



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“VALORACIÓN ENERGÉTICA DE POLVILLO DE ARROZ Y
AFRECHO DE TRIGO UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE
CUYES (*Cavia porcellus*)”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

LIDIA ISABEL CUADRADO MARTÍNEZ

Riobamba - Ecuador

2008

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal:

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

Ing. M.C. Hernán Patricio Guevara Cotaes
DIRECTOR

Ing. M.C. José María Pazmino Guadalupe
BIOMETRISTA

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones
ASESOR

Riobamba, 17 de diciembre 2007

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios,
a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias
Pecuarias y particularmente a la Escuela de Ingeniería Zootécnica.

Un reconocimiento muy especial al Ing. M.C. Patricio Guevara director de tesis,
Ing. M.C. José Pazmiño, Ing. Hermenegildo Díaz, que en calidad de miembros
del tribunal me orientaron con responsabilidad
el desarrollo de esta tesis.

Un agradecimiento muy sincero a Klever, Martha, a todo el equipo del Laboratorio
de Nutrición Animal y Bromatología a todos mis amigos y amigas que me
ayudaron a la realización de la tesis

Al proyecto FUNDACYT PIC 031

mil gracias.....

Lidia

DEDICATORIA

Dedico ésta tesis con todo mi corazón a mi pequeña hija Sarita, a Klever quienes son un pilar importante en mi vida.

A mis queridos padres Carlos y Elisa, hermanas, hermano, a mis sobrinos, a toda mi familia, y de manera especial a Martha, quienes me brindaron todo el apoyo y confianza para cumplir un objetivo más en mi vida.

L i d i a

RESUMEN

En las instalaciones del proyecto FUNDACYT PIC 031 y en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología, EIZ – ESPOCH, se realizó la valoración energética del polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes, a través de las pruebas de digestibilidad in vivo. Los tratamientos evaluados fueron: Afrecho de trigo fino, medio y grueso (ATF, ATM, ATG) y polvillo de arroz fino, medio y grueso (PAF, PAM, PAG), 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 g/kg Tal Como Ofrecido (TCO) para: Materia Seca(MS) 925.50 ± 13.53 , Materia Orgánica(MO) 846.13 ± 28.77 , Proteína Cruda(PC) 114.73 ± 24.09 , Extracto Etéreo (EE) 52.44 ± 17.38 , Fibra Cruda (FC) 110.8 ± 47.6 y Extracto Libre de Nitrógeno(ELN) 567.28 ± 44.48 . Los coeficientes de digestibilidad de MS 92.58 %, MO 92.63 %, PC 88.06 % y ELN 87.95% los cuales corresponden al PAF, para la FC el mayor valor fue con ATG 99.18%. Se estableció el contenido de NDT (Nutrientes Digestibles Totales) en TCO, para el ATF 65.62%, ATM 60.39%, ATG 55.25%, PAF 84.83%, PAM 63.09%, PAG 48.61% y la ED (Energía Digestible) para el ATF 2781.35, ATM 2660.77, ATG 2396.98, PAF 3717.15, PAM 2557.35 y PAG 2125.01 en kcal/Kg TCO. Registrándose diferencias estadísticamente altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos. Por ende se recomienda utilizar todos estos alimentos, tomando en cuenta para la formulación de raciones el contenido de ED y NDT de cada uno de ellos.

ABSTRACT

At the installations of the FUNBDACYT PIC 031 Project and in the Animal Nutrition and Bromatology Laboratory EIZ – ESPOCH, the energetic valuation of rice fine dust and wheat bran used in cavy feeding was carried out through digestibility testing in vivo. The evaluated treatments were: fine, medium and coarse wheat bran (ATF, ATM, ATG) and fine, medium and coarse rice fine dust (PAF, PAM, PAG). There were distributed under a completely at random design (DCA) with 6 replications per treatment. From the results the chemical composition of the food evaluation in g/kg such as offered (TCO) for: Dry Matter (MS) 925.50 ± 13.53 , Organic Matter (MO) 846.13 ± 28.77 , Raw protein (PC) 114.73 ± 24.09 , Ethereal Extract (EE) 52.44 ± 17.38 , Raw fiber (FC) 110.8 ± 47.6 and Free Nitrogen Extract (ELN) 567.28 ± 44.48 . The digestibility coefficients of MS 92.58 %, MO 92.63 %, PC 88.06 % and ELN 87.95% for ATF, the NDT ATF 65.62%, ATM 60.39%, ATG 55.25%, PAF 84.83%, PAM 63.09%, PAG 48.61% and the ED (Digestible Energy) for the ATF 2781.35, ATM 2660.77, ATG 2396.98, PAF 3717.15, PAM 2557.35 y PAG 2125.01 in kcal/Kg TCO. There were highly significant statistical differences ($P < 0.01$) between treatments. It is therefore recommended to use all this food taking into account, for the ration formulation, the ED and NDT content of each one of them.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	V
Abstract	Vi
Lista de Cuadros	Vii
Lista de Gráficos	Viii
Lista de Anexos	Ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
A. POLVILLO DE ARROZ	3
1. <u>Obtención del polvillo de arroz</u>	4
2. <u>Valor nutritivo del polvillo de arroz</u>	4
B. AFRECHO DE TRIGO	6
1. <u>Obtención del afrecho de trigo</u>	6
2. <u>Valor nutritivo del afrecho de trigo</u>	7
C. DIGESTIBILIDAD	8
1. <u>Digestibilidad in vivo</u>	9
a. Determinación de la digestibilidad aparente	10
b. Digestibilidad aparente frente a la verdadera	11
c. Digestibilidad por diferencia	11
E. VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS DE MOLINERÍA EN CONEJOS	12
1. <u>Valor energético de los subproductos de molinería</u>	12
F. DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ALIMENTICIOS	13
G. DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICOS Y FIBROSOS EN CUYES	15
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	17
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	17
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	17
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	18
1. <u>De campo</u>	18

