



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**" DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y EL VALOR DE
LA ENERGÍA DIGESTIBLE A PARTIR DE LAS PRUEBAS DE
DIGESTIBILIDAD EN ALIMENTOS PARA CUYES"**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA

JANETH PATRICIA AGUIRRE MOLINA

Riobamba-Ecuador

2008

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Roberto Gonzalo López Rocha (+)

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Hernán Patricio Guevara Costales

DIRECTOR

Ing. M.C. Marcelo Eduardo Moscoso Gómez

BIOMETRISTA

Ing. M.C. Julio Enrique Usca Méndez

ASESOR

Riobamba, Octubre 2008

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y luchar por alcanzar mis objetivos, al proyecto FUNDACYT PIC 03, al Ing. Patricio Guevara, a todo el equipo del Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología y a todos mis amigos y amigas que me ayudaron en la realización de la tesis.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi abnegada madre Olguita Molina que siempre estuvo apoyándome y confiando en mí, como unas mas de mis amigas incondicionales para llegar a la cúspide de mis metas e ideales.

A mi Hermano Lenyn Aguirre, que con su apoyo incondicional y constante fue uno de los pilares más importantes en mi vida, y a todos mis amigos quienes confiaron en mí.

**" DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y EL VALOR DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE
A PARTIR DE LAS PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD EN ALIMENTOS PARA CUYES"**

Aguirre, J¹; Guevara, P², Moscoso, E², Usca, J²

ESPOCH-FAC.CC.PECUARIAS

Panamericana Sur Km 1^{1/2}

Teléfono 032965-038, Riobamba – Ecuador

RESUMEN

En las instalaciones del proyecto FUNDACYT PIC 031 en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología, IZ-ESPOCH, se realizó la valoración energética de diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, a través de las pruebas de digestibilidad in vivo. Los tratamientos evaluados fueron: la alfalfa (A), malva (M), chilca (CH), retama (R) y finalmente la setaria (S), se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), con 6 repeticiones por tratamiento. De los resultados obtenidos la composición química de los alimentos evaluados en Tal Como Ofrecido (TCO) para: Materia Seca (MS) 23.52 ± 2.88 , Materia Orgánica (MO) 20.61 ± 2.68 , Proteína Cruda (PC) 3.78 ± 1.37 , Extracto Etéreo (EE) 0.87 ± 0.68 , Fibra Cruda (FC) 7.60 ± 2.41 y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) 8.36 ± 1.01 . Los mejores coeficientes de digestibilidad para MS 76.53 %, MO 77.42, 77.18 % fue en la alfalfa y en la malva respectivamente, mientras que para la FC el mejor porcentaje estuvo en la malva con 72.26 % y en PC con 87.28 %, para el EE en la setaria de 53.51 % y en ELN la chilca con 98.44 %. Se estableció la Energía Digestible (ED) en Kcal/Kg en BS (Base Seca) difiriendo estadísticamente entre tratamientos así se obtuvo valores para la alfalfa con 3172.75, malva 3005.13, chilca 2834.55, retama 2434.06 y finalmente la setaria con 2274.00. En cuanto al contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) en BS de 71.51 %, 68.80 %, 63.89 %, 57.84 % y 53.03 % para la A, M, CH, S y R. De la misma manera estos parámetros de los valores de energía se reportan TCO en Kcal/Kg, en donde se encontró para la alfalfa de 739.15, malva 597.34, chilca 660.35, retama 615.84, así mismo para los NDT en TCO de 16.65 %, 14.83 %, 13.67 %, 13.42 % y 13.06 % para la A, CH, M, R, S. Por lo tanto se recomienda utilizar todos estos alimentos, poniendo énfasis en el contenido de ED y NDT de cada uno de ellos en la alimentación de esta especie.

ABSTRACT

In the installations of the FUNDACYT PIC 031 project in the Animal Nutrition and Bromatology Lab, EIZ –ESPOCH the energetic valuation of different feeds for cavies was carried out through digestibility testing in vivo. The evaluated treatments were: alfalfa (A), mallow (M), chilca (CH), Spanish Broom (R) and setaria (S); they were distributed under a completely at random design (DCA, with 6 replications per treatment. The results show the chemical composition of the evaluated feeds in The Way it is Offered (TCO) for: Dry Matter (MS) 23.52+-2.88, Organic Matter (MO) 20.61+-2.68, Raw Protein (PC) 3.78+-1.37, Aethereal extract (EE) 0.87+-0.68, Raw Fiber (FC) 7.60+-2.41 and Nitrogen –free Extract (ELN) 8.36+-1.01. The best digestibility coefficients for MS 76.53% Mo 77.42, 77.18% were in the alfalfa and mallow respectively while for the FC it was mallow with 72.26% and in PO with 87.28%, for EE in setaria , 53.51% and in ELN the chilca with 98.44%. The Digestible Energy (ED) was established in Kcal/Kg on BS (Dry Basis) differing statistically between treatments. The values for alfalfa were 3172.75, mallow 3005.13, chilca 2834.55, Spanish Broom 2434.06 and the setaria, 2274.00. The Total Digestible Energy (ED) was established in Kcal/Kg on BS (Dry Basis) differing statistically between treatments. The values for alfalfa were 3172.75, mallow 3005.13, chilca 2834.55, Spanish Broom 2434.06 and the setaria, 2274.00. The Total Digestible Nutrient Content (NDT) was on BS of 71.51%, 68.80%, 63.89%, 57.84% and 53.03% for A,M,CH,S and R. These energy parameters are reported TCO in Kcal/Kg. with 739.15 for the alfalfa, 597.34 for the mallow, 660.35 for the chilca, 615.84 for the Spanish Broom, for the NDT un TCO of 16.65, 14.83, 13.42 and 13.06 for the A, CH, M, R and S. It is recommended to use all these feeds stressing the ED and NDT content of each one of them in feeding this species.

¹ Autor de la Investigación. Egresada de la Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH

² Profesores de la Escuela de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. PRINCIPALES ALIMENTOS PARA CUYES	3
1. <u>La Alfalfa (Medicago sativa)</u>	3
2. <u>Malva morada (Malva silvestres)</u>	5
3. <u>Retama (Sparticum junceum)</u>	6
4. <u>Chilca (Baccharis floribunda)</u>	7
5. <u>Setaria (Setaria sphacelata)</u>	
B. CONSTITUCIÓN DE LAS PAREDES CELULARES DE LOS VEGETALES	9
1. <u>Composición molecular</u>	9
2. <u>Propiedades y funciones</u>	10
3. <u>La Celulosa</u>	10
4. <u>La Hemicelulosa</u>	10
5. <u>La Lignina</u>	11
6. <u>Fibra y carbohidratos</u>	11
7. <u>Fibra detergente ácida (FDA)</u>	11
9. <u>Lignina detergente ácida (LDA)</u>	12
C. FISILOGIA DIGESTIVA DE LOS CUYES	12
D. PROCESO DE DIGESTIBILIDAD	13
1. <u>Determinación de la Digestibilidad Aparente</u>	14
2. <u>Digestibilidad Aparente frente a la Verdadera</u>	15
3. <u>Digestibilidad por Diferencia</u>	15
4. <u>Métodos para determinar la Digestibilidad</u>	16

III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	22
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	22
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	23
1. <u>Materiales</u>	23
2. <u>Equipos</u>	23
3. <u>Instalaciones</u>	24
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	26
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	27
1. <u>Procedimiento de Campo</u>	27
2. <u>Procedimiento de Laboratorio</u>	28
a. Determinación de la Humedad Inicial	28
b. Determinación de la Humedad Higroscópica	28
c. Determinación de la Ceniza.	29
d. Determinación de la Proteína Bruta	29
e. Determinación del Extracto Etéreo	29
f. Determinación de Fibra Bruta	30
g. Determinación del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)	30
h. Determinación de las Paredes Celulares	30
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	31
A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	31
1. <u>Materia Seca</u>	31
2. <u>Materia Orgánica y Cenizas</u>	33
3. <u>Proteína Cruda</u>	33
4. <u>Extracto Etéreo</u>	34
5. <u>Fibra Cruda</u>	34
6. <u>Fibra Ácido Detergente</u>	34

7. <u>Lignina Ácido Detergente</u>	34
8. <u>Extracto Libre de Nitrógeno</u>	34
B. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	35
1. <u>Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca</u>	35
2. <u>Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica</u>	37
3. <u>Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda</u>	37
4. <u>Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda</u>	37
5. <u>Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo</u>	38
6. <u>Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno</u>	38
C. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	39
1. <u>Materia Seca Digestible</u>	39
2. <u>Materia Orgánica Digestible</u>	41
3. <u>Proteína Cruda Digestible</u>	41
4. <u>Fibra Cruda Digestible</u>	41
5. <u>Extracto Etéreo Digestible</u>	42
6. <u>Extracto libre de Nitrógeno Digestible</u>	42
7. Nutrientes Digestibles Totales	43
8. <u>Energía Digestible</u>	43
D. COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	44

1. Correlación y Regresión para los Nutrientes Digestibles	
Totales	44
2. Correlación y Regresión para la Energía Digestible	44

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. LITERATURA CITADA

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALFALFA (% EN BASE SECA) EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS	4
2.	VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA EN VERDE	5
3.	VALOR NUTRITIVO MALVA MORADA EN VERDE	6
4.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CHILCA	7
5.	COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	16
6.	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	17
7.	DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICOS Y FIBROSOS EN CUYES	19
8.	COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO ANTE DIFERENTES VALORES DE ENERGÍA DIGESTIBLE	20
9.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH	21
10.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	23
11.	ESQUEMA DEL ADEVA (Para variables comparativas)	25
12.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES	32
13.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES	32
14.	EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES	36
15.	EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES	40
16.	CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LOS NUTRIENTES COMPOSICION QUIMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES	45
17.	CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LA ENERGÍA	47

DIGESTIBLE EN FUNSIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS PARA CUYES

LISTA DE ANEXOS

No.

