



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“VALORACIÓN ENERGÉTICA DE DIFERENTES TIPOS DE MAÍZ
(*Zea mays*) UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia
porcellus*)”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

YAZMÍN DEL CONSUELO JIMÉNEZ QUEVEDO

Riobamba- Ecuador

2007

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.Cs. José Herminio Jiménez Anchatuña.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Hernán Patricio Guevara Costales
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Cs. Julio Enrique Usca Mendez.
BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.Cs. Hermenegildo Díaz Berrones
ASESOR DE TESIS

Fecha: 16-01-2007

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, al proyecto FUNDACYT PIC 031 al Ing. Patricio Guevara a todo el equipo del Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología a Ramiro Garzón y a todos mis amigos y amigas que me ayudaron a la realización de la tesis gracias...

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi corazón a mi linda madre Francisca Quevedo Vallejo que estuvo a mi lado apoyándome y confiando en mí.

A mis Hermanos Marcelo, Pancho, Manuel a mis sobrinos y a toda mi familia, que son los pilares más importantes en mi vida, y a todos quienes confiaron en mí.

GRACIAS

CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros	vii
Lista de Anexos	viii
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. DIGESTIBILIDAD	3
1. <u>In vivo</u>	3
2. <u>Determinación de la Digestibilidad Aparente.</u>	4
a. Digestibilidad aparente frente a la verdadera.	5
b. Digestibilidad por diferencia.	6
3. <u>Determinación de la Digestibilidad</u>	6
4. <u>Métodos para Determinar Digestibilidad</u>	7
a. Método del Indicador	7
b. Método de laboratorio	7
5. <u>Muestreo de Materias Biológicas</u>	7
a. Heces	8
B. VALOR NUTRITIVO DE LOS CEREALES EN CONEJOS	8
1. <u>Valor energético de los cereales</u>	8
2. <u>Valor proteico de los cereales</u>	10
C. ALFALFA	11
1. <u>Características de la dieta base</u>	11
E. MAIZ	13
D. CUYES	15
1. <u>Nutrición y alimentación</u>	15
a. Fisiología digestiva de los cuyes.	16
b. Cecotrofia	16
c. Agua	17
d. Proteína	17
e. Fibra Cruda	18
f. Grasas	19
2. <u>Energía</u>	19
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	20

A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO	20
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	20
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	21
1. <u>De Campo</u>	21
2. <u>Equipos de Laboratorio</u>	21
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	22
F. ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	23
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	23
1. <u>De Campo</u>	23
2. <u>De laboratorio</u>	24
H. METODOLOGIA DE EVALUACION	24
1. <u>Determinación de la Humedad Inicial</u>	24
2. <u>Determinación de la Humedad Higroscópica</u>	24
3. <u>Determinación de la Ceniza</u>	24
4. <u>Determinación de la Proteína Bruta</u>	25
5. <u>Determinación del Extracto Etéreo</u>	25
6. <u>Determinación de la Fibra Bruta</u>	25
7. <u>Determinación del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)</u>	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
A.COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	27
1. <u>Contenido de Materia Seca</u>	27
2. <u>Contenido de Materia Orgánica y Cenizas.</u>	27
3. <u>Contenido de Proteína Bruta.</u>	29
4. <u>Contenido de Fibra Cruda.</u>	29
5. <u>Contenido de Extracto Etéreo.</u>	29
6. <u>Contenido de Extracto Libre de Nitrógeno.</u>	30
B. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL <i>Zea mayz</i> (MAÍZ) DE PROCEDENCIAS DIFERENTES	30
1. <u>Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Materia Seca</u>	30
2. <u>Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Materia Orgánica</u>	30

3. <u>Coeficientes de Digestibilidad de la Proteína Bruta</u>	32
4. <u>Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Fibra Bruta</u>	32
5. <u>Coeficientes de Digestibilidad in vivo del Extracto Etéreo</u>	32
6. <u>Coeficientes de Digestibilidad in vivo del Extracto Libre de Nitrógeno</u>	33
C. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL <i>Zea mays</i> (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	33
1. <u>Materia Seca Digestible</u>	33
2. <u>Materia Orgánica Digestible</u>	33
3. <u>Proteína Cruda Digestible</u>	34
4. <u>Fibra Cruda Digestible</u>	34
5. <u>Extracto Etéreo Digestible</u>	34
6. <u>Extracto libre de Nitrógeno Digestible</u>	34
7. <u>Energía Digestible</u>	36
D. RESUMEN COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL <i>Zea mays</i> (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	36
V. <u>CONCLUSIONES</u>	39
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	41
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	42
ANEXOS	44

LISTA DE CUADROS

Nº	Página
1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR ENERGÉTICO DEL MAÍZ SEGÚN DIVERSOS AUTORES	9
2. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA (%) DEL MAIZ	10
3. COMPOSICION NUTRICIONAL DE LA ALFALFA	12
4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAÍZ DURO	13
5. IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO DURO	14
6. VALORES NUTRICIONALES DEL MAÍZ NACIONAL COMPOSICIÓN QUÍMICA %	15
7. VALORES NUTRICIONALES DEL MAIZ IMPORTADO COMPOSICION QUIMICA %	15
8. CONDICIONES METEREOLÓGICAS	20
9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	22
10. ESQUEMA DEL ADEVA	23
11. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	28
12. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL	31
13. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL <i>Zea mays</i> (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	35
14. RESUMEN COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL <i>Zea mays</i> (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	38

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. VARIABLE: MATERIA SECA DIGESTIBLE
2. VARIABLE: MATERIA ORGANICA DIGESTIBLE
3. VARIABLE: PROTEINA DIGESTIBLE
4. VARIABLE: FIBRA CRUDA DIGESTIBLE
5. VARIABLE: EXTRACTO ETereo DIGESTIBLE
6. VARIABLE: EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO DIGESTIBLE
7. VARIABLE: ENERGIA DIGESTIBLE
8. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA SECA
9. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA ORGANICA
10. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PROTEINA CRUDA
11. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FIBRA CRUDA
12. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO ETereo
13. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO ETereo

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN

15. MATERIA ORGANICA DIGESTIBLE
16. PROTEINA DIGESTIBLE
17. FIBRA CRUDA DIGESTIBLE
18. EXTRACTO ETereo DIGESTIBLE
19. EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO
20. ENERGIA DIGESTIBLE
21. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA SECA
22. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA ORGANICA
23. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PROTEINA CRUDA
24. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FIBRA CRUDA
25. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO ETereo
26. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

I. INTRODUCCION

La nutrición es lo que hace la diferencia en la producción, y es por ello que se debe conocer como proporcionar alimento adecuado, tanto en cantidad como en calidad. El suministro inadecuado de nutrientes, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento.

La utilización de cereales en la alimentación de cuyes es baja si se compara con otros monogástricos (cerdos, aves), a pesar de que es una especie originaria de América del Sur, no se han desarrollado investigaciones que permitan obtener información acerca de los requerimientos nutricionales de esta especie.

A diferencia de lo que ha ocurrido con otros animales, como en el caso de la avicultura que ha tenido un gran desarrollo tecnológico especialmente en Brasil país que ya cuenta con sus propias tablas nutricionales, es por este motivo que es de vital importancia realizar estudios que permitan determinar parámetros de los requerimientos nutricionales en los cuyes, para formular raciones en forma técnica convirtiéndonos en el país pionero en este área. Lo que abre un campo extenso para realizar un sin número de ensayos.

Debido a la falta de información, se hace necesario realizar experimentos que ayuden a determinar los coeficientes de digestibilidad para lo cual se recurre a las pruebas in vivo; siendo necesaria la utilización de jaulas metabólicas que son diseños adecuados para que el animal no sufra estrés y así poder determinar dichos coeficientes. Por lo que la presente investigación esta destinada a formuladores de alimentos en la especie *Cavia porcellus*.

El presente estudio fue orientado a:

1. Determinar la composición química de diferentes tipos de *Zea mays* (maíz) utilizados en la alimentación de *Cavia porcellus* (cuyes).

2. Calcular los nutrientes digeribles de diferentes tipos de maíz (Importado, Costa, Sierra y Oriente) a través de las pruebas de Digestibilidad in vivo con *Cavia porcellus* (cuyes).

3. Determinar la energía digestible de diferentes tipos de maíz (Importado, Costa, Sierra y Oriente) a través de las pruebas de digestibilidad in vivo con *Cavia porcellus* (cuyes).