2.	<u>De laboratorio</u>	18
3.	<u>Instalaciones</u>	19
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	19
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	20
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	21
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	21
1.	<u>En el campo</u>	21
2.	<u>En el laboratorio</u>	22
a.	Determinación de la Humedad Inicial	22
b.	Determinación de la Humedad Higroscópica	22
c.	Determinación de la Ceniza	23
d.	Determinación de la Proteína Bruta	23
e.	Determinación del Extracto Etéreo	23
f.	Determinación de Fibra Bruta	24
g.	Determinación del extracto Libre de Nitrógeno	24
h.	Determinación de la fibra detergente neutra	24
i.	Determinación de la fibra detergente acida	25
j.	Determinación de la Lignina por el método ácido	25
k.	Determinación de los nutrientes digestibles totales	25
l.	Determinación de la energía digestible	26
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	27
A.	ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DOFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	27
1.	<u>Materia seca</u>	27
2.	<u>Materia orgánica y ceniza</u>	27
3.	<u>Proteína cruda</u>	30
4.	<u>Extracto etéreo</u>	30
5.	<u>Fibra cruda</u>	31
6.	<u>Extracto libre de nitrógeno</u>	31
7.	<u>Fibra neutro detergente</u>	32
B.	EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN	33

**VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE
POLVILLO DE ARROS Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADO EN
LA ALIMENTACIÓN DE CUYES**

1.	<u>Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca</u>	33
2.	<u>Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica</u>	33
3.	<u>Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda</u>	36
4.	<u>Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda</u>	36
5.	<u>Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo</u>	36
6.	<u>Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno</u>	38
C.	EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	38
1.	<u>Materia Seca Digestible</u>	38
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>	43
6.	<u>Extracto Libre de Nitrógeno Digestible</u>	43
7.	<u>Nutrientes digeribles totales</u>	43
8.	<u>Energía Digestible</u>	45
D.	COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE Y NDT EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	45
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	50
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	51
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	52
	ANEXOS	

LISTA DE CUADROS

No	Pág.
1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.	3
2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLVILLO DE ARROZ.	5
3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLVO DE ARROZ.	5
4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.	6
5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AFRECHO DE TRIGO	7
6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL TRIGO.	8
7. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL TRIGO.	8
8. VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ Y TRIGO EN CONEJOS.	12
9. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	14
10. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE SUBPRODUCTOS DE MOLINERÍA USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS.	14
11. DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICOS Y FIBROSOS EN CUYES.	16
12. CONDICIONES METEOROLÓGICAS	17
13. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	20
15. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	28

16. ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	29
17. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	34
18. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	39
19. CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	46
20. CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LOS NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.	48

LISTA DE GRAFICOS

No.	Pág.
1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	35
2. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	35
3. Coeficiente de digestibilidad in vivo de la proteína cruda de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	37
4. Coeficiente de digestibilidad in vivo de la fibra cruda de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	37
5. Coeficiente de digestibilidad in vivo del extracto etéreo de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	40
6. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno de diferentes polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	40
7. Digestibilidad de la proteína cruda de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	42
8. Digestibilidad de la fibra cruda de diferentes tipos de polvillos de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	42
9. Digestibilidad del extracto etéreo de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.	44
10. Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de	44

cuyes.

ix

LISTA DE ANEXOS

No.

1. Análisis de varianza de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes
2. Análisis de varianza para la digestibilidad de los nutrientes, de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes
3. Correlación para la energía digestible en función de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes
4. Análisis de regresión múltiple para la estimación de la energía digestible a partir de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes
5. Correlación para NDT en función de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes
6. Análisis de regresión múltiple para la estimación del NDT a partir de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes

I. INTRODUCCIÓN

En producción animal uno de los factores importantes es la alimentación por ello es fundamental conocer el aporte que ofrecen los alimentos, para un buen balance nutricional, el desarrollo de éste parámetro en cuyes, en el país y a nivel mundial es muy limitada en la actualidad, no se cuenta con tablas del valor energético de las diferentes materias primas disponibles para la elaboración de balanceados para ésta especie.

La alimentación en cuyes es generalmente a base de forrajes, malezas, desperdicios caseros, productos y subproductos orgánicos de cada zona, los cuáles presentan características nutritivas diferentes, que aún no está fijado, pero este hábito alimenticio va ir cambiando al incluir en la dieta materias primas tanto de origen animal como vegetal, considerando la utilización de estos alimentos en ésta especie animal es mínimo comparado con otros monogástricos.

En el Ecuador se dispone de una gran diversidad de subproductos de molinería, como se conoce qué, en la costa se produce el arroz y la producción de arroz está concentrada en un 95% en las provincias de Guayas y Los Ríos. El 63% de la producción anual se recoge entre los meses de abril y junio, correspondiente a la siembra de invierno, mientras que la producción restante sale a partir de septiembre hasta fines de año obteniéndose una producción anual promedio de 5 a 7.5 Tm/ha, y se obtiene materia primas tales como; polvillos, salvado y tercerillas, cascarilla, cabecillas, polvo, cilindros de arroz, harinillas etc.

En la sierra se produce el trigo, siendo las provincias que mayor producción registran son Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Carchi, Imbabura, se tiene una

producción anual de 0.60Tm/ha, y como residuos de la molturación del grano de trigo tenemos los afrechos, afrechillo, mayuelos de trigo, salvadillos de trigo, etc.

La mayoría de estos desechos se caracterizan por poseer un alto contenido de energía y proteína, por lo que su mejor alternativa de empleo es como fuente de nutrientes y por lo cuál pueden constituirse en recursos alimenticios para cuyes y que es accesible y disponible durante todo el año.