1. Variable: coeficiente de digestibilidad materia seca
2. Variable: coeficiente de digestibilidad materia orgánica
3. Variable: coeficiente de digestibilidad proteína cruda
4. Variable: coeficiente de digestibilidad fibra cruda
5. Variable: coeficiente de digestibilidad extracto etéreo
6. Variable: coeficiente de digestibilidad extracto libre de nitrógeno
7. Variable: energía digestible en base seca
8. Variable: energía digestible en tal como ofreció
9. Variable: nutrientes digestibles totales en base seca
10. Variable: nutrientes digestibles totales en tal como ofreció
11. Variable: materia a seca digestible
12. Variable: materia orgánica digestible
13. Variable: proteína cruda digestible
14. Variable: fibra cruda digestible

15. Variable: extracto etéreo digestible
16. Variable: extracto libre de nitrógeno digestible
17. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca
18. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica
19. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda
20. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda
21. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo
22. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno
23. Energía digestible en base seca
24. Energía digestible en tal como ofreció
25. Nutrientes digestibles totales en base seca
26. Nutrientes digestibles totales en tal como ofreció
27. Materia seca digestible
28. Materia orgánica digestible
29. Proteína cruda digestible
30. Fibra cruda digestible
31. Extracto etéreo digestible
32. Extracto libre de nitrógeno digestible

33. Correlación para la energía digestible en función de la composición química de diferentes tipos de alimentos para la alimentación de cuyes
34. Análisis de regresión múltiple para la estimación de la energía digestible a partir de la composición química de diferentes tipos de alimentos
35. Análisis de regresión múltiple para la estimación del NDT a partir de la composición química de diferentes tipos de alimentos para cuyes
36. Análisis de la estadística descriptiva de los diferentes alimentos para la alimentación de cuyes

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación en cuyes es generalmente a base de forraje como alfalfa, pero por competir con la alimentación del ganado el sector campesino especialmente utiliza otras fuentes. En la actualidad una de las explotaciones pecuarias más rentables, es la crianza de cuyes, la misma que constituye un importante complemento en la alimentación de la población en diferentes partes del mundo. La alimentación del cuy es mayormente a base a deshechos de cocina y pasto como suplemento; y en el caso de crianzas semicomerciales se utiliza forraje verde como la alfalfa, maíz chala y la avena forrajera, que demandan altos costos de producción. Es por eso que se esta suplantando la alimentación de esta especie con el uso de plantas endémicas propias de nuestro país como lo son la malva , la chilca , la retama como forraje para la alimentación del cuy los cuales se encuentra difundido en las comunidades por lo que se planificó este estudio a fin de evaluar su calidad nutricional.

De modo que la malva presenta un mayor contenido de proteína y sobre todo por que es palatable, mientras que la retama y la chilca son recursos forrajeros importantes que cumple un papel preponderante en época de sequia ya que estos arbustos crecen en forma espontánea al borde de los caminos cerca a los canales de agua y son consumido bien por los cuyes. Mientras que la setaria es un pasto propios de la región amazónica que esta siendo muy importante a la hora de alimentar a los cuyes en este sector ya que es de fácil crecimiento, es un pasto no muy exigible al momento de su siembra y cosecha.

Muy pocas investigaciones dan un enfoque técnico y científico acerca de la valoración energética de los alimentos para cuyes como son los anteriormente citados (alfalfa, malva, retama, chilca y setaria); sin considerar el factor más importante como lo es la energía digestible. Se determina el valor de la Energía Digestible a partir de los coeficientes de digestibilidad de los principios nutritivos del análisis proximal; tomando en consideración que en esta especie no existen valores de estos coeficientes, lo que no ha permitido formular raciones de excelente calidad

que puedan cubrir los requerimientos nutricionales de *Cavia porcellus* lo que constituye un problema generalizado para las personas dedicadas a esta actividad, por lo que plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la composición de los principales alimentos tradicionales utilizados en la alimentación de cuyes (alfalfa, malva, retama, chilca y setaria).
- Establecer el valor de las Paredes celulares en los principales alimentos para Cuyes.
- Evaluar los nutrientes digeribles a partir de las pruebas de digestibilidad de los principales alimentos para cuyes.
- Valorar la energía digestible de los principales alimentos para cuyes a través de los nutrientes digeribles.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PRINCIPALES ALIMENTOS PARA CUYES

1. La Alfalfa (*Medicago sativa*)

Pozo, M. (1983), indica que la alfalfa es una leguminosa que se cultiva al nivel del mar hacia los 3000 m, sus tallos y especialmente sus hojas constituyen un succulento forraje y una fuente de nutrientes para los distintos animales que lo consumen. Se considera de entre todas las leguminosas como una de las más notables desde tiempos muy remotos.

Entre sus propiedades fundamentales anotamos las siguientes: rebrota fácilmente después del corte, es una leguminosa de tipo perenne de hasta un metro de alto, color verde vivo, flores azules, o blanquecinas y sus semillas son muy pequeñas, amarillentas y brillantes.

Manifiesta que el gran interés de la alfalfa reside no solo en su capacidad de adaptación facilidad de cultivo y como enriquecedora del suelo, sino que particularmente por las importantes características del forraje que produce. Destaca de sobremanera la elevada riqueza proteica de la alfalfa, especialmente en los tallos cuya importancia en el total se va aumentando con el tiempo. La alfalfa esta escasamente dotada por la fracción denominada como extracto no nitrogenado; en otras palabras es un forraje relativamente pobre en energía. Estas características del forraje de alfalfa no son constantes.

Existe una variación estacional que tiene directamente que ver con las líneas generales en que cambia el ritmo de crecimiento de la alfalfa a lo largo del año. Pero además en cada momento del año la calidad el forraje viene determinada por el

manejo particular por el tiempo transcurrido en el último corte. En la actualidad se sabe que la naturaleza biológica de la alfalfa es por lo general considerada como un banco de proteínas.

Juscafresca, B. (1975), encontró además que la mayor cantidad de nitrógeno esta en las hojas. Con relación a las hojas la cantidad de proteína distribuida esta entre el 30 al 50%.

Según datos de Enciclopedia Salvat de las Ciencias Vegetales (1968), menciona que el estado de crecimiento de la alfalfa actúa como un indicador en la producción y calidad del alfalfar, altas concentraciones de nutrientes son usualmente cosechados en estados inmaduros de la planta hasta antes de llegar al 10% de floración una de las características típicas de la alfalfa es almacenar carbohidratos no estructurales en la raíz y parte de las hojas.

El contenido de nutrientes presentes en el alimento es uno de los aspecto más sobresalientes de su calidad, de esta forma nos permitirá tener una mejor apreciación de valoración nutricional, al ser consumido por el animal, se incorporará en el organismo para cumplir diferentes funciones vitales, lo que va a garantizar la ganancia o perdida de peso de los mismos, siendo de vital importancia este análisis, especialmente, en este tipo de investigaciones donde no existe dato alguno sobre los requerimientos de esta especie (cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALFALFA (% EN BASE SECA) EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS

	ANTES DE YEMAS	APARICIÓN	
PRINCIPIOS	FLORALES	YEMAS FLORALES	FLORACIÓN

NUTRITIVOS			
Proteína Bruta %	25,30	21,50	18,20
Fibra Bruta %	22,10	26,50	29,40
Cenizas %	12,10	9,50	9,80

FUENTE: Pozo, M. (1983).

Todos los forrajes están constituidos por sustancias químicas similares, siendo los componentes principales de estos alimentos.

Cuadro 2. VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA EN VERDE

<i>PARAMETROS</i>	ALFALFA (T.C.O.)
Humedad, %	74.7
Materia Seca, %	25.3
Cenizas, %	2.1
Extracto etéreo, %	0.8
Proteína, %	4.3
Fibra, %	8.0
E.L.N, %	8.8

FUENTE: Pozo, M. (1983).

Lee, R. (1974), expone que la Alfalfa contiene el 18.6 % de Materia Seca, el 77.8% de Materia Orgánica, 24.1% de Fibra Cruda, 2.04% de Extracto Etéreo, 33.9% de Extracto Libre de Nitrógeno, el 17.1% de Proteína y una Fibra Ácido Detergente de 30.3%.

2. Malva Morada (*Malva silvestres*)

Según datos de Enciclopedia Salvat de las Ciencias Vegetales (1968), la malva morada pertenece a la familia de las Malváceas. Estas son hierbas, arbustos o árboles que crecen en las regiones templadas y secas.

La familia Malváceas (Malvaceae) comprende unas 1.000 especies, y dentro de éstas se halla la malva morada que es una planta arbustiva, las hojas son casi siempre palmeadas, muy características.

Las flores son con frecuencia vistosas, de un color violáceo rosado conocido como “malva”; los estambres están soldados entre su base, formando un tubo estaminal por el cual pasa el estilo.

De acuerdo con Juscafresca, B. (1975), es una planta vivaz, herbácea de tallos ramosos, sus flores pedunculadas de color rosa púrpura campanuladas, están en ramilletes axilares y terminales, florece entre la primavera y verano dando lugar a un fruto comprimido, grueso, monospermo e indehiscente.

Además manifiesta que tiene los siguientes principios: Malvidol, malvina, mucílago, provitamina A y vitaminas B1, B2, y C (cuadro 3).

Cuadro 3. VALOR NUTRITIVO MALVA MORADA EN VERDE

PARAMETROS	MALVA MORADA (T.C.O.)
Humedad, %	81.34
Materia Seca, %	18.66
Cenizas, %	2.43
Extracto etéreo, %	0.57
Proteína, %	4.53

Fibra, %	2.94
E.L.N, %	8.19

FUENTE: Laboratorio de Nutrición Animal "Santa Catalina" INIAP. (1989).

3. Retama (*Spartium junceum*)

Lee, R. (1974), expone que la Retama contiene el 13.0% de Materia Seca, el 88.8% de Materia Orgánica, 12.5% de Fibra Cruda, 4.90% de Extracto Etéreo, 54.5% de Extracto Libre de Nitrógeno, el 16.9% de Proteína con un 11.8% de Digestibilidad en Conejos. Aliaga, L. (1979), menciona que la retama, es una dicotiledónea perteneciente a la familia de las papilionoideas. Bajo el nombre de retama se conocen también otras plantas. Esta planta crece espontáneamente y en forma abundante en España, Italia y en general en los países del Mediterráneo. Se la conoce comúnmente con los nombres de retama de España, retama de olor, retama macho, etc. Proaño, J. (1993), los forrajes deben incluirse básicamente en toda dieta de los cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y constituyen fuente de agua y vitamina C que los cuyes utilizan para cubrir sus necesidades.

En el Perú se ha venido investigando las posibilidades de alimentar cuyes con varias especies forrajeras en forma de forraje verde, heno y ensilado, malas hierbas y otras plantas alimenticias no tradicionales como la retama con resultados muy diversos (Proaño, J. 1993).

4. Chilca (*Baccharis floribunda*)

Dimitri, M. (1972), describe las características botánicas de la chilca de siguiente manera: pertenece a las plantas compuestas, arbusto de 0.50 a 2 m. de altura, muy ramificado, hojas alternas o lanceoladas, de 1 a 3 cm de largo, provistas de 2 a 6 dientes en la mitad superior, glandulosas, capítulos brevemente pedunculados, dispuestos en racimos terminales densos, se multiplica por gajos.

Por lo citado se puede deducir que la chilca, algunas variedades se adaptan mejor en suelos secos y otras en suelos húmedos o a orillas de acequias. Además crecen en climas: frío o caliente (cuadro 4).

Cuadro 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CHILCA

PARAMETROS	CHILCA
Humedad	66.80
Proteína	17.65
E.E.	7.82
E.L.N.	52.52
Fibra	12.02
Cenizas	12.00
Calcio	1.36
Fósforo	0.33
M.O	90.01

FUENTE: Valencia, P. (1981).

5. Setaria (Setaria sphacelata)

Benítez, A. (1980), manifiesta que la setaria es una planta forrajera perteneciente a la subfamilia de las panicoideas, a la tribu de las maideas, al género setaria y a las especies: Sphacelata, (Ss1), Splendida (ss2), Nandi (Sn), Kazungula (Sk), Bancos (Sb) y Zamora (Sz).