II. REVISION DE LITERATURA

A. DIGESTIBILIDAD

Los ensayos de digestibilidad son realizados para medir el grado de digestión o aprovechamiento de los alimentos. Estos se realizan con el objeto de conocer la cantidad de nutrientes (PB, FB, etc.) o de un alimento en forma general (MS, MO) que se digieren y por lo tanto son potencialmente absorbidos. Es una aproximación más real para medir la calidad de los alimentos. A partir de resultados de ensayos de digestibilidad se pueden obtener otros valores que nos permiten predecir con bastante exactitud cual será la producción de un animal o grupo de animales que consumen estas dietas. Esto último es uno de los objetivos más importantes de la Nutrición.

Maynard, L (1980) basado en estudio sobre digestibilidad, establece que la digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto gastrointestinal debido a la absorción.

McDonald, P (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.

1. In vivo

Para estos ensayos el alimento o dieta bajo estudio es suministrado a un grupo de animales (4 a 6 generalmente) por un periodo de tiempo (+/- 15 días). El alimento es precisamente pesado y suministrado en forma individual y las heces son recolectadas diariamente y perfectamente pesadas. El nivel de alimentación debe ser cercano a mantenimiento. Se determina MS tanto del alimento como de las heces.

Con estos parámetros ya podemos determinar la digestibilidad de la MS.

Digestibilidad = (Consumido – Excretado)/ Consumido.

Si posteriormente sometemos tanto el alimento como las heces a otros análisis (MO, PB, FB, etc.) obtenemos la digestibilidad de cada una de estas fracciones, por lo tanto se puede reportar como Proteína Digestible, Fibra Digestible, etc.

Si determinamos la Energía podemos determinar la Energía Digestible (ED)

Este tipo de ensayos de digestibilidad son considerados los más precisos, además se los utiliza como referencia para la realización de otros ensayos menos largos y tediosos.

Cabe recalcar que a este tipo de digestibilidad se la denomina aparente debido a que en las heces no solo aparece los nutrientes no digeridos de la dieta sino que también se encuentran algunos nutrientes especialmente proteína que son producto de las descamaciones y secreciones del intestino.

2. Determinación de la Digestibilidad Aparente.

Maynard, L (1980), 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 y previamente medido. Además manifiesta que existen grandes diferencias en la capacidad para digerir los alimentos voluminosos en las diferentes especies animales.

En todos los ensayos de digestibilidad y en especial en los llevados a cabo con rumiantes 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 período de recogida, tengan productos procedentes de ellos.

Church, P (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 la ración
- Tratamiento a que son sometidos los animales
- Efectos asociados de los alimentos

McDonald, P (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.

a. Digestibilidad aparente frente a la verdadera.

Church, P (1990) la digestibilidad aparente es tan sólo una medición de la porción de la dieta que no aparece en las heces. Mientras que la digestibilidad verdadera de un nutrimento es aquella porción del consumo dietético que se absorbe en el aparato digestivo y que no incluye ninguna contribución de otras fuentes del organismo.

b. Digestibilidad por diferencia.

Church, P en (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 base y, además también se proporcionará la dieta base con el alimento 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 base más el alimento en estudio, aunque esto no se lleve generalmente a cabo.

Después de que se determina la digestión de las dietas completas, se puede calcular la digestibilidad del alimento en estudio de la siguiente manera.

$$\text{Digestibilidad (\%)} = \frac{(\text{Dig. A en DB} + A) - (\text{Dig DB} * \text{Fracción Nutrimiento DB} + \text{Dieta})}{\text{Fracción Nutrimiento A} + \text{Dieta en estudio.}}$$

Donde:

Dig = Digestibilidad

A= Alimento en estudio

DB = Dieta Base.

3. Determinación de la Digestibilidad

Un experimento de la digestibilidad supone la determinación de la ingestión de un alimento determinado o de una ración, suministrado a un animal y la recogida total de la excreción fecal de los animales correspondientes al alimento en estudio, posteriormente se realiza el análisis proximal de heces y alimento.

Las pruebas de digestibilidad suponen el control de los nutrientes consumidos y las cantidades que aparecen en las heces. Estos datos permiten calcular la digestibilidad de un nutriente en particular, un alimento único o una ración.

4. Métodos para Determinar Digestibilidad

a. Método del Indicador

Maynard (1980) manifiesta que los métodos convencionales de determinación de digestibilidad aparentes convencionales resultan muy laboriosos y demandan mucho tiempo, por esta razón los investigadores han buscado un método indirecto para evaluar la digestibilidad, el de exactitud aceptable es el uso de una sustancia inerte como indicador.

b. Método de laboratorio

Los ensayos de digestibilidad son tan limitados de realizar que se han hecho numerosos intentos para poder reproducir en el laboratorio las reacciones que tiene el tracto gastrointestinal del animal. No es fácil reproducir en su totalidad la digestión de la proteína puede medirse atacándolas in vitro con pepsina y HCL. El coeficiente de digestibilidad in vitro se determina como la proporción de los alimentos que han sido disueltos durante la incubación.

5. Muestreo de Materias Biológicas

Cuando se desea conocer los nutrientes que metaboliza el organismo hay que conocer lo que ingiere, excreta y acumula. Para conocer lo que ingiere basta analizar los alimentos que consume, para saber lo que excreta se examinan las heces.

a. Heces

El objetivo de coleccionar las heces es para los estudios de digestibilidad, de balances de nitrógeno, calidad de proteína, etc. Cada prueba tiene su metodología especial, de la cual dependerá la forma de muestreo, pues no es la misma colección para digestibilidad utilizando marcadores que nos permitan recoger separadamente las heces, ésta se debe coleccionar diariamente a la misma hora durante todo el periodo de recolección para de esta forma evitar una serie de alteraciones en los resultados. Cuando se lleva a cabo un experimento en el cual se coleccionan todas las heces excretadas, ya sean con trampas en jaulas metabólicas o arneses especiales, se debe hacer la colección diariamente y aproximadamente a la misma hora. Se debe pesar las heces y separar una parte, al final del periodo del experimento se mezclan las heces y se toma una parte (aproximadamente 500 gr.) para envío al laboratorio.

B. VALOR NUTRITIVO DE LOS CEREALES EN CONEJOS

1. Valor energético de los cereales

El valor energético de los cereales procede fundamentalmente del almidón contenido en el endospermo del grano. El contenido en almidón de los cereales es alto y oscila entre un 40 y un 70%. Los valores más bajos corresponden a los granos vestidos donde las cubiertas externas del grano suponen un peso más elevado (30 y 18% para la avena y cebada, respectivamente) y los más altos a los que se denominan granos desnudos (5-7% para el maíz, trigo y sorgo). En el cuadro 1 se muestran los valores energéticos del cereal obtenidos por distintos autores. Excepto la avena (2950 kcal/kg MS), el maíz, sorgo, trigo y cebada presentan valores energéticos medios comprendidos entre (3500 y 3650 kcal/kg MS).

Es interesante señalar que algunos de los valores más bajos de este intervalo corresponden al maíz, al contrario de lo que ocurre en cerdos y aves cuando se

comparan estos cereales. Este hecho parece estar relacionado con la menor digestibilidad que presenta el almidón del grano de maíz frente a otras fuentes de almidón (Blas, E., et al., 1990; Gidenne, T y Pérez, J., 1993). Los resultados obtenidos por Gidenne, T y Pérez, J., 1993 muestran que la menor digestibilidad del almidón del grano de maíz frente al de la cebada o el del guisante se observa tanto a nivel ileal como a nivel fecal.

Sin embargo, este efecto no parece deberse a una falta de capacidad enzimática del conejo o a diferencias en la naturaleza química del almidón entre distintas fuentes ya que, el almidón purificado de maíz mostró una digestión completa, incluso a nivel ileal. Parece, por tanto, que es la estructura del grano y las propiedades físicas que se derivan de ésta las que juegan un papel importante en su utilización digestiva. El maíz posee una proporción de endospermo córneo mayor que el trigo y la cebada (40-50% vs 10-20%, respectivamente).

