteína del ensilaje de maíz está disponible para ser absorbida como proteína verdadera y una gran cantidad es degradada durante la fermentación en el silo (Ramírez et. al, 1999).

Es importante considerar que la urea es un compuesto de NNP comercial que contiene aproximadamente 46 % de nitrógeno; y que, cuando se incorpora a la dieta de forma directa o indirecta hay que tener presente que solo aportará nitrógeno. Por consiguiente, al realizar análisis de laboratorio y obtener resultados de proteína cruda del alimento se ha medido el contenido total de nitrógeno del producto y se ha estimado la cantidad de proteína dentro del mismo; siendo necesario obtener resultados de proteína verdadera con el propósito de tener un dato real del contenido de proteína del producto que se suministrara a los animales.

5.2. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE MATERIA SECA

Digestibilidad de materia seca no presentó diferencia estadísticas entre los tratamientos, los valores tuvieron un rango entre 76,14% hasta 78,65 %, de digestibilidad. Este último valor corresponde al ensilaje con la adición del 2% de urea, cuyo resultado es superior al de Buri, (2013) en el estudio de digestibilidad in vivo de raygrass (*Lolium perenne*) que alcanzó el 66,34% y al de Ordoñez, (2012) con el 50,93% en digestibilidad in vivo de maní forrajero en floración y al Narváez y Delgado, (2012) en la valoración de la técnica in vivo aparente de pasto Brazileiro (*Phalaris arundinacea*) con el 52,16% y Raigrass (*Lolium multiflorum*) 67,70%, y al de Apráez, et. al., (2001) en el estudio de digestibilidad de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sin proceso de fertilización que obtuvo el 66,85% y con fertilización orgánica 67,47%. Los porcentajes obtenidos de digestibilidad en la presente investigación se encuentran de los rangos que

debe tener un forraje conservado (ensilaje) y que en su mayoría se trata de gramíneas en diferentes estados fenológicos estimando que debe estar superior al 60% para un mejor aprovechamiento por parte del animal.

La digestibilidad aparente de materia seca representa una buena estimación del grado en que un ingrediente es digerido y absorbido por el tracto digestivo Shimada, (2005). La madurez del forraje determina la calidad, es indudable que con la madurez disminuye la digestibilidad de materia seca de la fracción vegetativa y de la propia pared celular del mismo.

El cuy es considerado como un fermentador postgástrico por los procesos fisiológicos digestivos que se dan a nivel de ciego, Gómez y Vergara, (1993) citado por Chávez, (2013) señala que la flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de nutrientes del alimento debido a la retención del mismo, fase que está dada por un movimiento retrógrado del contenido desde la porción proximal del colon hasta el ciego, considerándole como el sitio de mayor fermentación y degradación de componentes fibrosos de la dieta y que según Gidenne, 1997; 2000 citado por Chávez, (2013) es debido a la actividad enzimática principalmente pectinolítica, hemicelulolítica, celulolítica y de la xilanolítica, proteolítica y aminolítica que se encuentran en menor cantidad; cuyo producto es la formación de ácidos grasos volátiles (AGV) que contribuye a satisfacer las necesidades energéticas del animal.

5.3. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE PROTEINA CRUDA

La digestibilidad e proteína no alcanzo diferencia estadística los rangos alcanzados estuvieron desde el 78,07 a 83,38 este último resultado corresponde a la digestibilidad del ensilaje con la adición del 3% de urea resultado, el mismo que es superior al obtenidos por Ordoñez, (2012) que obtuvo 68,82 % en digestibilidad in vivo de maní forrajero en floración y al de Buri, (2013) en la evaluación de digestibilidad in vivo de raygrass (*Lolium perenne*) en periodo de floración que alcanzo el 65,64% DPC, y al de Apráez, et. al., (2001) en el estudio

de digestibilidad de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sin proceso de fertilización que obtuvo el 75,28% y con fertilización orgánica 75,58%. El resultados obtenido en la presente investigación es inferior al de Canaza, (2006) en el estudio de digestibilidad aparente de la proteína cruda de cebada con el 92% y de triticale (hibrido de trigo + centeno) con el 88,01%. Porcentajes altos de digestibilidad de proteína indican el aprovechamiento de los nutrientes de alimento suministrado al animal.