Determinando el valor energético de los diferentes tipos de polvillo de arroz (fino, medio, grueso) y diferentes tipos de afrecho de trigo (fino, medio, grueso), se obtendrá una información muy útil para conocer el valor de la energía aprovechable de los alimentos en cuyes, con ello se podrá elaborar tablas nacionales de las diversas materias primas disponibles en el país. Además sería posible suministrar a esta especie animal dietas exactas que cumplan las necesidades nutritivas, acorde a sus requerimientos, mediante la formulación de balanceados, en donde la única forma de llegar a conocer el valor de este parámetro en los alimentos, es a partir de las pruebas de digestibilidad in vivo.

El presente estudio fue orientado a:

- Determinar la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo a través de las pruebas de digestibilidad in vivo con cuyes (*Cavia porcellus*).
- Determinar los coeficientes de digestibilidad de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo a través de las pruebas de digestibilidad in vivo con cuyes (*Cavia porcellus*).
- Determinar los nutrientes digeribles de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo a través de las pruebas de digestibilidad in vivo con cuyes (*Cavia porcellus*).
- Determinar la energía digestible de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo a través de las pruebas de digestibilidad in vivo con cuyes (*Cavia porcellus*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. POLVILLO DE ARROZ

Acosta, C. (2002), manifiesta que en el proceso de elaboración industrial del arroz para el consumo humano se produce el fraccionamiento del grano originando una serie de subproductos que generalmente se destinan a la alimentación animal (cascarilla, salvado, puliduras y la cabecilla o granos partidos). En Cuba por lo general no se separan el salvado de las puliduras y se obtiene un subproducto al cual se le denomina polvo de arroz. Los niveles de cada uno de estos subproductos son cascarilla 18 - 20 %, cabecilla 3 - 4 % y polvo de arroz 9 - 11 % del peso inicial del grano. La composición química de los subproductos del arroz obtenidos en Cuba, se expone en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.

NUTRIENTE	CASCARILLA	CABECILLA	POLVO
Materia seca	91.2	92	90.8
Cenizas	20.8	0.8	8.9
Proteína bruta	3	10.5	15.7
Fibra bruta	44.2	1	6.1
Exacto etéreo	0.8	1.5	15.0
ELN	31.2	86.2	54.3

Fuente: <http://www.fao.org/AG/FRG/APH134/cap10.htm>. (1993).

Flores, A. (1975), indica que en general, puede decirse que la cascarilla no tiene valor nutricional dado su alto contenido de fibra y de cenizas la cual está constituida fundamentalmente por silica. Sin embargo, la cabecilla y el polvo de arroz ofrecen una buena perspectiva para su utilización en los animales monogástricos. El polvillo de arroz es una mezcla del polvo, germen, grasa, arroz muy quebrado, puntas del arroz, etc. Este subproducto es muy elevado en grasa, 14 -17. La característica de un alta contenido energético unido al menor costo en relación al maíz ha motivado a que se realicen investigaciones tendientes a reemplazar al maíz con el polvillo de arroz en las diferentes especies.

1. Obtención del polvillo de arroz

Linne, R. (1960), manifiesta que el proceso de molienda de este grano, el primer paso consiste en el descascarillado, y el segundo en el blaqueado, pulido o perlado: una vez que el grano esta desprovisto de la cascarilla se obtiene el primer producto que es el salvado también como afrecho, luego comienza el pulido del endocarpo que lleva adheridos restos de harina y por último se elimina totalmente los restos del endocarpo que arrastran mayor cantidad de harina y se lo llama harinilla de arroz.

Las características de estos subproductos son un color amarillo grisáceo de olor agradable en estado fresco, a llegar en contacto se aprecia algo untuoso debido a su contenido de grasa.

El polvillo se obtiene en el proceso de perlado o pulido de arroz, obteniéndose los siguientes productos y subproductos tales como: arroz en grano moreno o blanquecino, arrocillo, polvillo y cáscara de arroz. El polvillo de arroz mediano proviene de la mezcla del salvado de arroz con el polvillo de cono o polvillo fino.

2. Valor nutritivo del polvillo de arroz

Acosta, C. (2002), expone que 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.

Linne, R. (1960), indica que en producción animal uno de los factores más importantes es saber suministrar alimento en buenas condiciones y que le sirva al animal, para que pueda satisfacer los requerimientos en producción y reproducción.

Fundación Española Para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2003), es importante considerar la composición química de las diferentes materias primas utilizadas en la alimentación de cuyes en forma tradicional, de esta forma nos permitirá tener 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.

La composición química en porcentaje del polvillo de arroz , del polvo de arroz, y de los subproductos del arroz, se exponen en los siguientes cuadros:

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLVILLO DE ARROZ.

HUMEDAD	CENIZAS	PB	EE	ED Kcal/kg (Conejos)	FB	FND	FAD	LAD
9,9	11,6	14,8	3,2	2200	9,7	27,5	15,1	3,9

Fuente: FEDNA. (2003).

Todos los alimentos están constituidos por sustancias químicas similares, siendo los componentes principales de estos alimentos. Los subproductos del trigo son ricos en proteínas y minerales más que el grano, pero poseen más fibra.

Cuadro 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLVO DE ARROZ.

HUMEDAD	CENIZAS	PB	EE	FB	FAD
10.9	5.9	15.4	3,8	10	12.5

Fuente: <http://www.soyamex.com.mx/animal.pdf>. (2003).

Linne, R. (1960), indica que en la molienda del trigo para producir harina del trigo para consumo humano se obtiene subproductos como afrecho, afrechillo y moyuelo de trigo, también se considera como subproducto a la GRANZA.

Cuadro 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.

NUTRIENTES	CILINDRO DE ARROZ	SALVADO Y TERCERILLAS	HARINILLAS	SALVADO DE ARROZ
HUMEDAD (%)	10.5	11.9	11.3	9.9
CENIZAS (%)	7.6	4.6	3.4	11.6
PB (%)	13.8	14.9	15.3	14.8
EE (%)	13.9	3.5	4.4	3.2
FB (%)	7.6	8	6	9.7
FND (%)	17.5	35	29	27.5
FAD (%)	8.8	11.8	9	15.1
LAD (%)	3.7	3.1	2.5	3.9

Fuente: FEDNA. (2003).