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR ENERGÉTICO DEL MAÍZ SEGÚN DIVERSOS AUTORES

CEREAL	FB	PB	EB	CDE	ED
	%	%	(kcal/kgMS)	%	(kcal/kgMS)
MAIZ					
Maertens et al. (1988)	4,1	10,0	4533	77,9	3374
Villamide y de Blas (1991)	3,2	8,8	4446	76,2	3388
Hullar et al. (1992)	2,2	10,2	4500	76,8	3670

Fuente: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/1995>

Este endospermo córneo se caracteriza por tener una matriz proteica continua y densa que recubre los gránulos de almidón. Esto confiere al grano resistencia a la fractura y por tanto produce, durante la molienda, un tamaño de partícula más grande que el de otros cereales con mayor proporción de endospermo harinoso Lorenz, K y Kulp, K (1991). La menor superficie expuesta al ataque enzimático y la protección física del almidón que supone el recubrimiento con la proteína insoluble, podrían explicar su menor digestibilidad tanto a nivel ileal como fecal.

Teniendo en cuenta que el tamaño medio de criba utilizado en la molienda durante la fabricación de piensos de conejos no permite un molido fino (3-4 mm,

Mateos, G. y Piquer, J, 1994), el valor energético recomendado para el maíz sería de 3500-3600 kcal/kg MS. Los valores más altos de este intervalo corresponderían a animales adultos donde la digestibilidad es casi completa, o al grano de maíz sometido a un tratamiento físico que rompa su estructura (extrusionado o molido fino). Los valores menores corresponderían a animales jóvenes en crecimiento donde la digestibilidad del almidón es significativamente menor (7% de media, Blas,E., et al., 1990).

2. Valor proteico de los cereales

Las proteínas de los cereales han sido clasificadas tradicionalmente por su solubilidad en cuatro grupos. Las albúminas son solubles en agua, las globulinas en soluciones salinas diluidas, las prolaminas (gliadinas) en soluciones acuosas de alcohol y las glutelinas en soluciones ácidas o básicas. Las albúminas y globulinas son minoritarias (5-20% del total de proteína) en todos los cereales excepto en la avena (80%).

Las prolaminas y glutelinas constituyen la fracción mayoritaria (80-90%) de la proteína del grano y, aunque por su solubilidad cabría esperar una menor digestibilidad, su localización preferente en el endospermo del grano (proteína de reserva) tiende hacerlas más accesibles a la hidrólisis enzimática (Wiseman,J. e Inberr,J. 1990).

En el cuadro 2, se muestran los datos de digestibilidad de la proteína obtenida por distintos autores para el maíz.

CUADRO 2. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA (%) DEL MAIZ

Autor	Maíz
Maertens et al. (1988)	62,4
Villamide y de Blas (1991)	59,9

Fuente: <http://www.Fedna.upm.es.etsia>. 1995.

El trigo y la avena presentan los valores más altos de digestibilidad de la proteína (77 y 75% respectivamente), mientras que en la cebada, el maíz y el sorgo los valores son del orden de 10 a 15 puntos inferiores. De nuevo parece que la mayor proporción de endospermo córneo en el maíz y el sorgo podría hacer más indigestible la proteína del endospermo del grano. Este hecho, además, contribuiría a explicar el relativamente bajo valor en energía digestible del maíz. Una vez que se rompe esa estructura, la utilización de la proteína se incrementa.

Las grandes diferencias observadas en la digestibilidad de la proteína entre cereales ponen de manifiesto, una vez más, la necesidad de formular la proteína en unidades digestibles ya que estas diferencias enfatizan el déficit de proteína de cereales, como el maíz, respecto a las necesidades del conejo.

Dado que tanto prolaminas como glutelinas se caracterizan por su bajo contenido en aminoácidos limitantes, especialmente lisina y treonina, los cereales se muestran deficitarios en estos mismos aminoácidos. Estas diferencias pueden elevarse cuando se produce un aumento del contenido en proteína del cereal como consecuencia del abonado, ya que este aumento se produce, sobre todo, en las proteínas de reserva (Wiseman, J. e Inbarr, J. 1990).

Finalmente, conviene recordar que el valor relativo de los cereales para cubrir las necesidades de aminoácidos en conejos podría cambiar si el contenido se expresa en aminoácidos digestibles ya que, como se ha comprobado en otras materias primas (alfalfa), la digestibilidad de los aminoácidos es distinta entre sí y distinta a su vez del conjunto de la proteína (García, J. et al., 1995).

C. ALFALFA

1. Características de la dieta base

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 no son constantes. Existe una variación estacional que directamente tiene 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 del forraje viene determinada por el manejo por el tiempo transcurrido desde 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 además que la mayor cantidad de nitrógeno esta en las hojas. Con relación a las hojas la cantidad de proteína esta entre el 30 al 50%.

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 en las hojas.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ALFALFA

COMPOSICIÓN	% EN BASE SECA
Materia Seca	88.12
Proteína Bruta	22.64
Fibra Bruta	30.44
Grasa	2.81
Ceniza	13.23
Materia Orgánica	86.77

FUENTE: CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE SUBPRODUCTOS FIBROSOS NO TRADICIONALES.

E. MAÍZ

El maíz es una gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones del clima y del suelo. Constituye después del trigo y el arroz, el cultivo más importante en la alimentación humana y animal.

Por recientes descubrimientos arqueológicos y paleobotánicos, se ha logrado determinar que el maíz procede de un antepasado de tipo silvestre que fue un cereal de grano duro contenido en una vaina, en el que cada semilla estaba protegida por una cubierta formada por dos valvas, el teocintle.

El maíz amarillo es un cultivo de carácter extensivo que se siembra en todas las provincias, especialmente en la costa. Para 98851 Unidades de Producción Agrícolas este producto representa la principal fuente de ingresos. Además es la materia prima más utilizada por la industria fabricante de balanceado.

CUADRO 4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAÍZ DURO

Región/Provincia	Maíz Duro		
	Superficie	Cosechada %	Producción %
<u>Región Costa</u>	75.67		87.96
<u>Región Sierra</u>	16.0		6.80
<u>Región Amazónica</u>	5.63		2.36
<u>Región Insular</u>	0.02		0.01
<u>Zonas no Delimitadas 1/</u>	2.68		2.87

Elaboración: Proyecto SICA-BIRF/MAG-Ecuador (www.sica.gov.ec)

El maíz que conocemos actualmente *Zea mays* no tiene esta cubierta y los granos están unidos en una mazorca, la que a su vez está contenida en una envoltura de hojas. Este cereal es el resultado de un continuo proceso de selección humana a partir de este antecesor silvestre de vaina, llamado teocintle *Zea mexicana*,

aunque también se ha opinado que podría ser el Tripsacum, otro pariente silvestre del maíz.

CUADRO 5. IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO DURO

Año	Mes	País origen	de	Volumen Tm.	Valor miles US\$	FOB	Valor CIF miles US\$
2005	Ene	ESTADOS UNIDOS		26,006	2,116,560		2,930,280
	Feb	ESTADOS UNIDOS		83,205	8,267,000		11,057,330
	Mar	ESTADOS UNIDOS		32,998	3,447,500		4,531,400
	Abr	ARGENTINA		24,466	2,126,190		3,406,000
		ESTADOS UNIDOS		15,848	1,602,200		2,209,040
	Sep	URUGUAY		27,390	2,191,200		3,625,660
		ARGENTINA		10	1,150		3,620
	Oct	ARGENTINA		37,623	3,756,600		5,095,970
		ESTADOS UNIDOS		26,356	2,635,330		3,311,710
	Nov	ARGENTINA		32,294	3,003,350		4,048,550
		ESTADOS UNIDOS		87,521	8,906,670		11,086,880
	Dic	ARGENTINA		27,150	2,552,100		3,431,590
Total 2005				420,867	40,605,850		54,738,030

<http://www.sica.gov.ec> 2005

Al igual que otros cereales, el maíz es muy deficitario en calcio, sodio, microminerales y vitaminas hidrosolubles. El contenido en fósforo es aceptable (0,27%) pero en gran parte se encuentra en forma de fitatos poco disponibles. Además, el grano no contiene fitasas activas. El maíz es una buena fuente de vitamina A y de xantofilas; contiene mono y dihidroxipigmentos (luteína y zeaxantina) que son activos para dar color a la carne de pollo y a yema de los huevos. Los niveles de xantofilas totales son especialmente altos en el maíz plata argentino (26,2 vs 18,0 ppm en variedades normales).