Mollo, 1994 citado por Campos, 2003 señala que el cuy digiere la proteína de los alimentos fibrosos de manera menos eficiente; en tanto, los alimentos energéticos y proteicos son utilizados en forma más eficiente en comparación con los rumiantes, debido a la característica digestiva de tener primero una digestión enzimática en el estómago e intestino delgado y luego una digestión microbiana a nivel del ciego y colon.

La ingestión de cecotrofos Chauca, (1997) citado por campos, (2003) menciona que la ingestión de los cecotrofos permite aprovechar la proteína contenida en las células de las bacterias presentes en el ciego, así mismos permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzo a ser digerido en el intestino delgado. Este producto permite estimar por diferencia la fracción de alimento que deja de ser aprovechado cuando se impide realizar la cecotrofia.

5.4. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECES DE MATERIA SECA Y PROTEINA CRUDA

Los porcentajes promedios alcanzados de los tratamientos fueron 18,46% de materia seca, y proteína cruda 18,16%; resultados que son inferior y superior al de Burí, (2012) que obtuvo 39,12% (MS) y 13.52 % (PC) en heces de cobayos alimentados con Rey gras post floración respectivamente. Saravia et. al, (1992) citado por Campos, (2003) encontró un valor de 19,8% de proteína cruda en excretas de cuyes adultos alimentados con alfalfa más un alimento balanceado, resultado que es superior al promedio de los tratamientos del presente trabajo;

lo que se alude que la composición química de las heces estará delimitada al tipo de alimento que el animal consuma, estado fisiológico del forraje y a la fisiología particular de esta especie.

6. CONCLUSIONES

Considerando los resultados de las variables en estudio se concluye:

- La composición química de los ensilajes elaborados con diferentes aditivos alcanzaron valores dentro del rango establecido, siendo la adición con urea, la que presento mejor perfil nutritivo (22,66%) de proteína cruda, debido al aporte de nitrógeno no proteico, determinando que el aporte de aditivos mejora el valor nutricional del ensilaje.
- La digestibilidad in vivo de microsilos de taralla de maíz con diferentes aditivos alcanzó promedios de 77,46% para proteína cruda y de 79,97% para materia seca.
- El promedio del análisis químico de las heces tanto en materia seca como proteína cruda de los grupos experimentales fue 18,46% para materia seca; y, para proteína cruda de 18,16%.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones obtenidas en el presente trabajo se plantean las siguientes recomendaciones:

- Registrar el estado fenológico y variedad del forraje a ensilar; ya que son factores influyentes en el valor nutricional del producto
- Para realizar el análisis químico, la toma de muestras debe ser representativa y homogénea, con el propósito de disminuir la variabilidad de los datos finales.
- Recolectar las muestras en los tiempos determinados con el propósito de medir la digestibilidad real del alimento, ya que dicha alteración en el mismo conlleva a la variabilidad de resultados.
- Realizar posteriores investigaciones utilizando diferentes porcentajes de aditivos con el propósito recomendar porcentajes de inclusión en los ensilajes para dietas en cuyes.
- Suministrar ensilaje de taralla de maíz enriquecida con urea como suplemento alimenticio complementaria la ración diaria en cuyes para evitar problemas con el nitrógeno no proteico.
- Realizar el cálculo de proteína verdadera, como parte del análisis químico; considerando que la proteína cruda solo mide el contenido total del nitrógeno de producto y estima la cantidad de proteína del mismo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, P. (2015). *Comparación de tres tipos de ensayos de digestibilidad “in vitro” de alfalfa (medicago sativa) con la digestibilidad “in vivo” en cuyes (cavia porcellus)*.
- Acosta, R. (2009). *El cultivo de maíz su origen y clasificación*. Cuba: Cultivos Tropicales.
- Almachi , L. (2012). *Evaluación de tres tipos de microsilos a base de cebada, alfalfa, maíz con dulce de agave en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/642/1/T-UTC-0511.pdf>
- Anasac . (2016). *www.anasac.com*. Obtenido de <http://www.anasac.com/sulfato-de-amonio>: <http://www.anasac.cl/agropecuario/productos/sulfato-de-amonio/>
- Apráez, J., Escobar, E., & López, A. (2001). Efecto de la labranza y fertilización orgánica y/o mineral de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la productividad de cuyes (*Cavia porcellus*) . *Revista de Ciencias Agrícolas*. 18 (2), 39-49.
- Araiza RE, D. L. (2013). *Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza*. *Avances en Investigación Agrop.*
- ARGAMENTERÍA, A., DE LA ROZA, B., MARTÍNEZ, A., & SÁNCHEZ, L. y. (1997). *El ensilado en Asturias*. . Oviedo (España): Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias.
- Bernal , C. S. (2010). *www2.inia.cl*. Obtenido de La urea características, ventajas y desventajas :
<http://www2.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/informativos/Informativo-35.pdf>
- Bondi , A. (1988). *Nutricion Animal*. España : Acribia.
- Brack, A. (2008). *www.inkanatural.com*. Obtenido de Propiedades y usos tradicionales del agave:
<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>
- Buchanan, A. (1986).
<http://www2.inia.cl/medios/tamelaike/Descargas/valor.nutri.ensilaje.pdf>.

- Buri, R. T. (2013). Obtenido de [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5376/1/DIGESTIBILIDAD%20DEL%20RAYGRASS%20\(Lolium%20perenne\)%20EN%20DIFERENTES%20ESTADOS%20FENOL%C3%93GICOS%20PARA%20LA%20ALIMENTACI%C3%93N%20DE%20COBAYOS%20\(cavia%20porcellus\)%20EN%20LA%20HOYA%20DE%20LOJA](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5376/1/DIGESTIBILIDAD%20DEL%20RAYGRASS%20(Lolium%20perenne)%20EN%20DIFERENTES%20ESTADOS%20FENOL%C3%93GICOS%20PARA%20LA%20ALIMENTACI%C3%93N%20DE%20COBAYOS%20(cavia%20porcellus)%20EN%20LA%20HOYA%20DE%20LOJA)
- Campos, A. (2003). Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes. *Universidad Nacional de Loja*.
- Carrero, J. (2012). *buenaproduccionanimal.wordpress.com*. Obtenido de Importacia de las leguminosas forrajeras. : <https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/category/leguminosas-forrajeras/>
- CASTRO, H. (2002). <http://www.benson.byu.edu/Publication/Thesis/SP/cuyecuador.pdf>. *Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural.[en línea]*. Recuperado el 26 de 01 de 2011
- Cevallos, J. (2015). Evaluación de ensilajes de maíz con diferentes niveles de alfalfa en la alimentación de ovinos de la quinta experimental punzara de la universidad nacional de Loja. . *Universidad Nacional de Loja*.
- Comel. (2010). *www.ciademelazas.com*. (M. S.A, Editor) Obtenido de La melaza en los piensos: <http://www.ciademelazas.com/usumelazaanimal2.asp>
- Chauca, L., & Zaldivar , M. (1994). *Cianza de cuyes*. Lima: INIA.
- CHAVES, A. (2007). http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1079.pdf.
- Dwayne , R., & Buxton. (2003). *Silage science and tecnologia*. American society of Agronomy.
- Elferink, O., & Driehuis, F. (2000). *Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación*. Lelystand, Holanda: Fao.
- FAO. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. Recuperado el 2016, de <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>
- FAO. (2014). (D. d. Agricultura, Ed.) Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s45.htm>