La setaria es propia de climas tropicales y subtropicales. En el país se la puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 1.200 m, para una buena producción requiere sobre los 900 mm de precipitación anual.

Según Benítez, A. (1980), el mismo que manifestó que la setaria es tolerante a la sequía. El citado autor anotó que: "la setaria crecen cualquier clase de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, pesados, con fertilización adecuada, ya que no se desarrolla bien en terrenos pobres". León, V. (1985), señala que el factor más importante que afecta la calidad de la hierba es el estado vegetativo, la composición química, la digestibilidad y su valor nutritivo, se modifican continuamente durante todo el estado vegetativo.

Piccioni, M. (1970), anota que la hierba joven es un alimento equilibrado y completo, ideal para la alimentación cuyícola por su riqueza en proteínas que ofrecen un elevado valor biológico, es pobre en celulosa lo cual lo hace muy digestible, además es rica en carotenos y tocoferoles. Señalando que el pasto posee minerales y carotenos en una concentración más alta en el pasto maduro y los minerales son más fácilmente asimilables en los pastos jóvenes. La hierba joven es más blanda y tierna; tiene mucho menos fibra y menos lignina por unidad de materia seca en fases posteriores a su desarrollo.

Lee, R. (1974), expone que la Setaria contiene el 11.0 % de Materia Seca, el 77.0% de Materia Orgánica, 3.4% de Fibra Cruda, 0.5% de Extracto Etéreo, 3.8% de Extracto Libre de Nitrógeno, el 1.09% de Proteína con un 1.03% de Digestibilidad en Conejos y una Fibra Ácido Detergente de 3.09%.

B. CONSTITUCIÓN DE LAS PAREDES CELULARES DE LOS VEGETALES

Las células vegetales deben ser capaces de soportar grandes diferencias de presión osmótica entre los compartimientos fluidos extra e intracelulares, necesitan paredes celulares rígidas que impidan su hinchamiento. En las plantas grandes y en los árboles, las paredes celulares no solamente aportan su fuerza física o rigidez a los tejidos de los tallos, de las hojas y de las raíces, sino que además deben ser capaces de soportar grandes pesos.

1. Composición molecular

La pared de las células vegetales, es gruesa, rígida y a modo de caja.

Esta constituida por fibrillas de celulosa unidas por un cemento formado por polisacáridos y proteínas.

2. Propiedades y funciones

La pared celular, que es más bien porosa, protege a la membrana celular de la ruptura mecánica u osmótica, fija firmemente la posición de las células y le confiere forma física y fortaleza en el tejido vegetal.

3. La Celulosa

Manifiesta que el constituyente principal de los vegetales, esta presente en mayor cantidad que la hemicelulosa de la que no es precursor ni derivado. Su unidad básica estructural es la celobiosa, (Van Soest, P. 1982).

La celulosa natural es un material fibroso insoluble que no se digiere fácilmente por la acción de las enzimas y está formada por residuos lineales de glucosa unidas mediante enlaces glucósidos beta (1,4).

Los grupos OH son muy regulares, lo que origina entre cruzamientos que llegan a dar lugar a una cristalinidad del 70% que puede reducirse con calor húmedo. Químicamente es el beta (1,4) glucano, pero en algunos alimentos existen isómeros intermedios con el almidón soluble (amilasa) como el beta (1,3) glucano (celulosa soluble de la cebada) cuyo conocimiento es importante para monogástricos.

4. La Hemicelulosa

En las membranas de las células vegetales, junto a la celulosa siempre se encuentran carbohidratos muy parecidos a la celulosa, que se denominan hemicelulosa. Son compuestos no uniformes, constituyendo mezclas polisacáridos característicos para cada tipo de vegetal.

La unidad básica estructural de la molécula de la hemicelulosa en los forrajes es la xilosa, en otros alimentos puede ser la manosa o la galactosa, (Van Soest, P. 1982).

5. La Lignina

Este compuesto no es un carbohidrato pero por su vinculación desde el punto de vista estructural, de la planta con la hemicelulosa y la celulosa y su influencia en las funciones fisiológicas, normalmente se hace mención a ella.

Es una sustancia amorfa no bien definida químicamente originado por la polimeración tridimensional de diversos compuestos (ácido fenólico p -cumárico, ácido difenílico metaxilados).

Su estructura lineal básica es fenil propano. Histoquímicamente se puede distinguir dos ligninas distintas en las membranas celulares: Lignina del esclerenquima positiva a cloruro sulfato, susceptible a una degradación lenta que se asocia a las bacterias filamentosas. Se presenta incrustando la celulosa y la hemicelulosa con lo que se reduce la acción de los microorganismos o de sus enzimas hidrolizándose los carbohidratos, (Van Soest, P. 1982).

6. Fibra y carbohidratos

Van Soest, P. (1982), los carbohidratos presentes en la materia seca el alimento se divide en dos fracciones, una es la porción estructural que contiene los carbohidratos presentes en la pared celular que es la más insoluble y de más lenta digestión. Y la otra es la fibra detergente ácida (FDA) constituida por celulosa y lignina, mientras que la segunda es la fibra detergente neutra (FDN) la cual es suma de la FDA más hemicelulosa.

El consumo de fibra es esencial para mantener la fermentación ruminal en condiciones adecuadas especialmente en la etapa de lactancia cuando se requiere proporcionar grasa para aumentar la densidad energética de la ración.

7. Fibra detergente ácida (FDA)

La fibra detergente ácida permite determinar la lignocelulosa en los alimentos. Sin embargo en esta fracción también aparece el sílice. La diferencia entre el valor de la pared celular de la fibra detergente ácida da una estimación del valor de la hemicelulosa, ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares.

El método de fibra por ácido detergente también emplea como paso preliminar en la determinación de lignina (Van Soest, P. 1982).

8. Lignina detergente ácida (LDA)

Van Soest, P. (1982), el residuo de la fibra ácida detergente consiste principalmente de lignocelulosa de cuyo compuesto se disuelve y separa la celulosa por medio de la solución de ácido sulfúrico al 72% quedando la lignina y la ceniza no soluble en ácido. También la cutína contenida en cantidades apreciables en ciertas muestras se tomas como si fuera parte de lignina.

C. FISIOLOGÍA DIGESTIVA EN CUYES

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo (Chauca, F. 1993).

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 cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

El cuy esta clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. 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 (Gómez, B. y Vergara, V. 1993).

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 (Gómez, B. y Vergara, V. 1993).

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (Gómez, B. y Vergara, V. 1993).

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra. La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno través de la cecotrófia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas (Caballero, A. 1992).

D. PROCESO DE DIGESTIBILIDAD

McDonald, J. (1995), menciona que la digestibilidad de un alimento es eficiente cuando este no es excretado por las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbido. Por lo general esta fracción absorbida se representa con el cálculo de coeficiente de digestibilidad el mismo que expresa el porcentaje asimilable de los principios nutritivos de un alimento.

Maynard, L. (1981), basado en estudio sobre digestibilidad, establece que la digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto gastro intestinal debido a la absorción.

1. Determinación de la Digestibilidad Aparente

McDonald, J. (1995), conceptúa a la digestibilidad aparente como la ración no digerida y, para su determinación recomienda realizar ensayos con varios animales de la misma especie, edad y sexo que son fáciles de manejar y presentar ligeras diferencias en su habilidad digestiva. Además se usan con frecuencia animales machos porque con ellos es más accesibles obtener la orina y las heces por separado.

Church, D. (1990), recomienda mantener un consumo diario de los alimentos durante varios días para reducir al mínimo la variación diaria de la producción de heces. Este mismo autor manifiesta que son varios los factores que pueden afectar la cuantía de la digestión anotándose los siguientes:

- Nivel de consumo de los alimentos
- Trastornos digestivos
- Deficiencia de nutrientes
- Frecuencia de Ración
- Tratamiento a que son sometidos los animales
- Efectos asociados de los alimentos

Maynard, L. (1981), manifiesta que una prueba de digestión implica cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces. Es importante que las heces recolectadas representen en forma cuantitativa el residuo no digerido del alimento consumido previamente medido. Además manifiesta que existen grandes diferencias en la capacidad para digerirlos alimentos voluminosos en las diferentes especies animales.

En todos los ensayos de digestibilidad y en especial en los llevados a cabo con monogástricos es aconsejable dar la comida todos los días a la misma hora y procurar que las cantidades ingeridas sean aproximadamente las mismas.

Si la ingestión es irregular existe el peligro que la última comida sea desacostumbradamente copiosa y que las heces excretadas después de terminado el periodo de recogida, tengan productos procedentes de ellos (Maynard, L. 1981).

2. Digestibilidad Apparente frente a la Verdadera

Maynard, L. (1981), supone que la proteína que no aparece en las heces es digerida, la misma que es determinada mediante la relación del nitrógeno presente en la dieta. Este cálculo constituye el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína.

En tanto si se deduce el nitrógeno fecal total se obtiene el dato real (NMF) del nitrógeno fecal total se obtiene el dato real de la digestibilidad verdadera, la misma

que en forma más precisa refleja la cantidad de nitrógeno absorbido del alimento por el organismo animal.

Por lo general a sido imposible separar el NMf de los residuos nitrogenados de los alimentos, entonces luego de un gran número de investigaciones realizadas se ha demostrado que el NMf es proporcional a la ingesta del alimento, esto es alrededor de 2 Mg de nitrógeno por gramo de materia seca ingerida.

Si se emplea esta cifra como constante es posible convertir la digestibilidad aparente en digestibilidad verdadera. Los estudios que determinan estos parámetros fueron revisados por (Maynard, L. 1981).

3. Digestibilidad por Diferencia

Church, D. (1990), en muchos casos se busca evaluar la digestibilidad de un alimento cuando se proporciona una mezcla con otro o más alimentos. En este caso es necesario determinar la digestibilidad por diferencia. Con este método se suministrará una dieta basal y además también se proporcionara la dieta basal con los alimentos en estudio en uno o más niveles.

Se puede obtener datos más válidos, si el tiempo y el número de animales lo permite, cuando se les suministra a todos los animales no solo la dieta base sino, la dieta basal más el alimento en estudio, aunque esto no se lleve generalmente a cabo.

4. Métodos para Determinar Digestibilidad

a. Método del Indicador

Hay ocasiones en que la falta de material apropiado o por la naturaleza del ensayo es imposible poder controlar la ingestión de comida, al pesar las heces o más cosas al mismo tiempo. Cuando se alimentan a los animales en grupo no se puede precisar cual es el ingerido por cada uno de ellos.

En estos casos es imposible calcular la digestibilidad añadiendo al alimento una sustancia que sea totalmente indigerible y midiendo su concentración en los alimentos y en pequeñas muestras de heces de cada uno de los animales, la relación que existe entre concentración de una medida de la digestibilidad con la siguiente ecuación obtendremos la digestibilidad.

$$Dig = \frac{\% Ind\ heces - \% Ind\ alimento}{\% Ind.\ heces} \times 100$$

Los ensayos de digestibilidad son tan modestos de realizar que se han hecho numerosos intentos para poder reproducir en el laboratorio las reacciones que tiene el tracto gastrointestinal del animal para poder determinar la digestibilidad de los alimentos.