**CUADRO 6. VALORES NUTRICIONALES DEL MAÍZ NACIONAL
COMPOSICIÓN QUIMICA %**

Humedad	13.2
Cenizas	1,5
PB	8,5
EE	3,5
FB	2,6
MS	87
Almidón	59,96

Fuente FEDNA, 2003.

**CUADRO 7. VALORES NUTRICIONALES DEL MAÍZ IMPORTADO
COMPOSICIÓN QUIMICA %**

Humedad	14,1
Cenizas	1,3
PB	8,1
EE	3,6
Grasa Verdadera (%)	90
FB	2,4
Almidón	62,0
Azúcares	2,0

Fuente FEDNA, 2003.

D. CUYES

1. Nutrición y alimentación

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado y la microbial, a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia. Este factor contribuye a dar versatilidad a los sistemas de alimentación.

Los sistemas de alimentación se ajustan a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos, dada por la restricción del concentrado o del forraje, hace del cuy una especie de alimentación versátil. El animal puede, en efecto, ser

exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados.

a. Fisiología digestiva de los cuyes.

Al conocer el funcionamiento del aparato digestivo, los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los alimentos, nos va a permitir nutrir de una forma mas adecuada y evitar algunos de los problemas digestivos que son comunes en los cuyes.

Los cuyes son herbívoros monogástricos que mastican intensamente los alimentos de modo que esta finamente molido cuando llega al estómago, donde inicia la digestión enzimática de los alimentos, para luego pasar al intestino delgado, iniciando por el duodeno donde se secreta la bilis la cual ayuda a la digestión de las grasas, a demás la secreción del jugo pancreático que interviene en la digestión de las proteínas, carbohidratos y grasas. La mayor absorción de nutrientes se realiza a nivel del intestino delgado; de la ingesta que llega al final del intestino delgado (ileon), ingresa al ciego los alimentos que tienen partículas menores a 0.5 cm. de grosor y que contienen carbohidratos digeribles los cuales son digeridos por fermentación bacteriana , los alimentos de mayor grosor pasan directamente al colon.

Los cuyes al tener un ciego funcional, aprovechan la fibra y reutilizan el nitrógeno, esto principalmente en raciones bajas en proteína, lo cual ayuda a mantener un buen rendimiento productivo de los animales. El ciego normalmente ocupa casi el 50% de la capacidad abdominal, de ahí su importancia en la digestión de los alimentos.

b. Cecotrofia

Es la ingestión de las heces, los cuyes lo realizan como un mecanismo de compensación biológica, generalmente lo efectúan el 30% de los cuyes, este porcentaje puede variar dependiendo de la calidad de la dieta. Las heces que

consumen son más pequeñas y blandas que provienen del ciego, el cuy toma las heces directamente del ano.

c. Agua

Es uno de los nutrientes esenciales y mas importantes, ya que constituye el mayor componente del organismo (70 % del peso vivo), los cuyes pueden obtener a través del agua de bebida, el agua contenida como humedad del alimento que es la fuente de abastecimiento; y a través del agua metabólica.

El forraje fresco generalmente cubre los requerimientos de agua de los animales, sin embargo si existe la posibilidad de administrar agua se registra mayores parámetros productivos de los animales.

d. Proteína

Son compuestos presentes en cada una de las células de todos los organismos constituyendo la parte estructural de órganos, músculos, piel, matriz ósea, ligamentos y pelos. Al igual que la mayoría de las funciones productivas como la formación o secreción de proteína, incluyendo la producción de carne, leche, pelo, etc.

Las proteínas están formadas por pequeñas moléculas denominadas aminoácidos, los cuales van a determinar la calidad de la proteína, los aminoácidos esenciales aquellos que no pueden ser sintetizados por el organismo, siendo importante que sean suministrados en la dieta, en los cuyes los aminoácidos que se debe tener en cuenta son Lisina, Metionina, Arginina, Treonina, Triptófano. Y los no esenciales aquellos que pueden ser sintetizados por el organismo a partir de los aminoácidos esenciales, por lo que no es elemental añadir en la dieta.

Es importante evitar el exceso o déficit de proteína en las raciones, en el primer caso se produce un desbalance en la relación proteína energía, lo cual disminuye el crecimiento normal de los animales y eleva el costo de la ración, en raciones

deficitarias de proteína es evidente menor peso al nacimiento, baja ganancia de peso, disminución de la fertilidad y de la producción de leche. Por lo que se debe manejar niveles o porcentajes de proteína y una relación de aminoácidos acorde al estado fisiológico, etapa productiva, condiciones climáticas y línea genética.

e. Fibra Cruda

La palabra fibra es un término muy amplio que engloba los componentes estructurales de los tejidos vegetales. La fibra de los forrajes esta compuesta fundamentalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, que forman las paredes celulares de los tejidos vegetales. La lignina es un compuesto fenólico indigestible que se encuentra asociado a la celulosa. Ambos componentes generalmente denominados lignocelulosa, proporcionan rigidez estructural a los tejidos vegetales, aumentando su contenido a medida que las plantas maduran. Al progresar la madurez, el porcentaje de lignina aumenta (lignificación), lo que determina un descenso en la digestibilidad de la fibra al madurar las plantas.

En la nutrición de los cuyes a mas de ser fundamental conocer el aporte de fibra bruta de una ración, es importante también determinar el aporte de fibra digestible (que esta relacionada con la fibra neutro detergente) y de fibra indigestible (que esta relacionada con la fibra ácido detergente) que nos ayudan a determinar la mayor o menor digestibilidad de un forraje o materia prima.

En la ración de los cuyes es un componente cuantitativamente importante y constituye el principal sustrato energético para la flora microbiana residente en el ciego, otra de las funciones importantes del aporte de fibra en la dieta es retardar el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo, favoreciendo la digestibilidad de otros nutrientes; el aporte adecuado de fibra ácido detergente o fibra indigestible evita problemas de empastamiento a nivel cecal, o el acumulo de heces en el ano de los machos principalmente de los reproductores. El aporte de fibra esta dado básicamente por el consumo de forrajes, el cual es variable dependiendo de la especie forrajera y de la madurez de la planta.

f. Grasas

Las grasas y aceites también se conocen como lípidos, y son sustancias que se encuentran en los tejidos vegetales y animales. Técnicamente, las grasas y aceites son triglicéridos, es decir sustancias que contienen tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol. Las propiedades de los lípidos vienen determinadas por los ácidos grasos que contienen, que pueden ser saturados o insaturados.

La utilización de grasas o aceites en la dieta de los cuyes permiten cubrir el requerimiento de ácidos grasos no saturados principalmente ácido linoleico que los cuyes no sintetizan, siendo fundamental el aporte de un 3 – 5% de grasa del total de la dieta dependiendo de la etapa de producción.

2. Energía

Es la capacidad de realizar trabajo en función de las necesidades vitales del organismo para el óptimo funcionamiento de las innumerables reacciones químicas metabólicas involucradas en el mantenimiento, crecimiento, reproducción, producción y trabajo del animal.

Las actividades bioquímicas, fisiológicas y físicas del animal conducen a un gasto de energía; por lo que cuantitativamente, las mayores necesidades nutritivas corresponden a la energía. Las necesidades energéticas se expresan en calorías o en julios, los únicos nutrientes que pueden aportar energía son los carbohidratos, lípidos y proteínas. Generalmente las proteínas son más caras que los carbohidratos, de modo que es conveniente equilibrar las raciones para hacer mínimo el metabolismo proteico como fuente de energía.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación en su fase experimental se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), como parte del Proyecto FUNDACYT PIC 031 EIZ.

El análisis químico y bromatológico de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la FCP. La misma que se encuentra ubicada en el Km 1 ¹/₂ Panamericana Sur de la ciudad de Riobamba a una altitud de 2780 m.s.n.m.

La presente investigación tuvo una duración de 4 meses distribuidos de la siguiente manera: 12 semanas para trabajo de campo y 4 semanas para análisis de laboratorio. La investigación tuvo un costo de 1156 dólares los cuales fueron financiados por el proyecto FUNDACYT PIC031.