B. AFRECHO DE TRIGO

http://www.mag.go.cr/rev_agr/v02n01_009.pdf. (1998), expone que el grano de trigo pasa por un procesamiento, con el fin de obtener la harina de panificación,

10	5.5	13.2	5.8	2375	7.1	38.2	15.7	3
----	-----	------	-----	------	-----	------	------	---

Fuente: FEDNA. (2003).

Piccioni, M. (1970), manifiesta que resulta bastante difícil conseguir una clasificación de los subproductos procedentes de la molturación del trigo, pero los subproductos del trigo que pueden obtener son el salvado o afrecho de trigo, polvillo y moyuelo. Los subproductos del cultivo de cereales, constituyen un recurso muy abundante en nuestro medio, son materiales de bajo valor nutritivo, debido a su alto contenido en paredes celulares.

Cuadro 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL TRIGO.

NUTRIENTE (%)	AFRECHO DE TRIGO	AFRECHILLO DE TRIGO	MOYUELO DE TRIGO
Proteína	12,1	14,96	15,64
Grasa	4,4	4,3	3,1
Fibra bruta	18.4	14,96	10.2

Fuente: Jarrin, A. Y Avila, S. (1993).

http://www.mag.go.cr/rev_agr/.pdf. (1998), expone que la disponibilidad de subproductos de la industrialización del trigo en Costa Rica, los subproductos obtenidos del procesamiento representan como promedio un 24% , constituido de acemite, salvadillo, salvado y germen. La composición bromatológica de los subproductos del trigo obtenidos en Costa Rica se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL TRIGO.

NUTRIENTE (% Base seca)	ACEMITE	SALVADILLO	SALVADO	GERMEN
Humedad	13.37	13.14	13.07	13.42
Proteína	17.36	16.31	16.48	13.70

Grasa	4.80	4.09	5.15	1.03
Fibra	7.10	7.77	10.26	1.93
Ext.libre Nitrógeno	53.01	52.46	50.56	68.85
Ceniza	4.28	4.87	5.41	1.86

Fuente: http://www.mag.go.cr/rev_agr/.pdf. (1998).

C. DIGESTIBILIDAD

Abrams, J. (1965), manifiesta que la mayor proporción de la ración de cualquier animal normal consiste en brindar un material que bajo la influencia de las secreciones del tracto gastro intestinal o por acción microbiana, sea fácilmente reducido a un estado que los capacita para ser absorbido a través de la pared intestinal.

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 gastro intestinal debido a la absorción.

Flores, A. (1975), señala que la digestibilidad de los componentes químicos o principios nutritivos de los alimentos encuentra que también tienen diferente digestibilidad esto depende en parte de la proporcionalidad de los distintos compuestos entre sí, pero el que influye de manera decisiva es la fibra cruda, el mayor contenido de fibra en un alimento exige una menor digestibilidad de mismo.

McDonald, P. (1960), 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.

La digestibilidad de un alimento se refiere a la proporción del alimento que ha sido aprovechado por el organismo del animal y que no es excretado por las heces y

por ende se supone que ha sido absorbido, entendiéndose que cuando un alimento sea más digestible tendrá mayor importancia nutricional.

1. Digestibilidad In vivo

Maynard, L. (1980), menciona que para la aplicación de estos ensayos se puede realizar con un solo alimento o con una mezcla, pero siempre debe tenerse en cuenta que se debe dar alimento a los animales solamente lo necesario para su mantenimiento, ya que con otros niveles la digestibilidad sufre una depresión, el número de animales para este tipo de ensayos es de mínimo 4 y máximo 6 animales.

El alimento debe ser pesado y suministrado en forma individual y las heces son recolectadas diariamente y perfectamente pesadas.

Se determina materia seca tanto del alimento como de las heces, y con estos parámetros ya podemos determinar la digestibilidad de la materia seca.

Digestibilidad = $(\text{Consumido} - \text{Excretado}) / \text{Consumido}$.

Si sometemos al alimento y a las heces a otros análisis tales como: 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.

a. Determinación de la Digestibilidad Aparente

McDonald, P. (1960), define a la digestibilidad aparente como la fracción no digerida y para su determinación recomienda realizar ensayos con varios animales de la misma especie, edad y sexo, que sean fáciles de manejar y presentan ligeras diferencias en su habilidad digestiva. Además se usan con frecuencia animales machos porque con ellos es más accesible de obtener la orina y las heces por separado, recalcando también que a los animales pequeños como el cuy y el conejo se los coloca en jaulas metabólicas en donde las heces y la orina se separan por medio de un tamiz.

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 previamente medido.

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.

b. Digestibilidad aparente frente a la verdadera

Tyler, C. (1974), 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 menos el nitrógeno que aparece en las heces sobre el nitrógeno no presente en la dieta. Éste 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 ha 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 (INIA, 1995).

D. DIGESTIBILIDAD POR DIFERENCIA

Church, P. (1990), expone que 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 proporcionará la dieta basal 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 basal más el alimento en estudio, aunque esto no se lleve generalmente a cabo.

E. VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS DE MOLINERÍA EN CONEJOS

1. Valor energético de los subproductos de molinería

Linne, R. (1960), explica que en el proceso de molienda del grano de arroz, el primer paso consiste en el descascarillado, y el segundo en el blaqueado, pulido o perlado: una vez que el grano esta desprovisto de la cascarilla se obtiene el primer producto que es el salvado también como afrecho, luego comienza el pulido del endocarpo que lleva adheridos restos de harina y por último se elimina totalmente los restos del endocarpo que arrastran mayor cantidad de harina y se lo llama harinilla de arroz. Estos subproductos son un color amarillo grisáceo de olor agradable en estado fresco, a llegar en contacto se aprecia algo untuoso debido a su contenido de grasa

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

El valor nutritivo de los subproductos de molinería del arroz y trigo utilizados en la alimentación en conejos, se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ Y TRIGO EN CONEJOS.