- Ferrán , J. (2013). *www.agrarfertilizantes.es*. (AGRAR, Editor) Obtenido de Fertilizantes líquidos simples:
http://www.agrarfertilizantes.es/attachments/article/69/AMONIACO_ANHIDRO_82.pdf
- Flores, M. J. (1989). *Manual de alimentación animal*. Mexico D.F.: Ciencia y Técnica, S.A.
- Food-info. (1999). *fodd-info.net*. Obtenido de Heardly of the world:
<http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp159.htm>
- Gélvez , L. D. (2014). *mundo-pecuario.com*. Obtenido de Las gramíneas forrajeras: <http://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/>
- Gomez , P. (2011). *Producción Pecuaria* . UNAD.
- Gómez. (2001). *Digestibilidad de los alimentos* . COLOMBIA : UNAD. Obtenido de
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102702/102702/leccin_19__digestibilidad_de_los_alimentos.html
- Gómez, S. (2004). *Tipos de silo*.
- Guerra , C. (2009). *Manual Técnico de crianza de cuyes*. Cedepas.
- JIMENEZ, J. (2001). *Apuntes de Pastos y Forrajes*. Cátedra de estudio ESPOCH. Riobamba – Ecuador.
- Kung, L. J. (1996). *Use of additives in silage fermentation*. . Minnetonka, MN: Miller Publishing.
- McDonald, P. H. (1991). *The Biochemistry of Silage* (2 ed.). Marlow, UK.
- Morales , A. (2012). *ELABORACIÓN DE MIEL DEL CABUYA Y ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA EN EL DISTRITO DEHUANCA HUANCA, PROVINCIA DE ANGARAES, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA*. Lima, Peru: Universidad Nacional de Callao.
- Narváez Juan P., D. J. (2012). *Valoración de la técnica in vivo aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (cavia porcellus)*.
- Nelson , D., & Cox, M. (2000). *Lehninger Principles of Biochemistry*. (Vol. 3). USA: Worth Publishers.
- Ordoñez, A. (2012). *Determinación de la digestibilidad aparente del maní forrajero (arachis pinto), en cobayos en el cantón yantzaza, provincia de zamora chinchipe*.

- PEÑAGARICANO, J. A. (1969). *Ensilaje, Manejo y Utilización de las Reservas Forrajera*. Hemisferio Sur: Montevideo - Uruguay.
- Ramirez, A. (s.f.). www.produccion_animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/29-la_importancia_de_la_calidad_del_forraje_y_el_silaje.pdf.
- Rico , N. (2003). *Manual sobre manejo de cuyes* . Perú . Obtenido de <http://www.machupicchucuy.com/descargas/manejodecuyes.pdf>
- Rucacuy. (2009). *Importancia de la vitamina C*. Obtenido de rucacuy.blogspot.com: http://rucacuy.blogspot.com/2009/03/importancia-de-la-vitamina-c_10.html
- Sánchez , C. (2010). *Utilización de la caña de azucar fresca y picada mas alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes* . Ecuador : ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1181/1/17T0984.pdf>
- Senteno , A. (2013). *es.slideshare.net*. Obtenido de Alimentación de cuy : <http://es.slideshare.net/arenitasenteno/alimentacin-del-cuy-29557839>
- SHIMADA, M. (2005). *Nutrición animal*. México, México: Editorial Trillas.
- Terra. (2004). *bioterra.mx*. (BIOTERRA, Editor) Obtenido de sulfato de Amonio: <http://bioterra.mx/productos/ns.html>
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2 ed.). (C. U. Press, Ed.) USA.
- Yangua, C. (2015). *Estudio de la digestibilidad in vivo del pasto maralfalfa (pennisetum sp.) en diferentes estados fenológicos*.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Composición química del ensilajes con diferentes aditivos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
 AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL

Para: Ego. Vinicio Pucha
 Informe Análisis Bromatológico

Nro. Lab.	Nro. Mues.	Clase de muestra	Base de Cálculo	M.S.	Cz.	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
5208	1	Ensilado de maíz T1	BS	100,00%	10,55%	0,53%	9,58%	41,26%	38,07%
			TCO	25,45%	2,69%	0,13%	2,44%	10,50%	9,69%
5209	1	Ensilado de maíz T2 3% ágabe	BS	100,00%	8,11%	0,46%	10,37%	34,37%	46,70%
			TCO	24,78%	2,01%	0,11%	2,57%	8,52%	11,57%
5210	1	Ensilado de maíz T3 2% urea	BS	100,00%	8,25%	0,47%	22,66%	38,55%	30,07%
			TCO	25,98%	2,14%	0,12%	5,89%	10,01%	7,81%

Nota: BS = Base Seca, M.S. = Materia Seca, Cz = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda, E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno


 Ing. Omar Ojeda, Mg. Sc.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO




 Ing. Vicente E. Apolo A., Mg. Sc.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 2: Datos tabulados

Obs	TTO	FASE	ANIMAL	CONSUMO	MS_ALIMENTO	CONSUMO_MS	PC_alimento	EXCRECION_MS	PC_HECES	CDMS	CDPC
1	T1	1	R1	168	56%	94.67808	18.8	37.93	12.87	59.9	72.6
2	T1	1	R2	137	56%	77.20772	18.8	24.27	14.25	68.6	76.2
3	T1	1	R3	183	56%	103.13148	18.8	28.04	17.03	72.8	75.4
4	T2	1	R1	142	56%	79.530792	19.1	15.57	15.5	80.4	84.1
5	T2	1	R2	71	56%	39.765396	19.1	23.15	16.82	41.8	48.7
6	T2	1	R3	271	56%	151.780596	19.1	2.49	16.73	98.4	98.6
7	T3	1	R1	76	57%	43.040016	21.9	11.43	13.77	73.4	83.3
8	T3	1	R2	217	57%	122.890572	21.9	32.7	13.97	73.4	83.0
9	T3	1	R3	86	57%	48.703176	21.9	13.62	19.11	72.0	75.6
10	T1	2	R1	129	56%	72.69924	18.8	29.19	15.44	59.8	67.1
11	T1	2	R2	163	56%	91.86028	18.8	25.93	16.65	71.8	75.1
12	T1	2	R3	229	56%	129.05524	18.8	14.39	17.58	88.8	89.6
13	T2	2	R1	196	56%	109.774896	19.1	21.14	12.75	80.7	87.1
14	T2	2	R2	249	56%	139.458924	19.1	16.09	12.75	88.5	92.3
15	T2	2	R3	184	56%	103.053984	19.1	10.93	20.94	89.4	88.4
16	T3	2	R1	199	57%	112.696884	21.9	19.92	18.01	82.3	85.5
17	T3	2	R2	81	57%	45.871596	21.9	14.92	15.54	67.5	76.9
18	T3	2	R3	175	57%	99.1053	21.9	15.95	19.32	83.9	85.8
19	T1	3	R1	145	56%	81.7162	18.8	13.7	28.2	83.2	74.9
20	T1	3	R2	135	56%	76.0806	18.8	9.44	24.79	87.6	83.7
21	T1	3	R3	257	56%	144.83492	18.8	10.55	21.77	92.7	91.6
22	T2	3	R1	108	56%	60.488208	19.1	23.91	22.57	60.5	53.3
23	T2	3	R2	161	56%	90.172236	19.1	10.46	21.06	88.4	87.2
24	T2	3	R3	148	56%	82.891248	19.1	24.69	23.68	70.2	63.0
25	T3	3	R1	123	57%	69.656868	21.9	13.98	18.54	79.9	83.0
26	T3	3	R2	244	57%	138.181104	21.9	22.8	20.14	83.5	84.8
27	T3	3	R3	251	57%	142.145316	21.9	11.48	20.87	91.9	92.3

ANEXO 3: Digestibilidad de materia seca (MS) de ensilaje

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	CDMS
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
FASE	3	1 2 3
ANIMAL	3	R1 R2 R3

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	4
Columnas en X	4
Columnas en Z	15

Número de observaciones	
Número de observaciones leídas	27
Número de observaciones usadas	27
Número de observaciones no usadas	0