CUADRO 8. CONDICIONES METEREOLÓGICAS

PARAMETROS	AÑOS					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Temperatura	13.2	13.5	13.2	13.5	13.3	13.2
Humedad Relativa en %	67.0	68.0	64.7	68.0	67.5	67.6
Precipitación	44.6	42.8	44.2	42.8	43.4	42.8

Fuente: Departamento Agro meteorológico de la FRN-ESPOCH 2003

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación contó 24 muestras experimentales obtenidas de 6 cuyes machos de tres meses de edad, entre 800 y 1000 gramos de peso vivo aproximadamente, los mismos que fueron colocados en jaulas metabólicas utilizadas para pruebas de digestibilidad.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. De Campo

- 6 jaulas metabólicas
- Dieta experimental maíz (Importado, Costa, Sierra y Oriente).
- Dieta base (alfalfa)
- Tabla para picar (alfalfa)
- Fundas plásticas
- Envases plásticos
- Balanza
- Hoz
- Equipo de limpieza
- Equipo sanitario
- Materiales de escritorio
- Material bibliográfico

2. Equipos de Laboratorio

- Equipo para la determinar humedad inicial e higroscópica (Estufas)
- Equipo para determinar ceniza (mufla)
- Equipo para determinar fibra bruta
- Equipo para determinar la proteína
- Equipo para determinar extracto etéreo

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se determinó la Composición Química y la Valoración Energética de cuatro tipos de maíz bajo un Diseño Completamente al Azar con 6 repeticiones por tratamiento, según la siguiente ecuación de rendimiento:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = promedio general

T_i = efecto del tipo de maíz (MI, MC, MS, MO)

ϵ_{ij} = error experimental

CUADRO 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Tipos de Maíz	cód	# Repeticiones	TUE	TOTAL/REPETICIONES/TRAT
Maíz importado	MI	6	1	6
Maíz de la costa	MC	6	1	6
Maíz de la sierra	MS	6	1	6
Maíz del oriente	MO	6	1	6
TOTAL				24

* Los 6 animales se utilizaron para los cuatro tratamientos.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Estadística Descriptiva para:

- Análisis de Weende: Agua, Materia Seca, Cenizas, Proteína, Fibra, Extracto Etéreo, Extracto libre de Nitrógeno.

Estadística Comparativa para:

- % Materia Seca Digestible.
- % Materia Orgánica Digestible.
- % Proteína Cruda Digestible.
- % Fibra Cruda Digestible.
- % Extracto Etéreo Digestible.
- % Extracto libre de Nitrógeno.
- Kcal/Kg Energía Digestible.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de varianza
- Análisis de correlación
- La prueba de Waller – Duncan
- Niveles de significancia $P < .05$ y $P < .01$

CUADRO 10. ESQUEMA DEL ADEVA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	3
ERROR	20

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De Campo

- La dieta base usada fue alfalfa.
- Consumo de Materia Seca Total (alfalfa + maíz) fue de 30gMS/Kg de peso metabólico, suministrado dos veces al día en hora y ración exacta 07h00 y 16h00.
- Se estableció un periodo de adaptación de 7 días previo a cada tratamiento.
- Las heces de los animales se recolectaron a las 16h00 (una vez al día), en fundas plásticas que fueron llevadas al laboratorio para ser pesadas y analizadas.

2. De laboratorio

- En el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se pesó las heces de cada animal diariamente, las cuales fueron divididas en pesos iguales para la determinación de materia seca, posteriormente se realizó el análisis proximal.
- Se realizó el análisis proximal de la dieta base y dieta experimental.

H. METODOLOGIA DE EVALUACION

1. Determinación de la Humedad Inicial

Fundamento.- Conocida también como humedad tal como ofrecido (TCO), y consiste en secar en la estufa a temperatura de 60 °C a 65°C hasta obtener un peso constante, el secado tiene una duración de 24 horas esta muestra posteriormente se lleva a la molienda si el caso lo requiere.

2. Determinación de la Humedad Higroscópica

Principio.- Las muestras desecadas a 65 °C de temperatura, aun contienen cierta cantidad de agua llamada humedad higroscópica; la humedad higroscópica químicamente está enlazada con sustancias del forraje y depende de la composición e higroscopia del mismo. Se determina la humedad higroscópica de las muestras en la estufa a 105 °C por un tiempo de 12 horas.

3. Determinación de la Ceniza

Principio.- Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura se 600 °C, con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma CO₂, H₂O, NH₄, y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

4. Determinación de la Proteína Bruta

Principio.- Se someterá a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO₂ y H₂O, la proteína se descompone con la formación de amoniaco, el cual interviene en la reacción con al ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio.

Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco 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 amoniaco, este amoniaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCL al 0.1N.

5. Determinación del Extracto Etéreo

Principio.- Consiste en la extracción de la grasa de la muestra problema por la acción del dietileter y determinar así el extracto etéreo; el solvente orgánico que se evapora constantemente igual su condensación, al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles.

El extracto se recoge en un beaker 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 y se pesa.

6. Determinación de la Fibra Bruta

Principio.- Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalisis, agua caliente y cetona. El ácido sulfúrico hidroliza los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalisis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y

lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo de queda es la fibra bruta.

7. Determinación del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Cálculos

Guevara, P. (2001), Se evalúa mediante datos encontrados en el análisis proximal y se determina mediante la siguiente formula matemática:

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

Donde:

PB = proteína bruta

FB = fibra bruta

EE = extracto etéreo

C = cenizas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

La composición química de un alimento representa uno de los aspectos más sobresalientes de su calidad en virtud de que dependiendo de su contenido de nutrientes, este garantiza la ganancia o pérdida de peso de los animales además de garantizar el normal desempeño de las diferentes funciones vitales, siendo de vital importancia este análisis especialmente en este tipo de investigaciones donde no existe dato alguno sobre los requerimientos de esta especie (cuy).

1. Contenido de Materia Seca

El contenido de Materia Seca (MS) del *Zea mays* (maíz) de diferentes procedencias oscilan entre 88.75% y 91.08%, que corresponde al maíz de la Sierra y del Oriente, el promedio general de MS, del maíz fue de 89.34 ± 1.15 %, encontrándose ligeras diferencias entre los granos. Los valores de MS, reportados por FEDNA (2003), están aproximadamente dentro de los parámetros encontrados en la presente investigación (86.8%) y esto está en función probablemente a tiempo de cosecha y a la diferente procedencia.

2. Contenido de Materia Orgánica y Cenizas.

En cuanto al contenido de la Materia Orgánica (MO) se puede manifestar que existe un promedio de 98.45 ± 0.87 %, el maíz de procedencia de importado (Argentina) dispone mayor porcentaje de MO, seguido del maíz de la sierra, costa y oriente cuyos porcentajes de MO fueron 98.36, 98.55 y 97.39 respectivamente, esta diferencia matemática quizá se deba posiblemente a condiciones ambientales y edáficas de los lugares de cultivo.

En lo relacionado al porcentaje de cenizas el promedio de este elemento fue de 1.5 ± 0.87 %, al comparar con los reportes de FEDNA (2003) existe una ligera diferencia (1.3 %).

CUADRO 11. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

	M-1	M-2	M-3	M-4
MS	88.77	88.75	91.08	88.77
M.O.	98.36	98.55	97.39	99.52
Cenizas	1.64	1.45	2.61	0.48
Prot. Cruda	9.59	7.91	7.22	8.15
E.E.	5.75	7.37	5.55	3.43
Fibr. Crud.	2.74	3.41	4.06	2.74
ELN	80.28	79.85	80.56	85.20

	MS	M.O.	Cenizas	Prot. Cruda	E.E.	Fibr. Crud.	ELN
Media	89.343	98.456	1.544	8.219	5.525	3.238	81.473
Error típico	0.579	0.436	0.436	0.498	0.807	0.318	1.250
Mediana	88.770	98.454	1.546	8.032	5.649	3.076	80.420
Desviación estándar	1.159	0.873	0.873	0.996	1.615	0.636	2.501
Varianza de la muestra	1.343	0.762	0.762	0.992	2.607	0.405	6.255
Rango	2.331	2.129	2.129	2.370	3.935	1.327	5.345
Mínimo	88.750	97.393	0.479	7.220	3.434	2.737	79.854
Máximo	91.081	99.521	2.607	9.590	7.369	4.064	85.200
Suma	357.371	393.822	6.178	32.875	22.101	12.954	325.893
Cuenta	4	4	4	4	4	4	4

M-1 = Maíz de la Costa

MS = Materia Seca

FC = Fibra Cruda

M-2 = Maíz de la Sierra

MO = Materia Orgánica

ELN = Extracto libre de Nitrógeno

M-3 = Maíz del Oriente

PC = Proteína Cruda

M-4 = Maíz Importado (Argentino)

EE = Extracto Etéreo

3. Contenido de Proteína Bruta.

En el maíz del Oriente, se encontró el porcentaje más bajo de Proteína Bruta (PB), con 7.22%, y el valor más alto presente el maíz de la costa con 9.59%, comparado con los datos reportados por FEDNA (2003), en que se encontró un contenido de PB, entre 6.9 y 7.8%, datos que están por debajo de los mencionados en la presente investigación esto quizá puede deberse a muchos factores entre ellos la época de cosecha, la procedencia, etc. Maertens et al (1988), reporta un valor de 10.0% de PC, dato que se aproxima al más alto porcentaje encontrado en esta investigación, Villamide y de Blas (1991), señala que la proteína del maíz es de 8.8%, como se puede observar, este porcentaje es superior al promedio obtenido en el presente trabajo.