PARÁMETRO	CILINDRO	SALVADO Y TERCERILLAS	HARINILLAS	SALVADO DE ARROZ
-----------	----------	--------------------------	------------	---------------------

DE ARROZ				
CONEJOS ED (kcal/kg)	3000	2450	2550	2200
CONEJOS PBD (g/kg)	96.6	101	115	101

Fuente: FEDNA. (2003).

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. 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. Las proteínas de los subproductos 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. ([http://www. FAO](http://www.FAO). 1997).

F. DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ALIMENTICIOS

Villegas, C. (1993), manifiesta que la composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, más no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar con datos de digestibilidad. Además 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. 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.

Instituto de investigaciones (INIA, 1995), expone que 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 ya que 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 (<http://Adobe Reader 37c.pdf>. 2003).

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).

En el Cuadro 9, se indica los coeficientes de digestibilidad de algunos alimentos que han sido utilizados en la alimentación de cuyes.

Cuadro 9. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS INSUMOS USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

INSUMO	PROTEÍNA	GRASA	FIBRA	ELN	NDT
Alfalfa(<i>Medicago sativa</i>)	74.76	48.46	31.04	78.01	60.5
Alfalfa	64.94	40.92	32.27	75.14	59.9
Alfalfa verde	84.00	55.00	63.00	76.00	73.0
Afrechillo(Subproducto de trigo)	78.13	33.24	60.11	92.84	57.4
Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	83.19	69.73	66.00	81.72	79.0
Gramma China	66.21	57.65	50.81	67.51	59.5
Gramalote	15.75	49.18	23.84	41.41	35.0

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

La determinación de la digestibilidad puede establecerse in vivo, se comprueba mediante experiencias directas sobre los animales. En el cuadro 10, se indica los coeficientes de digestibilidad de subproductos de molinería usados en la alimentación de cerdos.

Cuadro 10. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE SUBPRODUCTOS DE MOLINERÍA USADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS.

INSUMO	PROTEÍNA	GRASA	FIBRA	MO	NDT
Polvillo de arroz fino (%)	50.5	70.4	7	50.9	37.2
Polvillo de arroz grueso (%)	56.9	79.3	12.1	54	13.5

FUENTE: Jarrin, A. Y Avila, S. (1993).

Calero del Mar, B. (1978), indica que el cuy toma las heces y las ingiere nuevamente pasando al estómago e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche. Este fenómeno constituye una de las características esenciales de la digestión del cuy. La cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado. Esta actividad explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios.

Para evaluar la actividad cecotrófica medida a través de pruebas de digestibilidad se ha utilizado maíz chala (*Zea mays*), donde la digestibilidad de materia seca permitiendo la actividad cecotrófica es superior en 18% al compararla con la digestibilidad evitándola (INIA, 1995).

INIA. (1995), expone que el afrecho de trigo (subproducto industrial) es utilizado en las crianza familiar-comercial de la costa central por su disponibilidad y bajo costo al compararlo con raciones elaboradas. Su inclusión como único suplemento justifica el estudio de su calidad nutritiva.

Al evaluar el efecto de la actividad cecotrófica pudo apreciarse que la digestibilidad de este insumo se ve fuertemente afectada (29,07 % menor) cuando se impide realizar dicha actividad. La digestibilidad aparente de la materia seca del afrecho de trigo en cuyes esta determinada evitando la actividad cecotrofica es del 40.65% y permitiendo cecotrofica es de 69.72%.

G. DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICAS Y FIBROSOS EN CUYES

http://www. FAO. (1997), dice que existe una aparente relación inversa entre contenido energético de los alimentos y su consumo, lo cual indica la capacidad de variar el consumo de alimento con el objeto de alcanzar en lo posible ingresos energéticos semejantes.

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.

Correa, H. et al. (1994), indica que la digestibilidad y consumo voluntario de los forrajes e insumos más utilizados en la alimentación de cuyes en la costa central vienen siendo estudiados con el fin de racionalizar la crianza de cuyes (Cuadro 11). Los forrajes son fuentes de energía y su consumo varía ante diferentes valores de ED.

Cuadro 11. DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE INSUMOS ENERGÉTICOS, PROTEICAS 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. et al. (1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del proyecto FUNDACYT PIC 031 y en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, que se encuentran localizadas en la panamericana Sur Km 1.5, Provincia de Chimborazo, a 2780 msnm 78°38" Longitud W y 01°38" de latitud sur. El experimento tuvo una duración de 120 días, distribuidos en dos fases: La primera fase de 90 días se aplicó los tratamientos y la segunda fase de 30 días se realizó los análisis en el laboratorio.

Las condiciones meteorológicas características de la ubicación geográfica donde se efectuó la investigación se expresa en el siguiente cuadro:

Cuadro 12. CONDICIONES METEOROLOGICAS.

PARÁMETROS	2006
Temperatura, °C	13.25
Humedad Relativa, %	60.23
Precipitación, mm/año	550.2

FUENTE: Departamento agro meteorológico de la FRN-ESPOCH. (2006).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales que conformaron el presente trabajo estuvo constituido por 36 muestras experimentales obtenidas de 6 cuyes machos adultos de la línea criollos, que estaban entre 900 y 1000 g de peso vivo aproximadamente, los mismos que fueron colocados en jaulas metabólicas individuales utilizadas para pruebas de digestibilidad.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales y equipos que se utilizaron para ejecutar la presente investigación fueron los que se detallan a continuación:

1. De Campo

- 6 Jaulas metabólicas
- 6 Cuyes machos criollos
- Aretes
- Dieta experimental polvillo de arroz (fino, mediano, grueso)
- Dieta experimental afrecho de trigo (fino, mediano, grueso)
- Dieta base de alfalfa
- Fundas plásticas
- Envases plásticos
- Balanza
- Hoz
- Equipo de limpieza
- Equipo sanitario
- Materiales de escritorio
- Material bibliográfico

2. De Laboratorio

- 36 muestras experimentales
- Balanza analítica
- Congelador

- 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

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. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó la composición química y valoración energética de tres tipos de polvillo de arroz (polvillo de arroz fino, polvillo de arroz mediano, polvillo de arroz grueso) y tres tipos en afrecho de trigo (afrecho de trigo fino, afrecho de trigo mediano, afrecho de trigo grueso), se utilizaron 6 repeticiones por tratamiento (muestra).