El coeficiente de digestibilidad in vitro se determina como la proporción de los alimentos que han sido disueltos durante la incubación (cuadro 5).

La composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, mas no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar con datos de digestibilidad (Beltrán, C. 1992).

Cuadro 5. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

INSUMO	PROTEÍN				
	A	GRASA	FIBRA	ELN	NDT
Alfalfa	74,76	48,46	31,04	78,01	60,59
Heno de Alfalfa	58,98	22,36	40,71	78,89	56,77
Pueraria phaseoloides	51,86	23,91	26,52	73,80	50,68
Axonopus scoparius	13,46	71,91	36,93	58,66	46,70
Gramalote	15,75	49,18	23,84	41,41	35,02
Trifolium sp	70,82	9,13	10,5	-	-

FUENTE: Caballero, A. (1992).

El determinar los coeficientes de digestibilidad de los diferentes insumos alimenticios sean forrajeros o componentes de raciones, permite estudiar más sobre la nutrición del cuy como productor de carne. (INIA, 1995).

Por lo general se representa por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva (CUD) que se expresa en porcentaje de materia seca (cuadro 6).

Cuadro 6. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

ALIMENTOS	MS	PROTEÍNA	GRASA	FIBRA	NIFEX	NDT
-----------	----	----------	-------	-------	-------	-----

Alfalfa						
Verde	60,59	64,96	40,92	32,27	75,14	-
Heno	-	58,98	22,36	40,71	78,89	56,7
Grama china	54,34	51,77	68,06	57,28	55,66	56,8
Gramalote	-	15,75	49,18	34,84	41,41	35,0
Kudzu	-	61,86	23,91	26,52	73,80	50,6
Maicillo	-	13,46	71,91	36,93	58,66	46,7
Chala de maíz	50,05	62,58	45,78	46,91	43,35	-
Rye grass + trébol blanco	72,06	75,54	58,09	50,83	81,85	-
Sonchos oleraceos	18,50	3,40	1,20	4,50	8,70	67,5
Trébol	68,22	70,82	9,13	10,50	95,84	-

FUENTE: Castro, B. y Chirinos, P. (1994).

Villegas, C. (1993), indica que la digestibilidad se define como la porción de un alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbida.

Los factores que afectan la digestibilidad, propios del alimento, son:

- Composición química del alimento
- Nivel de consumo del alimento
- Deficiencias de los nutrientes

Y los factores dependientes del animal:

- Tiempo para realizar la acción digestiva
- Trastornos digestivos

Las pastas proteicas, harinas de carne y de pescado son de digestibilidad alta y no así las harinas de sangre, pluma y de pelo. La digestibilidad de los forrajes es más

variada siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad.

En general a medida que aumenta la madurez de la planta disminuye su contenido en proteína, azúcares y se eleva el contenido de fibra (Watson, S. 1969).

Esos cambios son el resultado de deposición de celulosa y hemicelulosa en las paredes celulares y tienen el efecto no sólo de disminuir el porcentaje de proteína sino también reducir su digestibilidad (Correa, H. 1994).

La determinación de la digestibilidad puede establecerse *in vivo* e *in vitro*. La primera se comprueba mediante experiencias directas sobre los animales y en la segunda se establece en laboratorio tratando de reproducir las funciones del rumen. Estas técnicas reciben el nombre de “fermentación” o digestibilidad “*in vitro*” o técnicas del rumen artificial.

El determinar los coeficientes de digestibilidad de los diferentes insumos alimenticios sean forrajeros o componentes de raciones, permite estudiar más sobre la nutrición del cuy como productor de carne (INIA, 1995).

La digestibilidad de los forrajes es más variada siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general a medida que aumenta la madurez de la planta disminuye su contenido en proteína, azúcares y se eleva el contenido de fibra.

Esos cambios son el resultado de deposición de celulosa y hemicelulosa en las paredes celulares y tienen el efecto no sólo de disminuir el porcentaje de proteína sino también reducir su digestibilidad (cuadro 7).

CUADRO 7. DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICOS Y FIBROSOS EN CUYES.

INSUMO	ENERGÍA DIGESTIBLE (kcal/kg base seca)
Subproducto de trigo	3 219
Cebada en grano	3 721
Pasta de algodón	1 636
Torta de soya	3 585
Chala de maíz	2 382
Heno de alfalfa	2 480

FUENTE: Correa, H. (1994).

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal la digestibilidad y consumo voluntario de los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes en la costa central vienen siendo estudiados con el fin de racionalizar la crianza de cuyes. Los forrajes son fuentes de energía y su consumo varía ante diferentes valores de ED (cuadro 8).

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO ANTE DIFERENTES VALORES DE ENERGÍA DIGESTIBLE.

FORRAJES	ED (Kcal/Kg de MS)
----------	--------------------

Hoja de camote	3080
Alfalfa	2560
Chala de maíz	1890

FUENTE: Saravia D, J. Ramírez, V.S. y Muscari, G.J. (1992).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Panamericana Sur, Km. 1,5 de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

El trabajo investigativo, de análisis, determinación de digestibilidad in vivo y procesamiento de resultados tuvo una duración de 120 días. En el cuadro 9 se indica las condiciones metereológicas donde se realizó la investigación.

Cuadro 9. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIO
Temperatura, °C	13.25
Precipitación, mm/año	550.2
Humedad relativa, %	60.23

FUENTE: Estación Agro Meteorológica, F.R.N. ESPOCH (2006).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

De acuerdo a la técnica de estudio de digestibilidad se requirió realizar la prueba de los cinco diferentes Alimentos con los mismos semovientes; por esta razón en la presente investigación se utilizaron un total de 6 cuyes criollos, machos, de 4 meses de edad, con un peso aproximado de 800 gr.

Luego del sorteo, cada uno fue ubicado en una jaula metabólica de exclusión para pruebas en donde se estudió la digestibilidad de los diferentes tipos de alimento considerados; lo que indica que la unidad experimental estuvo conformada por una jaula metabólica con el respectivo animal, la misma que fue utilizada para los 5 alimentos, con intervalos de adaptación de 7 días, seguido por 14 días de investigación para cada alimento. Esto indicaría que en total se dispuso de 30 unidades experimentales pero con 6 semovientes.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron los siguientes:

1. De Campo

- 6 jaulas metabólicas para Cuyes
- 6 cuyes machos criollos

- Dieta experimental (alfalfa, malva, retama, chilca, setaria)
- Dieta base de alfalfa
- Fundas plásticas
- Envases plásticos
- Balanza
- Hoz
- Equipo de limpieza
- Equipo sanitario
- Materiales de escritorio
- Fundas de papel
- Material bibliográfico

2. De Laboratorio

- 30 muestras experimentales
- Balanza analítica
- Equipos para la determinación de análisis de Van Soest (FDA, LDA, Celulosa, Hemicelulosa).
- Equipo para la determinación de fibra bruta, extracto etéreo
- Equipo para determinar humedad Inicial e higroscópica
- Equipo para determinar proteína ceniza (mufla)
- Equipo para determinar

3. Instalaciones

- Área de Nutrición acondicionada con Jaulas Metabólicas para Trabajos de Digestibilidad en Cuyes.
- Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología para el Trabajo de Laboratorio en donde se realizaron los respectivos análisis químicos de los diferentes alimentos para Cuyes.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio consistió en la evaluación de la digestibilidad de los nutrientes de cinco alimentos utilizados en la producción de Cuyes como son: alfalfa (*Medicago sativa*), malva (*Malva silvestres*), chilca (*Baccharis floribunda*), retama (*Spartium junceum*) y setaria (*Setaria sphacelata*). Para cada uno de los alimentos considerados se utilizó 6 cuyes criollos machos los mismos que constituyeron las diferentes repeticiones, los mismos que fueron alimentados durante 14 días con intervalos de 7 días de acostumbramiento. El esquema del experimento se representa en el (cuadro 10).

Cuadro 10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

ALIMENTO	CÓDIGO	TUE		U.Exp./Alimento (Usadas con intervalo de 14 días)
		(Jaula Metabólica)	Repeticiones	
Alfalfa	A	1	6	6
Malva	M	1	6	6
Chilca	C	1	6	6
Retama	R	1	6	6
Setaria	S	1	6	6
TOTAL UNIDADES EXPERIMENTALES				30

Para el procesamiento estadístico de los resultados se aplicó un diseño completamente al azar cuyo modelo lineal aditivo es:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

X_{ij} = Estimación de la variable

μ = Media general

Ti = Efecto del Alimento

ϵ_{ij} = Efecto Error Experimental

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales realizadas en la presente investigación fueron, las siguientes:

1. Para estadística descriptiva

- Análisis de Weende: Humedad, Materia Seca, Cenizas, Proteína, Fibra, extracto Etéreo, Extracto libre de Nitrógeno.
- Paredes Celulares (Van-Soest)

2. Para estadística inferencial

- Coeficiente de digestibilidad de la materia seca %
- Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica %
- Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda %
- Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda %
- Coeficiente de digestibilidad de la extracto etéreo %
- Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno %
- Materia Seca Digestible (g/kg de MS)
- Materia Orgánica Digestible (g/kg de MS)
- Proteína Cruda Digestible (g/kg de MS)
- Fibra Cruda Digestible (g/kg de MS)
- Extracto Etéreo Digestible (g/kg de MS)
- Extracto Libre de Nitrógeno (g/kg de MS)
- Energía Digestible (Kcal/kg de TCO)
- Nutrientes Digestibles Totales (%)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

1. Para Estadística Descriptiva

- Media
- Error Típico
- Varianza
- Desviación Estándar
- Rango
- Mínimo
- Máximo

2. Para estadística inferencial

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza.
- Separación de medias según Tukey. ($P < 0.05$)
- Análisis regresión y correlación entre variables.

Cuadro 11. ESQUEMA DEL ADEVA (para variables comparativas)

El Esquema del Adeva se presenta en el (cuadro 11).

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	29
Tratamientos	4
Error	25

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Procedimiento de Campo

- Se procedió a la adaptación de los animales a las jaulas metabólicas individuales, durante un mes, utilizando una dieta base de alfalfa.
- Se les proporcionó una dieta para mantenimiento, ya que hay que dar de comer solamente lo necesario para mantenimiento, debido a que con otros niveles de consumo la digestibilidad sufre una depresión de la materia orgánica y en general de los Nutrientes digeribles totales y energía digestible con un valor aproximado de 3 unidades por cada incremento creciente sobre el consumo de mantenimiento. El consumo de materia seca (alfalfa + dieta experimental), fue en una cantidad total de 35gMS/Kg de peso metabólico, suministrado dos veces al día en hora y ración exacta 07h00 y 16h00. En donde para la alfalfa se realizo pruebas de digestibilidad simple, mientras que para los otros alimentos pruebas por diferencia, considerando a la alfalfa como dieta base.
- Posteriormente se estableció un periodo de adaptación de 10 días previo a cada tratamiento y 11 días de recolección de heces.
- Se realizó la recolección de las heces de los animales, de cada uno de los alimentos suministrados, a las 16h00 (una vez al día), en fundas plásticas codificadas que fueron llevadas al laboratorio para ser pesadas, congeladas para su previo análisis.