4. Contenido de Fibra Cruda.

En lo que tiene que ver al porcentaje de Fibra Cruda (FC), el maíz del oriente, presenta el porcentaje 4.06%, y tanto el maíz de la costa e importado (Argentino), obtuvieron (2.74%). El porcentaje promedio de FC del maíz fue 3.24 ± 0.63 %.

Cuando comparamos estos porcentajes con Mc.Dowell 1974, (2.3 y 2.6%), podemos decir que los datos reportados en la presente investigación coinciden aproximadamente con los reportados en la literatura citada, pudiendo ser por la diferencia entre los laboratorios existentes.

5. Contenido de Extracto Etéreo

El contenido de grasa del maíz fue de 3.43% a 7.37% del maíz importado (Argentino) y de la sierra respectivamente. Con una media de 5.53 ± 1.61 % estos porcentajes están dentro del rango de EE para los maíces el mismo que no debe superar el 8%. FEDNA (2003), reporta un contenido de grasa de 3.6% y McDowell (1974) un porcentaje de 4.8, como podemos notar los porcentajes coinciden con los obtenidos en la presente investigación.

6. Contenido de Extracto Libre de Nitrógeno.

El contenido de Extracto libre de Nitrógeno (ELN), es calculado matemáticamente representando la diferencia porcentual de la sumatoria de los demás componentes nutritivos (proteína, fibra, grasa y cenizas), en la presente investigación el maíz de la Sierra y maíz importado (Argentino) presentan porcentajes extremos con 79.85 y 85.2% respectivamente, con una media 81.47 ± 2.50 %.

B. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL *Zea mays* (MAÍZ) DE PROCEDENCIAS DIFERENTES

1. Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Materia Seca

La digestibilidad in vivo de la materia seca, de los diferentes tipos de maíz aplicados en cuyes presenta diferencias estadísticas a una probabilidad < 0.01 entre sus medias de los tratamientos, siendo el maíz importado (Argentino), Costa y Sierra los que permitieron las mejores digestibilidades 94.08, 93.41 y 92.87 % que difieren estadísticamente del maíz del oriente puesto que presentó una digestibilidad del 79.64 %. Lo cual nos da una idea de la metabolicidad de la dieta o calidad de la misma en cuanto al contenido de nutrientes.

2. Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Materia Orgánica

La digestibilidad de la Materia Orgánica del maíz aplicada a cuyes fue de 97.49 y 96.31% cuyas procedencias fueron de la Costa y Sierra que difieren estadísticamente del maíz del Oriente puesto que presentó una digestibilidad del 91.10 % .

Lo cual indicando la calidad de energía demostrando la alta digestión, lo que se está corroborando con la Energía Digestible de los maíces.

**CUADRO 12. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL
Zea mays (MAÍZ) DE PROCEDENCIAS DIFERENTES.**

Variable	Tratamientos				Media General	Probabilidad	Significancia
	M1	M2	M3	M4			
CDMS	93.410a	92.872a	79.642b	94.087a	90.002	0.0001	**
CDMO	97.498a	96.313a	91.108b	94.055ab	94.743	0.0049	*
CDPC	74.325a	75.515a	66.495ab	58.372b	68.676	0.0234	*
CDFC	100a	100 ^a	69.582b	100a	92,395	0.0113	*
CDEE	89.543a	93.758a	84.042ab	79.208b	86.637	0.0295	*
CDELN	96.217a	94.552ab	94.440ab	93.073b	94.57	0.1752	*

Promedios con letras iguales no difieren significativamente según Duncan

*** Significancia <0.05**

**** Altamente significativo <0.01**

CDMS = Coeficiente de Digestibilidad de Materia Seca

CDMO = Coeficiente de Digestibilidad de Materia Orgánica

CDPC = Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda

CDFC = Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda

CDEE = Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo

CDELN = Coeficiente de Digestibilidad del Extracto libre de Nitrógeno

M1 = Maíz de la Costa

M2 = Maíz de la Sierra

M3 = Maíz del Oriente

M4 = Maíz Importado

3. Coeficientes de Digestibilidad de la Proteína Bruta

En este parámetro vamos a encontrar un comportamiento similar al de DMS, siendo el tratamiento del maíz importado, el que presento el valor mas bajo con 58.37% difiriendo estadísticamente con el resto de tratamientos, los tratamientos M1 y M2 no presentan diferencias estadísticas entre ellos las diferencias son únicamente numéricas, lo que podemos observar en el (cuadro 12). Utilizaremos para comparar valores reportados en pruebas realizadas con conejos, por la similitud de estas dos especies, pues no existen investigaciones en cuyes. Maertens et al (1988) y Villemide y de Blas (1991) utilizando maíz, obtuvieron los siguientes resultados para este parámetro, 62.4 %, y 59.9%, respectivamente, datos que concuerdan con la mayoría de valores alcanzados en la presente investigación.

4. Coeficientes de Digestibilidad in vivo de la Fibra Bruta

Al analizar la digestibilidad de la fibra bruta en cuyes existe un promedio de 92.39%. La mejor digestibilidad se obtuvo con el maíz procedente de la Sierra, Costa e Importado (100%), que difiere estadísticamente del maíz procedente del Oriente, esto se debe posiblemente a que la fibra bruta del maíz del Oriente no es puro, esta mezclado con residuos de cosecha (tuzas, rastros) por lo tanto la lignina tiene otra estructura molecular, considerando un bajo contenido de fibra del alimento la cual es totalmente digerible.

5. Coeficientes de Digestibilidad in vivo del Extracto Etéreo

En cuanto a la digestibilidad de la grasa existe un promedio de 86.63%, al realizar el análisis de varianza podemos mencionar que existe diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$). al utilizar el maíz de la Sierra se obtuvo la digestibilidad más alta 93.75% que difiere estadísticamente del tratamiento maíz Importado (Argentino) puesto que alcanzó una digestibilidad del 79.20%. esto quizá se deba a su estructura molecular debido a los nutrientes disponibles en el suelo.

6. Coeficientes de Digestibilidad in vivo del Extracto Libre de Nitrógeno

Si observamos el cuadro N° 12 el promedio del ELN fue de 94.57 % mediante el ADEVA no se encuentra diferencias estadísticas, sin embargo al utilizar el maíz de la Costa se obtiene un coeficiente de digestibilidad del 96.21% que supera numéricamente del resto de maíces de las otras procedencias.

C. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL *Zea mays* (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS.

1. Materia Seca Digestible

Al hablar de la Materia Seca digestible este parámetro nos indica la calidad de dieta y se puede señalar que, el promedio fue de 803.51 g/Kg MS, los tratamientos Maíz de la Costa (M1), Maíz de la Sierra (M2) y Maíz Importado (M4) se obtiene mayores cantidades de MS digestible que se encuentran entre 829.22, 824.23 y 835.20 g que difieren estadísticamente del Maíz del Oriente puesto que permitió disponer de 725.39 g (cuadro 13), lo que demuestra que la materia seca es menos digerible es este material.

2. Materia Orgánica Digestible

Al analizar la materia orgánica digestible, lo cual nos da una idea de la calidad de energía existente podemos observar que los mejores tratamientos se encuentran al igual que el nutriente anterior en los tratamientos a base de Maíz de la Costa y Maíz de la Sierra, sin existir diferencia estadística significativas entre ambos, la digestibilidad de este componente disminuye, siendo el tratamiento a base de Maíz del Oriente el que más bajo contenido de este nutriente reportó (890.57), lo que podemos observar en el (cuadro 13).