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (D.C.A.), que se analizaron bajo el siguiente modelo lineal aditivo:

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

Donde:

Y_{ij} : Valor estimado de la variable

μ : Promedio general

T_i : Efecto de los tratamientos (PAF, PAM, PAG, ATF, ATM, ATG)

ϵ_{ij} : Error experimental

Cuadro 13. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTO	CÓDIGO	# REPETICIONES (Muestra)	TUE	TOTAL/REP./ TRAT
Polvillo de arroz fino	PAF	6	1	6
Polvillo de arroz mediano	PAM	6	1	6
Polvillo de arroz grueso	PAG	6	1	6
Afrecho de trigo fino	ATF	6	1	6
Afrecho de trigo mediano	ATM	6	1	6
Afrecho de trigo grueso	ATG	6	1	6
TOTAL				36

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales consideradas fueron:

Estadística descriptiva para:

- Análisis de Weende: Agua, Materia Seca, Cenizas, Proteína, Fibra, Extracto Etéreo, Extracto libre de Nitrógeno.
- Análisis de Van Soes: Paredes Celulares (FND, FAD, LAD)

Estadística comparativa para:

- 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 ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de Varianza para las diferencias
- Análisis de correlación y regresión lineal
- La prueba de Duncan
- Niveles de significancia $P < .05$ y $P < .01$

Cuadro 14. ESQUEMA DEL ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	35
Entre tipos tratamientos	5
Error experimental	30

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. En el campo

- En el experimento los cuyes fueron colocados en jaulas metabólicas individuales, pre-experimento se realizó la adaptación de los animales a las jaulas metabólicas.

- En el período experimental, se les proporcionó una dieta para mantenimiento, ya que hay que dar de comer solamente lo necesario para éste nivel, debido a que con otros niveles de consumo, la digestibilidad sufre una depresión de la materia orgánica, y en general los nutrientes digeribles totales y la energía digestible, con un valor aproximado de 3 unidades por cada incremento creciente sobre el consumo de mantenimiento. Considerando que el cuy es un animal herbívoro y que las dietas experimentales no se pueden suministrar solas, inicialmente se dio una dieta base de alfalfa, para posteriormente suministrar la dieta experimental, y se determinó por diferencia. El consumo de materia seca (alfalfa + dieta experimental), fue en una cantidad total 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 y 7 días de recolección de heces.
- Las heces de los animales se recolectaron a las 16h00 (una vez al día).

2. En el laboratorio

- Las heces fueron colocadas en fundas plásticas, y llevadas al laboratorio para ser pesadas, identificadas, congeladas y analizadas.
- Se realizó el análisis proximal por el método de Weende, donde se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína bruta, fibra bruta extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, además se determinó paredes celulares según el esquema de Van Soes, tanto de la dieta base y experimental.

a. Determinación de la Humedad Inicial

Fundamento.- 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

Principio.- 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

Principio.- 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

Principio.- 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 CO₂ y H₂O, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, 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 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

Principio.- 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 extrae 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:

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

Donde:

PB = proteína bruta

FB = fibra bruta

EE = extracto etéreo

C = cenizas.

h. Determinación de la fibra detergente neutra

El procedimiento neutro detergente para determinar los componentes de la pared celular es un método rápido para fibra total en alimentos fibrosos vegetales.

Aparentemente divide la materia seca al punto de que separa los constituyentes nutricionales solubles y accesibles de aquellos que no son totalmente aprovechables o que dependen de la fermentación microbológica para su aprovechamiento.

i. Determinación de la fibra detergente ácida

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 hemicelulos, 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.

j. Determinación de la lignina por el método ácido

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 escriba el residuo de la fibra ácido detergente esta 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.

k. Determinación de los Nutrientes Digeribles Totales

Se partió del calculo de los principios nutritivos digestibles (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 cálculo 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 fórmula:

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

Para la obtención de los coeficientes de digestibilidad se aplicó para cada nutriente la siguiente fórmula: Como ejemplo se expone determinar el coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda.

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

I. 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 Es (1977):

$$\text{EB} = ((5.77 \cdot \text{PC}) + (8.74 \cdot \text{EE}) + (5 \cdot \text{FC}) + (4.06 \cdot \text{ELN}))$$

Considerando que los parámetros de proteína, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno debe reportarse en g/KgMS. Entonces la energía digestible se calculo a través de la siguiente fórmula:

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Materia Seca

Como puede observar en el cuadro 15, para el contenido de materia seca la media fue 925.50 ± 13.53 g/kg Tal Como Ofrecido (TCO), determinándose un máximo contenido en el polvillo de arroz medio con 945 g/kgTCO y el mínimo en el afrecho de trigo medio con 911.9 g/kgTCO, determinándose además un rango de 33.1 g/kgTCO entre máximo y mínimo promedio, esto indica un grado bajo de variabilidad en cuanto a este nutriente. Al respecto la fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA, 2003), reporta un contenido de MS de 901 g/kgTCO para el polvillo de arroz y 900 g/kgTCO para el afrecho de trigo, al comparar con éstos valores los obtenidos en la presente investigación son superiores a los de FEDNA, probablemente se deba al tipo de alimento y al grado de secamiento el subproducto en estudio. Pero la MS registrada por <http://www.fao.org/AG/aGa/FRG.p10.htm>. (1993), en los subproductos del arroz como cascarillas, cabecillas y polvo registran 912 - 920 g/kgTCO, valores que resultan similares a los obtenidos en ésta investigación.