2. Procedimiento de Laboratorio

Tanto para el alimento así como para las heces se realizo el análisis proximal por el método de Weende, donde se determino el contenido de humedad, cenizas, materia seca, proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, de la dieta base y

dieta experimental. Y el análisis por el método de Van Soest para determinar paredes celulares (FAD, LAD), datos que son utilizados para establecer ecuaciones de predicción.

a. Determinación de la Humedad Inicial

Conocida también como humedad tal como ofrecido (TCO), y consistió en llevar la muestra a la estufa a una temperatura de 65°C, durante 24 horas con el objeto de secar hasta obtener un peso constante, seguidamente las muestras de las heces se llevó a un proceso de molienda.

b. Determinación de la Humedad Higroscópica

Las muestras desecadas a 65 °C de temperatura aun contienen cierta cantidad de agua, la humedad higroscópica químicamente está enlazada con sustancias del forraje y depende de la composición del mismo. Para obtener la humedad higroscópica de las muestras, fueron llevadas a la estufa a una temperatura de 105 °C por un lapso de tiempo de 12 horas.

c. Determinación de la Ceniza

Para determinar la ceniza, la muestra fue incinerada, primero la muestra es llevada a la plancha hasta que esta se incinere luego se lleva a la mufla a una temperatura de 600 °C durante 4 horas para que la materia orgánica de la muestra sea combustionada y producto de este proceso se forma CO₂, H₂O, NH₄, y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos la incineración se llevó a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

d. Determinación de la Proteína Bruta

Para la determinación de la proteína se realizó tres procesos que son: la digestión,

destilación y titulación. En la digestión la muestra fue sometida a un calentamiento con ácido sulfúrico concentrado, óxido de selenio y sulfato de sodio, en este proceso la muestra los hidratos de carbono y las grasas de la muestra se destruyen hasta formar CO_2 y H_2O , la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio.

Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCL al 0.1N.

e. Determinación del Extracto Etéreo

Se extrae la grasa de la muestra por la acción del dietileter de esta forma se determina el extracto etéreo, en donde el solvente orgánico que se evapora constantemente igual su condensación, al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles. El extracto etéreo fue recogido en un beaker durante 4 horas y cuando el proceso se completa el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que se queda en el beaker se seca en la estufa durante treinta minutos y se pesa.

f. Determinación de la Fibra Bruta

Para la determinación de la fibra la muestra se mezcló con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y cetona en donde ocurre una sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno.

La acción del ácido sulfúrico consiste en hidrolizar los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, la acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el

agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

g. Determinación del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Se utilizó los datos encontrados en el análisis proximal y se determina mediante la siguiente fórmula matemática:

CÁLCULOS:

$$\text{ELN} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{FB} + \% \text{EE} + \% \text{C})$$

Donde:

PB = proteína bruta

FB = fibra bruta

EE = extracto etéreo

C = cenizas.

h. Determinación de las Paredes Celulares

(1). Determinación de la Fibra Acido Detergente (F.A.D)

Este principio permite una rápida determinación de la lignocelulosa. Sin embargo en esta fracción también aparece la sílice.

La diferencia en el valor de las paredes celulares y la fibra detergente ácida de una estimación de la hemicelulosa, ya que en esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. Este método también se emplea como un paso preliminar para la determinación de lignina.

(2). Determinación de la Lignina Acida Detergente (L.A.D)

Este procedimiento se utilizó como primer paso, la técnica empleada para la determinación de fibra detergente ácida.

El detergente extrae la proteína y otros materiales solubles en ácido que intervienen en la determinación de la lignina, el principio de este procedimiento es que el residuo de la fibra ácido detergente está constituido de lignocelulosa y cuyo compuesto se disuelve y se separa la celulosa por medio de la solución de ácido sulfúrico al 72% quedando la lignina y la ceniza, también la cutina, contenida en cantidades apreciables en ciertas muestras, se toma como si fuera parte de la lignina.

c. Determinación de la Energía digestible

Para determinar la energía digestible se partió de la energía bruta del alimento tanto como de las heces y esta a la falta de la bomba calorimétrica se determinó a partir de la ecuación de Van Soest (1982).

$$EB = ((5.77*PC)+(8.74*EE)+(5*FC)+(4.06*ELN))$$

Considerando que los parámetros de proteína, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno debe reportarse en g/KgMS. Entonces La (E.D.) se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$ED \text{ (kcal/kgMS)} = (\text{Energía bruta} * \text{NDT})/100$$

d. Determinación de los Nutrientes Digeribles Totales

Se partió del cálculo de los principios nutritivos digeribles (PC, EE, FC, ELN), para lo cual se hizo necesario conocer: la cantidad de alimento consumido y excretado, y la composición química del alimento y de las heces en base seca, luego se realizó el

calculo de la determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente para cada nutriente una vez obtenido estos valores se pudo calcular los Nutrientes Digestibles Totales (N.D.T.), a partir de la siguiente formula:

$$\text{N.D.T.} = \text{PCD} + (\text{EED} \times 2.25) + \text{FCD} + \text{ELND}$$

Para la obtención de los coeficientes de digestibilidad se aplico para cada nutriente la siguiente formula; así por ejemplo para la PC:

$$\text{PCD} = \frac{\text{PC Alimento} - \text{PC Heces}}{\text{PC Alimento}} \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

Es importante considerar la composición química de los alimentos que son utilizados en forma tradicional en la producción de cuy a nivel familiar, ya que de esta manera nos permitirá contar con una mejor apreciación de la calidad del alimento, dependiendo del contenido de nutrientes del mismo, que una vez consumido por el cuy permitirá incorporarse al organismo animal y cumplir con las diferentes funciones vitales.

1. Materia Seca

La Materia Seca (MS) contenida en los tratamientos en estudio utilizados en la alimentación de cuyes, considerados en la presente investigación, presenta un

promedio de 23.52 +2.88 %, determinándose un máximo 27.25 % de MS en la chilca y el mínimo 19.88% en la malva, determinándose además un rango de 7.37 % entre máximo y mínimo lo que indica un grado de variabilidad en cuanto a este constituyente en los diferentes alimentos (cuadro 12). Las diferencias numéricas determinadas se deben a la diversidad de alimentos evaluados.

A respecto Pozo, M. (1983), obtiene un 25.3 % de MS en la alfalfa, mientras que Lee, R. (1974), expone que la alfalfa contiene el 18.6 % de MS, al comparar estos valores con los obtenidos en la presente investigación (23.30 % MS), este parámetro está dentro de los rangos establecidos por estos autores, considerándose esta variación probablemente se deba a la época de corte. Además la MS de la malva morada en la presente investigación es mayor a la registrada por el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989), con un promedio de 18.66% de MS. Esta mínima diferencia se debe probablemente a la época de corte de las diferentes especies evaluadas, ya que a mayor edad del pasto mayor contenido de materia seca.

2. Materia Orgánica y Cenizas

Lee, R. (1974), encontró que la setaria tiene un contenido de materia orgánica del 19.88 % y 20.65 % de MO en TCO en la retama, al comparar con los valores obtenidos en la presente investigación, el contenido de materia orgánica de la setaria es igual mientras que la retama este valor es superior a los obtenidos por este autor estas diferencias se deban probablemente al tipo de suelo donde haya sido cultivado. Al respecto en la presente investigación en cuanto a la Materia Orgánica y Cenizas contenidas en los cinco alimentos considerados en la presente investigación, presentan valores de 20.61 ± 2.68 y 2.50 ± 0.84 % en TCO respectivamente, determinándose un máximo contenido de Materia Orgánica en la chilca con 24.03 % TCO y el mínimo en la malva con 17.39 % en TCO, estableciéndose además un rango de 18.17 % entre máximo y mínimo lo que indica un grado de variabilidad importante en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos. Así también las diferencias numéricas determinadas se deben a la diversidad de alimentos evaluados, lo que demuestra la calidad de cada uno de ellos.

3. Proteína Cruda

La Proteína Cruda (PC) de los alimentos evaluados en la presente investigación, presenta un promedio de $3.78 \pm 1.37\%$, determinándose un valor máximo de 5.22% en TCO de PC en la malva y un valor mínimo de 1.63 % en TCO en la setaria, determinándose además un rango de 3.59 % entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad amplio para este nutriente en los diferentes alimentos. Sin embargo el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989), reporta un promedio de 4.53% de PC en TCO en la malva, el valor obtenido en esta investigación fue (5.22% PC en TCO), mientras que Lee, R. (1974), obtiene un contenido de 1.09% de PC en TCO, en este trabajo de obtuvo 1.63 % PC en TCO en la setaria, al comparar estos valores los nuestros son superiores a los obtenidos por estos autores. Las diferencias probablemente se deban al tipo de alimento, ya que tienen un origen diferente y por lo tanto también este nutriente difiere entre ellos.

4. Extracto Etéreo

Lee, R. (1974), quien presenta un promedio de EE de 4.90% para la retama mientras que Pozo, M. (1983), reporta el 0.8 % de EE en TCO en la alfalfa, comparando con los valores obtenidos en esta investigación (0.69% en la retama en TCO y 0.56 % de la alfalfa en TCO) nuestros valores se acercan a los reportes de estos autores. Al respecto en la presente investigación en cuanto al Extracto Etéreo contenido en los diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes considerados dentro de esta investigación, presenta un promedio de 0.87 ± 0.68 %, determinándose un máximo contenido de este nutriente 2.06 % TCO en la chilca y un mínimo 0.36 % en la setaria %, determinándose además un rango de 1.70 % entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad bajo en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos.

5. Fibra Cruda

La Fibra Cruda contenida en los cinco alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, presenta un promedio de 7.60 ± 2.41 %, determinándose un máximo contenido de FC en la chilca con 10.76 % en TCO y el mínimo en la malva con 4.31 % en TCO, determinándose además un rango de 6.45 % entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad considerable en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos. En cuanto a los análisis reportados por Lee, R. (1974), expone un promedio de 11.17% de FC para la chilca mientras que en esta investigación se obtiene 10.76 % de FC en TCO valor que se aproxima al citado por esta autor, mientras que Valencia, P. (1981), reporta un 7.98 % de FC en la malva comparar este promedio con los obtenidos es un promedio superior al que exponen estas investigaciones, pueden deberse posiblemente al estado de madurez de la planta ya que a medida que aumenta la madurez de la planta se eleva el contenido de fibra.

8. Extracto Libre de Nitrógeno

El Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) contenido en los diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, presenta un promedio de 8.36 +2.34 %, determinándose un máximo contenido de este nutriente en la setaria de 9.52 % TCO y el mínimo valor en la malva de 7.18 % TCO, determinándose un rango de 2.34 % entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad alto en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos. En cuanto a los análisis reportados por Valencia, P. (1981), presenta un promedio de 8.16 % de ELN para la setaria y el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989) obtiene un 7.19% de ELN en TCO al comparar con el valor obtenido en la presente investigación, estos valores son bajos pueden deberse posiblemente a la edad del material vegetativo, ya que el reporte del ELN es determinado por la diferencia de 100 menos los demás nutrientes determinados en el análisis proximal.

B. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca

El Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca de los diferentes alimentos para cuyes, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), mostrando las mejores respuestas de digestibilidad la alfalfa con promedios de 76.53 %, seguidos por la malva, setaria, chilca con 75.45, 65.70, 61.30 % de digestibilidad, y finalmente la retama con un promedio de 47.60 %. Al respecto los análisis reportados por Castro B. y Chirinos P. (1994), obtienen 60.59 % de coeficiente de digestibilidad de la MS en la alfalfa, al comparar con los valores obtenidos en esta investigación nuestro promedio es superior posiblemente se deba a la etapa fenológica en la que haya analizado la alfalfa este autor (cuadro 13).

2. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica

La Materia Orgánica, presentó un Coeficiente de Digestibilidad que difiere entre los diferentes alimentos evaluados, presentando las mejores respuestas de digestibilidad en la alfalfa y la malva con de 77.42 y 77.18 % respectivamente

sin existir diferencias estadísticas entre estas 2 especies, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) con valores inferiores para la chilca y setaria con de 68.23 y 68.28 % siendo estadísticamente similares entre estas últimas, para finalmente ubicarse la retama con el coeficiente de digestibilidad menor de 55.65 % correspondientemente. Esta variabilidad se debe probablemente al lugar donde se estableció y el contenido de la materia orgánica va a depender la calidad de energía del alimento.

3. Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda

Caballero, A. (1992), en pruebas de digestibilidad obtiene un 74.76 % de coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda de la alfalfa nuestro valor se acerca al reportado por estos autores mientras que para Castro B. y Chirinos P. (1994), el coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda en la alfalfa verde es de 64.96 % y 58.98 % en el heno de alfalfa, al comparar con nuestros valores (81.34 %) resulta superior a los reportados por estos autores, estas diferencias probablemente se deban al estado fenológico y físico del forraje en estudio. Sin embargo en la presente investigación en cuanto al Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda, se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos evaluados, registrándose la mejor respuesta con la malva con 87.28 %, seguidos por la alfalfa, setaria y chilca con coeficientes de digestibilidad de 81.84, 70.54 y 64.41 % respectivamente, finalmente el coeficiente de la proteína de la retama presentó los valores más bajos con 58.59 %.

4. Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda

Los Coeficientes de Digestibilidad de la Fibra Cruda, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre los alimentos analizados en la presente investigación, así los mejores promedios de digestibilidad (72.26 y 65.56%) se presentó en la malva y alfalfa respectivamente, seguidos por la setaria y la chilca con 55.13 y 54.45 % de coeficiente de digestibilidad en su orden y con el menor

coeficiente de digestibilidad se reportó la retama con de 33.76 % sin embargo este nutriente es digerido por los cuyes debido a los ciegos funcionales, donde se desarrolla una digestión bacteriana. En cuanto al análisis reportado por Caballero, A. (1992), obtiene un 31.04 % de coeficiente de digestibilidad de FC de la alfalfa, pero Castro, B. y Chirinos, P. (1994) obtuvo 32.27 % en la alfalfa verde y 40.71% en heno de alfalfa. El valor obtenido en la presente investigación es superior al expuesto por estos autores, posiblemente se deba a la etapa fenológica de la alfalfa y al grado de maduración del forraje analizado.

5. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo

Caballero, A. (1992), expone un coeficiente de 48.46 % del extracto etéreo de la alfalfa mientras que Castro, B. y Chirinos, P. (1994), en sus pruebas de digestibilidad obtienen 40.92 %, al respecto el valor obtenido en la presente investigación es inferior al expuesto por estos autores, mientras que la alfalfa en heno (22.36 %) obtenida por Castro, B. y Chirinos, P. (1994), se acerca al valor obtenido en esta investigación, puede deberse posiblemente a la etapa fenológica de la alfalfa y su estado físico. En cuanto a la presente investigación el Coeficiente de Digestibilidad del extracto etéreo, presentó diferencias estadísticas ($P < 0.01$), en los diferentes alimentos analizados, presentando los mayores promedios de digestibilidad la setaria y chilca con 53.51 y 38.72 % respectivamente, seguidos de la alfalfa (35.56 %) y el menor coeficiente de digestibilidad fue la malva y retama con 29.47 y 15.16 % en su orden.

6. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno

Si observamos el cuadro 15 el coeficiente de digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno, se determinó diferencias estadísticas ($P < 0.01$), en los diferentes tipos de alimentos considerados, presentando los mayores promedios de digestibilidad la chilca y alfalfa con 98.44 y 87.15 % respectivamente, que superan numéricamente del resto de los tratamientos, encontrándose además el coeficiente más bajo a la

malva con un promedio de 77.35%. El Coeficiente de Digestibilidad para el ELN de la alfalfa en cuyes, obtenido en la presente investigación es superior al expuesto por Caballero, A. (1992), donde tuvo un 78.01 % y Castro, B. y Chirinos, P. (1994), tuvo 75.14% de coeficiente de digestibilidad para el ELN de la alfalfa y 78.89 % en el heno de alfalfa esta diferencia probablemente se deba a la etapa fenológica de la alfalfa y al tipo de suelo donde ha sido cultivado.

C. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Materia Seca Digestible

Como se puede apreciar en el cuadro 14 la materia seca digestible de los alimentos considerados en la alimentación de cuyes, presentó diferencias significativas ($P < 0.01$), así los mayores promedios se determinaron en la alfalfa con 178.25 g/Kg de MS respectivamente, posteriormente se ubicaron la chilca y malva con promedios de 167.03 y 149.95 g/Kg de MS su orden, luego la setaria con un promedio de 143.71 g/Kg de MS y finalmente la retama con 120.50 g/Kg de MS. En cuanto a los análisis reportados por INIA (1995), en pruebas de digestibilidad en cuyes obtuvo 647.3 – 694 g/Kg de MS digestible en la alfalfa, al comparar con nuestros valores (177.67 g/Kg de MS) se puede observar que son valores bajos probablemente se deba al estado fenológico que el pasto fue cortado y a la calidad del alimento, la digestibilidad de los forrajes es más variada siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad ya que a medida que aumenta la madurez de la planta disminuye su contenido en proteína, azúcares y se eleva el contenido de fibra (Pozo, M. 1983).

La alfalfa y chilca han tenido una mayor absorción por el organismo animal debido al bajo contenido de fibra son mejor aprovechados ya que el cuy tiene una característica que realiza una doble digestión en donde aprovecha la absorción de nutrientes mientras que con los últimos alimentos hay menor digestibilidad debido a

que tiene un alto contenido de fibra y este reduce la digestibilidad ya que los complejos de celulosa son resistentes al ataque de las enzimas y la presencia de material indigesto protege a los otros carbohidratos, proteínas y lípidos de la dieta de la acción de las enzimas, de esta forma el material potencialmente digestible puede pasar a través del intestino sin descomponerse y ser absorbido.

2. Materia Orgánica Digestible

La Materia Orgánica Digestible nos da la idea de la calidad de energía existente, obteniéndose el mayor promedio en la alfalfa con 704.37 g/Kg de MS, superando estadísticamente al resto de los tratamientos, mientras que la retama tubo el menor promedio de 524.78 g/Kg de MS y el resto de los tratamientos se presentan con valores intermedios entre estos dos, pero existiendo diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos al respecto.

3. Proteína Cruda Digestible

Con respecto a la proteína cruda digestible de los alimentos para cuyes, presentaron un promedio de 125.20 g/Kg MS, la malva presentó el valor más alto (229.16 g/Kg MS) existiendo diferencia estadística altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, y los resultados más bajos se obtuvo con la setaria con 52.69 g/Kg de MS, mientras que el resto de tratamientos alfalfa (164.72 g/Kg MS), retama (90.52 g/Kg de MS), chilca (88.91 g/Kg de MS) se ubicaron entre estos dos.

Debido a que no se han realizado investigaciones en cuyes, por lo que comparamos con estudios realizados por Crampton, E. (1993), en donde obtuvo en la alfalfa 70 g/kg de PCD, datos que nos permite comparar con los obtenidos en esta investigación (113.5 g/kg), se puede apreciar en el cuy este alimento ha sido mas aprovechado por el organismo de este animal.

Pozo, M. (1983), indica que la alfalfa es una leguminosa que sus tallos y especialmente sus hojas constituyen un succulento forraje y una fuente de nutrientes para los distintos animales que lo consumen, destaca de sobremanera la elevada riqueza proteica de la alfalfa, especialmente en los tallos cuya importancia en el total se va aumentando con el tiempo, mientras Juscafresca, B. (1975), menciona que en la actualidad se sabe que la naturaleza biológica de la alfalfa es por lo general considerada como un banco de proteínas encontró además que la mayor cantidad de

nitrógeno esta en las hojas. Con relación a las hojas la cantidad de proteína distribuida esta entre el 30 al 50%, constituyéndose en un buen alimento que favorecerá al crecimiento de los animales.

Los reportes de esta investigación indican que la malva tiene la mayor cantidad de proteína digerida por los cuyes, al respecto Juscafresca, B. (1975), manifiesta que tiene los siguientes principios: malvidol, malvina, mucílago, provitamina A y vitaminas B1, B2, y C, pero la Enciclopedia Salvat de las Ciencias Vegetales (1968), dice que la malva morada son hierbas, arbustos o árboles las hojas son casi siempre palmeadas, muy características. Por ello en la actualidad esta planta no se acostumbra a suministrar a los animales.

4. Fibra Cruda Digestible

La Fibra Cruda Digestible de los alimentos evaluados en cuyes, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), demostrándose el mayor promedio en la chilca con 215.00 g/Kg de MS del alimento, el mismo que supera estadísticamente a los demás promedios para esta variable, mientras que la retama reporto el menor promedio de 128.87 g/Kg de MS, y el resto de los tratamiento se ubicaron intermedios entre estos dos.

5. Extracto Etéreo Digestible

En cuanto al Extracto Etéreo Digestible de los diferentes alimentos evaluados se determinó diferencias estadísticas ($P < 0.01$), de esta manera se alcanzó el mayor promedio en la chilca con 29.28g/Kg de MS, superando estadísticamente a los demás tratamientos, posteriormente se ubicó el promedio de la malva con 10.29 g/Kg de MS seguido por el promedio de la alfalfa con 8.53 g/Kg de MS, finalmente la retama y setaria con promedios de 4.46 y 1.60 g/Kg de MS en su orden, a pesar de ser los alimentos más utilizados a nivel de pequeños productores.