Historia de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	198.38214458	
1	1	197.22214977	0.00000000

ANEXO 4: Digestibilidad de proteína cruda (PC) de ensilaje

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	CDMS
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
FASE	3	1 2 3
ANIMAL	3	R1 R2 R3

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	4
Columnas en X	4
Columnas en Z	15
Asuntos	1
Obs máx por Tema	27

Número de observaciones	
Número de observaciones leídas	27
Número de observaciones usadas	27
Número de observaciones no usadas	0

Historia de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	198.38214458	
1	1	197.22214977	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Procedimiento Mixed

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimador
FASE	12.8172
ANIMAL	21.5332
TTO*FASE	9.0229
Residual	140.49

Estadísticos de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	197.2
AIC (Smaller is Better)	205.2
AICC (Smaller is Better)	207.3
BIC (Smaller is Better)	201.6

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
TTO	2	4	0.09	0.9199

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	76.1475	5.4834	4	13.89	0.0002
TTO	T2	77.5834	5.4834	4	14.15	0.0001
TTO	T3	78.6586	5.4834	4	14.34	0.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	T2	-1.4358	6.1020	4	-0.24	0.8255
TTO	T1	T3	-2.5111	6.1020	4	-0.41	0.7018
TTO	T2	T3	-1.0753	6.1020	4	-0.18	0.8687

ANEXO 5: Materia seca de las heces

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	EXCRECION_MS
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
FASE	3	1 2 3
ANIMAL	3	R1 R2 R3

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	4
Columnas en X	4
Columnas en Z	15
Asuntos	1
Obs máx por Tema	27

Número de observaciones	
Número de observaciones leídas	27
Número de observaciones usadas	27
Número de observaciones no usadas	0

Historia de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	175.53807172	
1	3	174.08215081	0.00017401
2	1	174.07003096	0.00000242
3	1	174.06987205	0.00000000

Procedimiento Mixed

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimador
FASE	0
ANIMAL	5.4154
TTO*FASE	17.7247
Residual	49.4339

Estadísticos de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	174.1
AIC (Smaller is Better)	180.1
AICC (Smaller is Better)	181.3
BIC (Smaller is Better)	177.4

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
TTO	2	4	0.62	0.5825

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	21.4933	3.6340	4	5.91	0.0041
TTO	T2	16.4922	3.6340	4	4.54	0.0105
TTO	T3	17.4222	3.6340	4	4.79	0.0087

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	T2	5.0011	4.7751	4	1.05	0.3541
TTO	T1	T3	4.0711	4.7751	4	0.85	0.4419
TTO	T2	T3	-0.9300	4.7751	4	-0.19	0.8551

ANEXO 6: Proteína cruda de las heces

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	PC_HECES
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
FASE	3	1 2 3
ANIMAL	3	R1 R2 R3

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	4
Columnas en X	4
Columnas en Z	15
Asuntos	1
Obs máx por Tema	27

Número de observaciones	
Número de observaciones leídas	27
Número de observaciones usadas	27
Número de observaciones no usadas	0

Historia de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	142.24193939	
1	1	125.03022619	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Procedimiento Mixed

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimador
FASE	12.4280
ANIMAL	1.1403
TTO*FASE	2.0605
Residual	4.9585

Estadísticos de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	125.0
AIC (Smaller is Better)	133.0
AICC (Smaller is Better)	135.1
BIC (Smaller is Better)	129.4

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
TTO	2	4	0.22	0.8114

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	18.7311	2.4001	4	7.80	0.0015
TTO	T2	18.0889	2.4001	4	7.54	0.0017
TTO	T3	17.6967	2.4001	4	7.37	0.0018

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
TTO	T1	T2	0.6422	1.5734	4	0.41	0.7040
TTO	T1	T3	1.0344	1.5734	4	0.66	0.5468
TTO	T2	T3	0.3922	1.5734	4	0.25	0.8154

ANEXO: 7 Elaboración del ensilaje



ANEXO: 8 Pesaje y suministro de alimento



ANEXO: 9. Colección de heces