2. Materia Orgánica y Cenizas

La materia orgánica (MO), es el componente que contiene a todos los constituyentes orgánicos, en el cuadro 15 se aprecia que, el máximo contenido tuvo el afrecho de trigo grueso (876.2 g/kgTCO), y un mínimo en el afrecho de trigo fino (803.1 g/kgTCO), con una media de 846.13 ± 28.77 g/kgTCO, un rango

de 73.1 g/kgTCO entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad importante en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos. FEDNA (2003), reportó un contenido de materia orgánica de 945 g/kgTCO para el polvillo de arroz y 884 g/kgTCO de materia orgánica para el afrecho de trigo, valores que resultan superiores a los obtenidos en éste estudio, diferencia que

Cuadro 15. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

COMPONENTE	ATF			ATM			ATG			PAF			PAM			PAG		
	% TCO	% BS	g/kgTCO															
Materia Seca	91.3	100	913	91.2	100	912	92.8	100	928	93.6	100	936	94.5	100	945	91.8	100	918
Materia Orgánica	80.3	88.0	803	84.7	92.9	847	87.6	94.3	876	85.4	91.2	912	82.2	87.0	822	87.3	95.1	873
Cenizas	11.0	12.0	110	6.5	7.1	65	5.2	5.6	52	8.1	8.7	81	12.5	13.2	125	4.4	4.8	44
Proteína Cruda	15.8	17.3	158	12.1	13.3	121	8.7	9.4	87	11.5	12.3	115	10.5	11.1	105	10.0	10.9	100
Extracto Etéreo	5.3	5.8	53	5.0	5.5	50	3.7	4.0	37	8.4	8.9	84	5.3	5.6	53	3.5	3.9	35
Fibra Cruda	9.6	10.5	96	14.4	15.8	144	17.0	18.4	170	4.4	4.7	44	7.3	7.8	73	13.5	14.7	135
ELN	49.7	54.4	497	53.1	58.2	531	57.7	62.1	557	61.1	65.2	611	58.6	62.0	586	60.1	65.5	601
FND	13.2	14.5	132	21.5	23.6	215	32.0	34.5	320	11.6	12.4	116	14.6	15.5	146	20.5	22.4	205
FÁD	8.4	9.2	84	10.5	11.5	105	16.3	17.6	163	7.6	8.2	76	9.8	10.4	98	13.5	14.8	135
LÁD	2.7	3.0	27	3.1	3.4	31	3.3	3.6	33	3.2	3.5	32	3.7	4.0	37	4.1	4.5	41

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

PARÀMETROS	MS g/kgTCO	MO g/kgTCO	C g/kgTCO	PC g/kgTCO	EE g/kgTCO	FC g/kgTCO	ELN g/kgTCO	FND g/kgTCO	FAD g/kgTCO	LAD g/kgTCO
Media	925.50	846.13	79.75	114.73	52.44	110.8	567.28	189.4	110.54	33.95
Error típico	5.52	11.75	13.08	9.84	7.10	19.4	18.16	30.9	13.50	2.02
Desviación estándar	13.53	28.77	32.04	24.09	17.38	47.6	44.48	75.6	33.07	4.95
Rango	33.10	73.06	80.31	70.04	48.21	126.5	114.61	204.3	86.68	13.93
Mínimo	911.90	803.10	44.69	87.60	35.95	44.4	496.51	116.1	76.79	27.38
Máximo	945.00	876.16	124.99	157.64	84.15	170.9	611.12	320.4	163.47	41.31

ATF: Afrecho trigo fino ATM: afrecho de trigo medio ATG: Afrecho trigo grueso PAF: Polvillo arroz fino PAM: Polvillo arroz medio PAG: Polvillo arroz grueso MS: Materia seca MO: Materia orgánica C: Ceniza PC: Proteína cruda EE: Extracto etéreo FC: Fibra cruda ELN: Extracto libre de nitrógeno FND: Fibra neutro detergente FAD: Fibra ácido detergente LAD: Lignina ácido detergente BS: Base seca TCO: Tal como ofrecido (base húmeda) g/kg TCO

quizá se deba a las condiciones del procesamiento en la obtención de los subproductos de molinería.

3. Proteína Cruda

La proteína cruda (PC), de los alimentos evaluados la media fue 114.73 ± 24.09 g/kgTCO, con un rango de 70 g/kgTCO entre máximo y mínimo, estableciéndose al afrecho de trigo fino con un máximo contenido de 157.64 g/kgTCO PC y el afrecho de trigo grueso 87.6 g/kgTCO como mínimo. Comparando con resultados de Jarrín, A y Ávila, S. (1993), en donde obtienen 156.4g/kg en el moyuelo de trigo y 121g/kg en el salvado de trigo, se puede deducir que el moyuelo de trigo reporta un valor similar al ATF obtenido en esta investigación, pero el salvado de trigo resulta superior probablemente se deba a la forma de procesamiento y el tipo de subproducto obtenido. Pero si comparamos con los valores obtenidos por FEDNA (2003), donde obtiene un contenido de proteína cruda de 153 g/kg en las tercerillas de arroz, 148 g/kg de PC en el polvillo de arroz, datos que están por debajo de los mencionados en la presente investigación esto quizá se deba a factores que influyan en el procesamiento y obtención del subproducto. Mientras que http://www.mag.go.cr/rev_agr/.pdf. (1998), Obtiene en Costa Rica el subproducto del trigo acemite, un contenido de PC 173.6 g/kg, resultando un valor alto a los encontrados en el PAF de éste estudio, probablemente se deba a la forma de procesamiento y a la diversidad de subproductos que se obtengan en cada país.