6. Extracto libre de Nitrógeno Digestible

Para el Extracto Libre de Nitrógeno Digestible se estableció diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el mayor promedio fue determinado en la setaria con 346.66 g/Kg de MS de este alimento, el mismo que supera estadísticamente a los demás promedios, posteriormente se ubicó la alfalfa con un promedio de 332.46 g/Kg de MS, seguido por la retama con un promedio de 300.94 g/Kg de MS, finalmente la malva y chilca con promedios de 279.32 y 269.02 g/Kg de MS respectivamente. Esto se deba probablemente a que la mayor cantidad de fibra (lignina), hace que los nutrientes no se asimilen en forma adecuada dificultando así su utilización.

7. Nutrientes Digestibles Totales

Estudios realizados por Caballero, A. (1992), obtiene 60.59 % de NDT en la alfalfa para cuyos mientras que Castro, B. y Chirinos, P. (1994) expone un 56.7 % de NDT, comparando con los datos obtenidos en esta investigación (71.51 % NDT) se puede apreciar que este valor es superior a los expuestos por estos autores se puede decir que las diferencias en los alimentos evaluados en la presente investigación posiblemente se deba al tipo de forraje analizado y a la etapa fenológica del mismo ya que a medida que avanza la edad del forraje, existe mayor contenido de paredes celulares lo que disminuye considerablemente la digestibilidad ya que los complejos de celulosa son resistentes al ataque de las enzimas. Al respecto en la presente investigación en cuanto al contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) de los alimentos evaluados en la presente investigación, mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), se encontró que el mejor promedio de NDT fue con la alfalfa con 71.51 % en BS superó a los demás alimentos considerados, seguido por los promedios obtenidos en la malva y chilca con promedios de 68.80 y 63.89 % en BS, posteriormente la setaria y retama con promedios de 57.84 y 53.03 % BS en su orden.

8. Energía Digestible

El contenido de energía en los alimentos analizados, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, encontrándose con los mayores promedios de ED 3172.72 Kcal/kg MS en la alfalfa, seguido por la malva , chilca , retama con 3005.13 , 2834.55 , 2434.06 Kcal/kg MS mientras que la menor energía digestible se tuvo con la setaria 2274.00 Kcal/kg MS. Sin embargo la Energía Digestible obtenida por Correa, H. (1994), 2480 Kcal./Kg en heno de alfalfa, son valores similares al encontrado en el presente estudio. Sarabia, et. al. (1992), reporta 2560 Kcal/kg en la alfalfa, nuestro parámetro es superior al encontrado por estos autores, al respecto esta información denota que el forraje presenta baja digestión de nutrientes en cuyes, ya que donde hay carbohidratos estructurales Fibra, reduce la digestibilidad del conjunto de la dieta, realmente la cantidad de fibra vegetal en la dieta es el principal determinante de la digestibilidad de la energía de la dieta, los complejos de celulosa son de por si resistentes al ataque de las enzimas y la presencia de material indigesto protege a los otros carbohidratos, proteínas y lípidos de la dieta de la acción de las enzimas, de esta forma el material potencialmente digestible puede pasar a través del intestino sin descomponerse.

D. COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE Y NDT EN RELACIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Correlación y Regresión para los Nutriente Digestibles Totales

En el cuadro 15 se puede apreciar los Nutrientes Digestibles Totales (NDT) presentan una correlación significativa ($P < 0.01$) con el contenido de materia orgánica, proteína cruda , extracto etero , fibra cruda y extracto libre de nitrógeno con coeficientes de 0.404, 0.499 , 0.216 , - 0.161 y - 0.058 respectivamente, lo que quiere decir que a mayor contenido de Proteína Cruda y Extracto Libre de Nitrógeno en el alimento los NDT del alimento son mayores y a menor contenido de cenizas en

el alimento los NDT son mayores, existiendo una asociación lineal positiva y negativas entre el TDN con las variables anteriormente citadas.

Por otro lado se determinó un modelo de regresión múltiple para la estimación del TDN en función de los nutrientes contenidos en los alimentos, así los nutrientes que permiten estimar el contenido de TDN de los alimentos son la ceniza, proteína cruda y fibra cruda.

El modelo de regresión obtenido permite explicar la varianza de las observaciones experimentales en un 99.8 %, por lo que el modelo sería muy útil para predecir el

TDN a partir del análisis proximal de un alimento, que contenga niveles de nutrientes similares a los establecidos por los alimentos evaluados en la presente investigación.

2. Correlación y Regresión para la Energía Digestible

La Energía Digestible presenta una correlación significativa ($P < 0.01$) únicamente con el contenido de extracto libre de nitrógeno de los alimentos con un coeficiente de -0.255 , lo que quiere decir que a mayor contenido de ELN en el alimento la cantidad de Energía Digestible es menor, existiendo una asociación lineal negativa de la Energía Digestible con el contenido de ceniza de los alimentos evaluados (cuadro 17).

Se determinó un modelo de regresión múltiple para la estimación de la Energía Digestible en función de los nutrientes contenidos en el alimento, así los nutrientes que permiten estimar el contenido de Energía Digestible de los alimentos son materia orgánica, proteína cruda extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

El modelo de regresión obtenido permite explicar la varianza de las observaciones experimentales en un 99.6 %, por lo que el modelo sería muy útil para predecir el TDN a partir del análisis proximal de un alimento, que contenga niveles de nutrientes similares a los establecidos por los alimentos evaluados en la presente investigación.

V. CONCLUSIONES

1. Determinado la composición química se concluye que la chilca es superior a los demás alimentos evaluados en cuanto a MS, MO, FC y EE con promedios de 27.25 %, 24.03 %, 20.6 %, 10.76 % en TCO respectivamente, sin embargo figuran la setaria con mayor contenido de cenizas 3.40 % TCO, y ELN con 9.52 % TCO y finalmente la malva con el mayor porcentaje de proteína de 5.20 % en TCO.
2. Se ha determinado que la alfalfa presentó mayores coeficientes de digestibilidad para la MS con 76.53 %, así también siendo iguales la alfalfa y la malva en cuanto a la MO siendo de 77.42 y 77.18 % respectivamente, mientras que en PC y FC también la malva es superior con 87.28 % y 72.26 % y en cuanto EE fue mayor la setaria con digestibilidad de 53.51 % y finalmente en ELN la mejor fue la chilca con 98.44 %.
3. La alfalfa presenta el mayor promedio en lo referente a Nutrientes Digestibles Totales con un promedio de 71.51 % en BS difiriendo estadísticamente de los demás alimentos utilizados en la alimentación de Cuyes.
4. La Energía digestible fue superior en la alfalfa y malva con valores de 3172.75 y 3005.13 Kcal./Kg en BS respectivamente, lo que demuestra la calidad de estos alimentos que han sido utilizados en forma tradicional en la crianza de cuyes.
5. Mediante análisis de regresión múltiple se ha determinado un modelo de regresión que permiten predecir el TDN con una precisión de 99.80 % a partir de la ceniza, proteína cruda y fibra cruda de los diferentes alimentos evaluados y para la ED una precisión de 99.6% a partir de la ceniza, proteína cruda y extracto etéreo.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda:

1. Utilizar como alimento base para cuyes la alfalfa y malva por su alto contenido de ED y NDT, dependiendo de la disponibilidad de éstos alimentos en el sector donde se producen estos animales.
2. Efectuar otras investigaciones con el fin de determinar la calidad nutritiva, de los alimentos con los cuales son criados éstos animales en diferentes sectores del país, para de esta manera mejorar los sistemas alimenticios y alcanzar eficiencia en la producción de esta especie.
3. A la Facultad de Ciencias Pecuarias, se recomienda transferir los resultados de esta y otras investigaciones, realizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología a diversas Instituciones y Organizaciones que actualmente trabajan en la producción de Cuyes, para que puedan brindar a sus animales alimentos que permitan cubrir sus necesidades nutricionales y mejorar sus índices productivos.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALIAGA, L. 1979. Producción de Cuyes. sn Huancayo, Perú. se pp. 145 -182.
2. BENÍTEZ, A. 1980. Pastos y Forrajes. 2a ed. Quito, Ecuador Edit. Universitaria. pp. 112 -125.
3. BELTRÁN, C. 1992. Ensayos de Digestibilidad. sn. sl. sn. p. 26.
4. CABALLERO, A. 1992. Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de Grado, UNA La Molina, Lima, Perú. pp. 56-59.
5. CASTRO, B. Y CHIRINOS, P. 1994. Avances en Nutrición y Alimentación de Cuyes. Crianza de Cuyes, Guía Didáctica, Universidad Nacional del Centro. sn Huancayo, Perú. se pp. 136-146.
6. CRAMPTON, E.1993. Investigaciones proteína cruda digestible de la alfalfa. sn. sl. se. p.35.

7. CHAUCA, F. 1993. Experiencias de Perú en la producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). sn Barinas, Venezuela. se. p. 127.
8. CHURCH, D. 1990. Fundamento de Nutrición e Alimentación de Animales. 3a ed. México. Edit. UTEHA. p. 512.
9. CORREA, H. 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos proteicas y fibrosos en caves. sn Lima, Perú. se p 84.
10. DIMITRI, M. 1972. Agricultura y Jardinería. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. ACME. pp. 513-517.
11. GÓMEZ, B. Y VERGARA, V. 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. sn. sl. se. pp. 38-50.
12. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS "INIA". 1995. Crianza de Cuyes. Reimpresión. Lima, Perú. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES. 2002. Carpeta de proyectos. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. p. 28.
13. JUSCAFRESCA, B. 1975. Enciclopedia Ilustrado, flora medicinal tóxica, aromática condimentaría. sn Barcelona, España. Edit. Aedos. p. 619.

14. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS“SANTA CATALINA” LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL INIAP. 1989. Investigaciones sobre el valor nutritivo de la malva morada. p.15.
15. LEÓN, V. 1985. Producción Lechera en la Sierra Ecuatoriana. sn Quito, Ecuador. Edit. Caballero. pp. 90 - 92.
16. LEE, R. 1974. Latin American Tables of Feed Composition. Department of Animal Science. University of Florida. p. 509.
17. MAYNARD, L. 1981. Nutrición animal. 7a ed. México. Edit. McGraw Hill. pp 215 - 217.
18. McDONALD, J. 1995. Animal Nutrición. 5a ed. EEUU. New York. se. p. 85.
19. PICCIONI, M. 1970. Diccionario de Alimentación animal. 3a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp. 459-547.
20. POZO, M. 1983. La Alfalfa. 3a ed. sl. sn. p. 375.
21. PROAÑO, J. 1993. Efecto de la retama verde en sustitución de la alfalfa en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado. FIZ, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. p.12.

22. SALVAT 1968. Enciclopedia de las Ciencias. Vegetales. Tomo 2. Pamplona, España. Edit. Salvat. p. 335.

23. SARABIA, D. RAMÍREZ, V. Y MUSCARI, G. 1992. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la costa central. sn Pucallpa, Perú se pp. 16-17.

24. VILLEGAS, C. 1993. Digestibilidad aparente de la alfalfa y del alimento concentrado empleados en ambos sexos de dos líneas de cuyes (*Cavia aperea porcellus*). Tesis de Grado. Cochabamba, Bolivia. p. 123.