3. Proteína Cruda Digestible

La proteína cruda digestible del Maíz en promedio fue de 56.58 g/Kg MS, el Maíz de la Costa (M1), presentan los valores más altos (71.27%) existiendo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, y los resultados mas bajos se obtuvieron cuando se utilizo los tratamientos a base de Maíz del Oriente y Maíz Importado (Argentino), confirmándonos de algún modo lo que ya es conocido, pues el contenido de proteína bruta del maíz de la Costa es mas alto y por tanto la digestibilidad de este nutriente se incrementa notablemente.

4. Fibra Cruda Digestible

El (cuadro 13) muestra los valores de fibra cruda digestible, donde se encuentra un promedio de 29.06 g/Kg MS, la mayor cantidad de de fibra cruda digestible se encuentra con el maíz de la Sierra, aunque no difiere estadísticamente, supera al maíz Importado (Argentino) y el Maíz de la Costa principalmente (34.0, 27.0 y 27.0 g/Kg) respectivamente.

5. Extracto Etéreo Digestible

En cuanto al extracto etéreo digestible, podemos observar que el tratamiento a base de Maíz de la Sierra (M2), es el que reporto la cantidad mas alta (69,09 g/Kg MS), difiriendo estadísticamente del resto de tratamientos, principalmente del Maíz Importado (Argentino) 27,20 g/Kg MS.

6. Extracto libre de Nitrógeno Digestible

Si se analiza el contenido de extracto libre de nitrógeno digestible, el valor más alto de este componente, se encuentra en el tratamiento Maíz Importado (M4) con 792.97 g/Kg MS, difiriendo estadísticamente con el resto de tratamientos, y el ensayo en el que se empleo maíz de la sierra fue el que reporto los valores más bajos con 755.0 g/Kg MS.

**CUADRO 13. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DEL *Zea mays* (MAÍZ)
DE DIFERENTES PROCEDENCIAS**

Variable	Tratamientos				Media	Probabilidad	Significancia
	M1	M2	M3	M4	General		
MSD	829.22 ^a	824.23 ^a	725.39 ^b	835.20 ^a	803.51	0.0001	**
MOD	958.97 ^a	949.18 ^a	890.57 ^b	936.04 ^a	933.689	0.0049	*
PCD	71.278 ^a	59.763 ^b	47.717 ^c	47.575 ^c	56.583	0.0001	**
FCD	27.0 ^a	34.0 ^a	28.278 ^a	27 ^a	29	0.2718	*
EED	51.448 ^b	69.092 ^a	46.657 ^b	27.203 ^c	48.6	0.0001	**
ELND	772.46 ^{ab}	755.0 ^b	763.47 ^b	792.97 ^a	770.974	0.0112	*
ED	4157 ^a	4199.50 ^a	3613.83 ^b	4081.33 ^a	4013.083	0.0001	**

Promedios con letras iguales no difieren significativamente según Duncan

* Significancia <0.05

** Altamente significativo <0.01

MSD = Materia Seca Digestible

MOD = Materia Orgánica Digestible

PCD = Proteína Cruda Digestible

FCD = Fibra Cruda Digestible

EED = Extracto Etéreo Digestible

ELND = Extracto Libre de Nitrógeno Digestible

ED = Energía Digestible

M1 = Maíz de la Costa

M2 = Maíz de la Sierra

M3 = Maíz del Oriente

M4 = Maíz Importado (Argentino)

7. Energía Digestible

Uno de los objetivos planteados en la presente investigación fue determinar el valor de la energía digestible considerando que este es el parámetro más importante dentro de la alimentación de los cuyes, datos que no se han logrado alcanzar a nivel nacional. Como podemos observar en el (cuadro 13), no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a base de Maíz de la Costa (M1) 4157 kcal/kg MS, Maíz de la Sierra (M2) 4199.50 kcal/kg MS y el Maíz Importado (M4) 4081.33 kcal/kg MS, siendo únicamente numéricas las variaciones, el tratamiento en el que se usó el maíz del Oriente, es el que reportó los valores más bajos con (3613.83 kcal/kg MS), difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos.

Como se mencionó en los parámetros anteriores, no se ha realizado investigaciones similares en cuyes por lo que comparamos estos resultados con los obtenidos en conejos, datos que nos pueden servir pues hay gran similitud especialmente en hábitos alimenticios y características fisiológicas entre estas dos especies. Maertens et al (1988) en su investigación obtuvo valores de Energía Digestible del maíz en conejos de 3374 kcal/kg MS, datos que no concuerdan con los determinados en la presente investigación, esto se deba probablemente a que si es cierto que el conejo tiene el Tracto Gastro Intestinal similar al del cuy pero como observamos el aprovechamiento de la energía digestible del cuy varía significativamente.

D. RESUMEN COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL *Zea mays* (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

Al realizar el análisis de correlación la Energía Digestible del maíz en cuyes está relacionado con la materia seca en una $p < 0.05$ por consiguiente se puede mencionar que existe un alto grado de correlación ($r = -0.98$) lo que significa que existe un 96,94 % de asociación entre la digestibilidad y la Materia Seca debido a que el animal aprovecha de mejor manera el nutriente.

Se puede manifestar que a medida que incrementa la materia seca la energía Digestible disminuye en -230,02 por cada unidad que varía en esta variable.

CUADRO 14. RESUMEN COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL *Zea mays* (MAÍZ) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

Estadísticas	ENERGIA DIGESTIBLE EN FUNCION DE :						
	MS	FC	MO	CENIZAS	PC	EE	ELN
r	-0.9846	-0.7826	0.708	-0.708	0.661	0.1702	0.6613
R²	96.94	61.25	50.13	50.13	43.7	2.9	43.73
a	24564.06	5096.75	-17595.46	4352.23	2537.61	3855.67	327.149
b	-230.02	-334.7	219.5	-219.17	179.55	28.5	45.92
p	0.015	0.2173	0.2919	0.2919	0.3389	0.8297	0.3386

r = Coeficiente de correlación

r² = Coeficiente de Determinación

a = Interfecto

b = Pendiente

p = Probabilidad

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

- Una vez desarrollo el análisis bromatológico del maíz de cuatro procedencias se puede manifestar que el maíz de la costa posee mayor cantidad de proteína cruda, el maíz importado es superior en materia orgánica, extracto libre de nitrógeno, mientras que el maíz del oriente posee mayor cantidad de ceniza y fibra, en cuanto al extracto etéreo el maíz de la sierra es superior al resto de tratamientos.
- De acuerdo a los coeficientes de digestibilidad, el maíz de la costa alcanzo los valores más altos en Materia Orgánica, Fibra Cruda, Extracto Libre de Nitrógeno, mientras que el maíz de la sierra en Proteína, Extracto Etéreo y Fibra Cruda es decir que el animal aprovecho de mejor manera estos sin eliminarlos a través de las heces.
- Al analizar los nutrientes digeribles el maíz de la costa y el maíz importado fueron los que alcanzaron los valores más altos en cuanto al aprovechamiento de la materia seca y extracto libre de nitrógeno, el maíz de la costa y el maíz sierra en materia orgánica, proteína cruda y extracto etéreo.
- El maíz del Oriente fue el tratamiento con el cual se obtuvo la digestibilidad más baja de la mayoría de los nutrientes, presentando diferencias estadísticas significativas con el resto de tratamientos.
- En la evaluación de la calidad nutritiva uno de los factores más importantes del análisis es el aporte energético del alimento, como se sabe la energía utilizada para la formulación de raciones en cuyes es la digestible los valores más altos de esta se alcanzo con el tratamiento a base del maíz de la sierra,

y los valores más bajos se obtuvo con el dieta a base de maíz del Oriente, presentando diferencias estadísticas de este tratamiento con el resto.

VI. RECOMENDACIONES

Una vez realizado el análisis de los resultados de la presente investigación podemos recomendar lo siguiente:

1. Por los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda la utilización del maíz de la costa para la formulación de raciones en cuyes ya que este posee un mayor porcentaje de aprovechamiento de los diferentes nutrientes (Materia orgánica, Proteína, fibra.)
2. Realizar investigaciones con otros maíces de diferentes zonas (Costa, Sierra y Oriente) del Ecuador identificando las variedades, a fin de obtener más información para una formulación adecuada en cuyes.
3. Se recomienda la utilización del maíz de la costa del sector Palenque variedad 003 agrocereales de la Provincia Los Ríos, Sierra de la Provincia del Chimborazo y el Importado (Argentino) por su alto contenido de Energía Digestible ya que este es un factor importante y costoso de obtener para formulación de raciones.