25. VALENCIA, P. 1981. Composición Química de la Chilca. sn. sl. se. pp. 32-34.

26. VAN SOEST, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books
Corvallis, Oregon, U.S.A. p. 267.

27. WATSON, S. 1969. El Forraje. 1a ed. México. Edit. Continental, pp. 125 - 138.

Anexo 1. Variable: Coeficiente de digestibilidad materia seca

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	3356.72166			
Tratamientos	4	3351.95333	837.98833	4393.51	<.0001
Error	25	4.768333	0.190733		
Media			65.31667		
C. V %		0.668635			
Desviación Estándar		0.436730			
Coeficiente de Determinación		0.998579			

Anexo 2. Variable: Coeficiente de digestibilidad materia orgánica

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	1901.002630			
Tratamientos	4	1899.315413	474.828	7035.68	<.0001
Error	25	1.687217	0.06748		
Media			69.3530		
C. V %		0.374585			
Desviación Estándar		0.259786			
Coeficiente de Determinación		0.999112			

Anexo 3. Variable: Coeficiente de digestibilidad proteína cruda

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	3412.59113			
Tratamientos	4	3410.56948	852.642	10543.9	<.0001

Error	25	2.021650	0.08086		
Media					
C. V %		0.392059	72.5323		
Desviación Estándar		0.284369			
Coefficiente de Determinación		0.999408			

Anexo 4. Variable: Coeficiente de digestibilidad fibra cruda

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	5125.36754			
Tratamientos	4	5121.26124	1280.31	7794.82	<.0001
Error	25	4.106300	0.16425		
Media			56.2346		
C. V %		0.720695			
Desviación Estándar		0.405280			
Coefficiente de Determinación		0.999199			

Anexo 5. Variable: Coeficiente de digestibilidad extracto etéreo

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	4709.290297			
Tratamientos	4	4678.858513	1169.71	960.93	<.0001
Error	25	30.431783	1.21727		
Media			34.4796		
C. V %		3.199858			
Desviación Estándar		1.103300			
Coefficiente de Determinación		0.993538			

Anexo 6. Variable: Coeficiente de digestibilidad extracto libre de nitrógeno

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	1843.65738			
Tratamientos	4	1834.59135	458.64783	1264.74	<.0001
Error	25	9.066033	0.362641		
Media		84.32733			
C. V %		0.714119			
Desviación Estándar		0.602197			
Coeficiente de Determinación		0.995083			

Anexo 7. Variable: Energía digestible en base seca

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	3460610.07			
Tratamientos	4	3026.247	864395.95	7140.82	<.0001
Error	25	3457583.83	121.050		
Media			2744.300		
C. V %		0.400913			
Desviación Estándar		11.00227			
Coeficiente de Determinación		0.999126			

Anexo 8. Variable: Energía digestible en tal como ofreció

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	188103.916			
Tratamientos	4	187941.21	46985.303	7219.57	<.0001
Error	25	162.7011	6.5080		
Media			622.0483		
C. V %		0.410111			
Desviación Estándar		2.551087			
Coeficiente de Determinación		0.999135			

Anexo 9. Variable: Nutrientes digeribles totales en tal como ofreció

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	50.4365034			
Tratamientos	4	50.3544701	12.588617	3682.98	<.0001
Error	25	0.08203333	0.0034180		
Media			14.37586		
C. V %		0.406683			
Desviación Estándar		0.058464			
Coeficiente de Determinación		0.998374			

Anexo 10. Variable: nutrientes digeribles totales en base seca

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	1296.28758			
Tratamientos	4	1294.73110	323.68277	4990.98	<.0001
Error	25	1.556487	0.064854		
Media			63.36069		

C. V %		0.401927			
Desviación Estándar		0.254664			
Coficiente de Determinación		0.998799			

Anexo 11. Variable: Materia seca digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	11915.0727			
Tratamientos	4	11885.2500	2971.3125	2490.81	<.0001
Error	25	29.82277	1.19291		
Media			151.8893		
C. V %		0.719079			
Desviación Estándar		1.092204			
Coficiente de Determinación		0.997497			

Anexo 12. Variable: Materia orgánica digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	128610.185			
Tratamientos	4	128475.136	32118.784	5945.74	<.0001
Error	25	135.0497	5.4020		
Media			616.6360		
C. V %		0.376919			
Desviación Estándar		2.324217			
Coficiente de Determinación		0.998950			

Anexo 13. Variable: Proteína cruda digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	120884.559			
Tratamientos	4	120881.532	30220.383	249542	<.0001
Error	25	3.0276	0.1211		
Media			125.2030		
C. V %		0.277948			
Desviación Estándar		0.347999			
Coefficiente de Determinación		0.999975			

Anexo 14. Variable: Fibra cruda digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	27812.1084			
Tratamientos	4	27762.8153	6940.7038	3520.12	<.0001
Error	25	49.29310	1.97172		
Media			174.9233		
C. V %		0.802741			
Desviación Estándar		1.404181			
Coefficiente de Determinación		0.998228			

Anexo 15. Variable: Extracto etéreo digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	2848.5256			
Tratamientos	4	2831.5329	707.8832	1041.46	<.0001
Error	25	16.992650	0.679706		
Media			10.81300		

C. V %		7.624552			
Desviación Estándar		0.824443			
Coefficiente de Determinación		0.994035			

Anexo 16. Variable: Extracto libre de nitrógeno digestible

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Probabilidad
Total	29	26863.4480			
Tratamientos	4	26753.1858	6688.2964		<.0001
Error	25	110.26218	4.41049		
Media			305.6790		
C. V %		0.687033			
Desviación Estándar		2.100116			
Coefficiente de Determinación		0.995895			

Anexo 17. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	76.53	A
Malva	75.45	B
Setaria	65.70	C
Chilca	61.30	D
Retama	47.60	E

Anexo 18. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica

Tratamiento	Media	Grupo
-------------	-------	-------

Alfalfa	77.42	A
Malva	77.18	A
Setaria	68.28	B
Chilca	68.23	B
Retama	55.65	C

Anexo 19. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda

Tratamiento	Media	Grupo
Malva	87.28	A
Alfalfa	81.84	B
Setaria	70.54	C
Chilca	64.41	D
Retama	58.59	E

Anexo 20. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda

Tratamiento	Media	Grupo
Malva	72.26	A
Alfalfa	65.56	B
Setaria	55.13	C
Chilca	54.45	D
Retama	33.76	E

Anexo 21. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo

Tratamiento	Media	Grupo
-------------	-------	-------

Setaria	53.51	A
Chilca	38.72	B
Alfalfa	35.56	C
Malva	29.47	D
Retama	15.16	E

Anexo 22. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno

Tratamiento	Media	Grupo
Chilca	98.44	A
Alfalfa	87.15	B
Retama	79.74	C
Setaria	78.94	D
Malva	77.35	E

Anexo 23. Energía digestible en base seca

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	3172.775	A
Malva	3005.127	B
Chilca	2834.547	C
Retama	2434.062	D
Setaria	2274.992	E

Anexo 24. Energía digestible en tal como ofreció

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	739.145	A
Chilca	660.345	B
Retama	615.843	C
Malva	597.345	D

Setaria	497.563	E
---------	---------	---

Anexo 25. Nutrientes digestibles totales en base seca

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	71.5133	A
Malva	68.8083	B
Chilca	63.8900	C
Setaria	57.8350	D
Retama	53.0360	E

Anexo 26. Nutrientes digestibles totales en tal como ofreció

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	16.65833	A
Chilca	14.88333	B
Malva	13.67667	C
Retama	13.42000	D
Setaria	13.08167	E

Anexo 27. Materia seca digestible

Tratamiento	Media	Grupo
Alfalfa	178.2583	A
Chilca	167.0333	B
Malva	149.9517	C
Setaria	143.7067	D
Retama	120.4967	E

Anexo 28. Materia orgánica digestible

Tratamiento	Media	Grupo
-------------	-------	-------

Alfalfa	704.387	A
Malva	675.352	B
Chilca	602.312	C
Setaria	576.342	D
Retama	524.788	E

Anexo 29. Proteína cruda digestible

Tratamiento	Media	Grupo
Malva	229.1600	A
Alfalfa	164.7283	B
Retama	90.5167	C
Chilca	88.9183	D
Setaria	52.6917	E

Anexo 30. Fibra cruda digestible

Tratamiento	Media	Grupo
Chilca	215.0900	A
Alfalfa	198.5900	B
Setaria	175.3817	C
Malva	156.6833	D
Retama	128.8717	E

Anexo 31. Extracto etéreo digestible

Tratamiento	Media	Grupo
Chilca	29.2817	A
Malva	10.1917	B
Alfalfa	8.5317	C
Retama	4.4600	D
Setaria	1.6000	E

Anexo 32. Extracto libre de nitrógeno digestible

Tratamiento	Media	Grupo
Setaria	346.668	A
Alfalfa	332.457	B
Retama	300.938	C
Malva	279.317	D
Chilca	269.015	E

Anexo 33. Correlación para la energía digestible en función de la composición química de diferentes tipos de alimentos utilizados para la alimentación

de cuyes.

	ED	NDT
MO	0.549	0.404
	0.002	0.027
PC	0.696	0.499
	0.000	0.005
FB		-0.161
		0.596
ELN	- 0.255	- 0.0580
	0.714	0.762
EE	0.3216	0.216
	0.780	0.780

Anexo 34. Análisis de regresión múltiple para la estimación de la energía digestible a partir de la composición química de diferentes tipos de soya

$$\mathbf{ED = - 987 + 106 PC + 174 EE - 9.22 MO + 149 ELN}$$

Predictor	Coficiente	Probabilidad
Constante	- 987	0,000
PC	106	0,000
EE	174.0	0,000
MO	- 9.22	0,000
ELN	149	0.000

Desviación Estándar = 5.26

Coeficiente de Determinación = 99.60 %

Anexo 35. Análisis de regresión múltiple para la estimación de NDT a partir de la composición química de diferentes tipos de alimentos para la alimentación de cuyes.

$$\text{NDT} = - 26.7 + 1.63 \text{ PC} + 6.49 \text{ EE} + 0.0466 \text{ MO} - 1.05 \text{ FC} + 4.33 \text{ ELN}$$

Predictor	Coeficiente	Probabilidad
Constante	- 26.7	0,000
PC	1.63	0,000
EE	6.49	0,000
MO	0.0466	0,000
FC	- 1.05	0,000
ELN	4.33	0,000

Desviación Estándar = 0.05

Coeficiente de Determinación = 99.80 %

Anexo 36. Análisis de la estadística descriptiva de los diferentes alimentos utilizados para la alimentación de cuyes

Componente	MS	MO	C	PC	EE	FC	ELN
Media	23.52	20.61	2.50	3.78	0.87	7.60	8.36
Desviación estándar	2.88	2.68	0.84	1.37	0.68	2.41	1.01
Rango	7.37	6.64	2.07	3.59	1.70	6.45	2.34
Mínimo	19.88	17.39	1.33	1.63	0.36	4.31	7.18
Máximo	27.25	24.03	3.40	5.22	2.06	10.76	9.52