VII. LITERATURA CITADA

1. BLAS, E. et al. 1990 Journées de la recherche cunicole. sn. París, Francia.
2. CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE SUBPRODUCTOS FIBROSOS NO TRADICIONALES.
3. CHAUCA, L. 1993. Cuarto congreso latinoamericano de cuyecultura. sn. Lima, Perú. pp 15 – 20.
4. CHURCH, P. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. sn. Zaragoza, España. Edit. Limusa. pp 345-347.
5. Departamento Agrometeorológico de la FRN – ESPOCH.2003.
6. ESPAÑA, FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA) 2003. Valor nutritivo maíz. p 423.
7. GIDENNE, T. Y PEREZ, J. 1993. Anim. feed sci. and technol. sn. sl. se. pp 42, 237-247.
8. <http://www.sica.gov.ec> 2005.cadenas maíz index.
9. LORENZ, J. Y KULP, K. 1991 Handbook of cereal science and technology. sn. New York, USA. Edit. Marcel Dekker.
10. MAERTENS, L. MOERMANS, R. Y DE GROOTE, G. 1988. Appl. rabbit res. sn. pp 11, 60-67.
11. MATEOS, G. Y PIQUER, J. 1994. Boletín de cunicultura. sn. pp 76, 16-31.
12. MAYNARD, L. 1980. Nutrición animal. sn. Traducido del inglés por Alonso Ortega. México, México. Edit Mac Graw – Hill. pp 110, 115, 118.

13. McDOWELL, L. ET AL 1974. Latin american tables of feed composition. sn. Florida, EEUU. Edit. University.
14. MCDONALD, P. et al. 1995. Animal nutrition. 5a ed. New York, USA. Edit. Longman Scientific Technical. p 205.
15. USA, NACIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1978. Nutrient requeriments of laboratory animals. sn. Washington D.C., USA.
16. VAN ES A. 1997. Feed evaluation for ruminants. I. the systems in use from may 1977 onwards in the Netherlands. sn. Amsterdam, Netherlands. Edit. Livestock Production. Pp 331-345.
17. VILLAMIDE, M. Y DE BLAS, J. 1991. J. Appl. rabbit res. sn. pp 14, 144-147.
18. VILLAMIDE, M. DE BLAS, C. Y FRAGA, M. 1991. Anim. prod. sn. pp 52, 215-224.
19. WISEMAN, J. e INBORR J. 1990. Recent advances in animal nutrition. sn. Londres, Francia. Ed. Butterworths. pp 79-102.
20. Proyecto SICA-BIRF/MAG-Ecuador (www.sica.gov.ec).

ANEXOS

TABLAS MODIFICADAS DEL SAS

TABLAS DEL ADEVA

Anexo 1. VARIABLE: MATERIA SECA DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	70799.822			
Tratamientos	3	49182.949	16394.316	15.17	<.0001
Error	20	21616.873	1080.843		
Media			803.510		
C. V %			4.091		

Anexo 2. VARIABLE: MATERIA ORGANICA DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	35264.592			
Tratamientos	3	16459.701	5486.567	5.84	0.0049
Error	20	18804.891	940.244		
Media			933.689		
C. V %			3.2841		

Anexo 3. VARIABLE: PROTEINA DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	3566.231			
Tratamientos	3	2314.939	771.646	12.33	<.0001
Error	20	1251.291	62.564		
Media			56.583		
C. V %			13.978		

Anexo 4. VARIABLE: FIBRA CRUDA DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	1157.702			
Tratamientos	3	201.008	67.002	1.40	0.2718
Error	20	956.693	47.834		

Media			29.069		
C. V %			23.792		

Anexo 5. VARIABLE: EXTRACTO ETereo DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	5672.975			
Tratamientos	3	5337.691	1779.230	106.13	<.0001
Error	20	335.283	16.764		
Media			48.600		
C. V %			8.424		

Anexo 6. VARIABLE: EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	11425.582			
Tratamientos	3	4784.545	1594.848	4.80	0.0112
Error	20	6641.037	332.051		
Media			770.974		
C. V %			2.363		

Anexo 7. VARIABLE: ENERGIA DIGESTIBLE

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	1706559.833			
Tratamientos	3	1318284.833	439428.278	22.63	<.0001
Error	20	388275.000	19413.750		
Media			4013.083		
C. V %			3.471		

Anexo 8. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA SECA

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	1124.393			
Tratamientos	3	863.222	287.740	22.03	<.0001
Error	20	261.170	13.058		
Media			90.002		
C. V %			4.015		

Anexo 9. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA ORGANICA

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	304.662			
Tratamientos	3	142.451	47.483	5.85	0.0049
Error	20	162.211	8.110		
Media			94.743		
C. V %			3.005		

Anexo 10. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PROTEINA CRUDA

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	3066.534			
Tratamientos	3	1137.715	379.238	3.93	0.0234
Error	20	1928.819	96.440		
Media		14.299	68.676		
C. V %			14.299		

Anexo 11. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FIBRA CRUDA

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	9956.826			
Tratamientos	3	4163.737	1387.912	4.79	0.0113
Error	20	5793.089	289.654		
Media			92.395		
C. V %			18.420		

Anexo 12. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO
ETEREO

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	2045.498			
Tratamientos	3	726.486	242.162	3.67	0.0295
Error	20	1319.012	65.950		
Media			86.637		

C. V %			9.373		
--------	--	--	-------	--	--

Anexo 13. VARIABLE: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

F. Variación	G. L.	S. Cuadrados	C. Medios	Fisher	Prob
Total	23	138.753			
Tratamientos	3	29.812	9.937	1.82	0.1752
Error	20	108.940	5.447		
Media			94.570		
C. V %			2.467		

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN DUNCAN

Anexo 14. MATERIA SECA DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Importado	835.20	a
1Maíz Costa	829.22	a
Maíz Sierra	824.23	a
Maíz Oriente	725.39	b

Anexo 15. MATERIA ORGANICA DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Costa	958.97	a
Maíz Sierra	949.18	a
Maíz Importado	936.04	a
Maíz Oriente	890.57	b

Anexo 16. PROTEINA DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Costa	71.278	a
Maíz Sierra	59.763	b
Maíz Oriente	47.717	c
Maíz Importado	47.575	c

Anexo 17. FIBRA CRUDA DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Sierra	34.000	a
Maíz Oriente	28.278	a
Maíz Costa	27.000	a
Maíz Importado	27.000	a

Anexo 18. EXTRACTO ETREO DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Sierra	69.092	a
Maíz Costa	51.448	b
Maíz Oriente	46.657	b
Maíz Importado	27.203	c

Anexo 19. EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Importado	792.97	a
Maíz Costa	772.46	ab
Maíz Oriente	763.47	b
Maíz Sierra	755.00	b

Anexo 20. ENERGIA DIGESTIBLE

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Sierra	4199.50	a
Maíz Costa	4157.67	a
Maíz Importado	4081.33	a
Maíz Oriente	3613.83	b

Anexo 21. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA SECA

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Importado	94.087	a
Maíz Costa	93.410	a
Maíz Sierra	92.872	a
Maíz Oriente	79.642	b

Anexo 22. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MATERIA ORGANICA

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Costa	97.498	a
Maíz Sierra	96.313	a
Maíz Importado	94.055	ab
Maíz Oriente	91.108	b

Anexo 23. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PROTEINA CRUDA

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Sierra	75.515	a
Maíz Costa	74.325	a
Maíz Oriente	66.495	ab
Maíz Importado	58.372	b

Anexo 24. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FIBRA CRUDA

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Costa	100.000	a
Maíz Sierra	100.000	a
Maíz Importado	100.000	a
Maíz Oriente	69.582	b

Anexo 25. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO ETereo

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Sierra	93.758	a
Maíz Costa	89.543	a
Maíz Oriente	84.042	ab
Maíz Importado	79.208	b

Anexo 26. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD EXTRACTO LIBRE DE
NITROGENO

Tratamiento	Media	Grupo
Maíz Costa	96.217	a
Maíz Sierra	94.552	ab
Maíz Oriente	94.440	ab
Maíz Importado	93.073	b