4. Extracto Etéreo

El extracto etéreo contenido en los diferentes alimentos analizados, presentan entre mínimos y máximos un rango de 48.21 g/kgTCO, y una media de 52.44 ± 17.38 g/kgTCO, estableciéndose como máximo contenido 84.15 g/kgTCO el polvillo de arroz fino y el mínimo 35.95 g/kgTCO el polvillo de arroz grueso, si comparamos los resultados con FEDNA (2003), en donde reportó que el polvillo de arroz contiene 32 g/kg de EE, se puede decir que este valor se acerca al PAG obtenido en esta investigación, por otro lado en el salvado de trigo según <http://www.soyamex.com.mx/spanimal.pdf>. (2003), obtiene 38 g/kg EE resultando

un contenido de EE similar al obtenido en esta investigación, aduciéndose que en cada lugar los subproductos de molinería tienen su propio nombre pero la composición puede ser el mismo que se investigó.

5. Fibra Cruda

En lo que tiene que ver al contenido de Fibra Cruda el afrecho de trigo grueso presentó un máximo contenido 170.9 g/kgTCO y el polvillo de arroz fino un valor mínimo de 44.4 g/kgTCO, la media fue 110.8 ± 47.6 g/kgTCO, estableciéndose un rango de 126.5 g/kgTCO, entre máximo y mínimo. Por su parte FEDNA (2003), reporta un contenido de FC de 97 g/kg en el polvillo de arroz, 60 g/kg en harinillas de arroz y 76 g/kg en cilindros de arroz, es decir que los subproductos de arroz de FEDNA son superiores a los obtenidos en éste estudio, se asume que ésta diferencia puede deberse al contenido de capas externas de grano de arroz, cascarilla principalmente, su calidad puede ser bastante variable debido a la inclusión de cascarilla, además en el país el procesamiento puede ser diferente. Jarrín, A y Ávila, S. (1993), encuentran un contenido de fibra similar al de nuestra investigación 184 g/kg de FC en el salvado de trigo. Al respecto http://www.mag.go.cr/rev_agr/.pdf. (1998), en el salvado de trigo indica un contenido de FC de 102.6 g/kg, dato que resulta inferior al ATG de éste estudio, seguramente se deba a que el ATG ésta formado por exteriores del grano casi exclusivamente.

6. Extracto libre de nitrógeno

Se considera al ELN como la fracción que representa a los carbohidratos más solubles, como almidones y azúcares, se puede apreciar en el cuadro 16, que se establece un mínimo contenido de este constituyente en el afrecho de trigo fino 496.51 g/kg y máximo en el polvillo de arroz fino con 611.12 g/kg, con una media de 567.28 ± 44.48 g/kgTCO, y un rango de 114.61 g/kgTCO entre máximo y mínimo, http://www.mag.go.cr/rev_agr/.pdf. (1998), estudios realizados en Costa Rica, indican que el salvadillo de trigo tiene un contenido de ELN de 524.6 g/kg, valor que se acerca al PAF de esta investigación, lo cual nos da la idea que éste fue el alimento que se analizó en dicho estudio.

7. Fibra Neutro Detergente

La fibra detergente neutra (FND), en los alimentos evaluados la media fue 189.4 ± 75.6 g/kgTCO, fijándose un máximo contenido de FND en el afrecho de trigo grueso con 320.4 g/kgTCO y el mínimo en el polvillo de arroz fino con 116.1 g/kgTCO, acordándose un rango de 204.3 g/kgTCO entre máximo y mínimo promedio lo que indica un grado de variabilidad amplio para este nutriente en los diferentes alimentos. El ATG se acerca más al contenido de FND (382 g/kgTCO), reportado por FEDNA (2003), mientras que en los subproductos de arroz contiene (175 – 290 g/kgTCO), en este componente se muestran valores bajos para los alimentos en estudio debido a la conformación de los diferentes subproductos.

8. Fibra Ácido Detergente

La fibra ácido detergente (FAD), de los alimentos valorados, registraron un máximo contenido 163.5 g/kgTCO en el afrecho de trigo grueso y el mínimo 76. g/kgTCO en el polvillo de arroz fino, con una medias de 110.5 ± 33.1 g/kgTCO y entre mínimo y máximo rango de 86.7 g/kgTCO, lo que indica un grado de variabilidad amplio para este nutriente en los diferentes alimentos. Al respecto FEDNA (2003), reportó un contenido de FAD de 151 g/kgTCO en el polvillo de arroz y 152 g/kgTCO de FAD en el afrecho de trigo contrastando con los resultados obtenidos en esta investigación son valores similares.

9. Lignina Ácido Detergente

La lignina ácido detergente (LAD) de los diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo, presenta un promedio de 33.95 ± 4.95 , con un máximo contenido en el polvillo de arroz grueso con 41.3 g/kgTCO y el mínimo en el afrecho de trigo fino con 27.4 g/kgTCO, fijándose un rango de 13.9 g/kgTCO entre máximo y mínimo. FEDNA (2003), reportó que el polvillo de arroz contiene 39 g/kgTCO de LAD y el afrecho de trigo tiene 30 g/kgTCO de LAD comparando con los resultados obtenidos en esta investigación son porcentajes similares, debido posiblemente a la estructura física del alimento.

B. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Reportándonos al cuadro 16, al hablar de digestibilidad de la materia seca, el mismo que nos da la idea de la calidad de dieta, encontramos al polvillo de arroz fino con el valor más alto 92.58%, el mismo que difiere estadísticamente a los demás tratamientos, hallándose con un valor más bajo al afrecho de trigo grueso 40.59%, mientras que el resto de tratamientos se ubicaron con valores intermedios entre los dos. En pruebas de digestibilidad realizadas por el Instituto de investigaciones (INIA, 1995), obtiene un coeficiente de digestibilidad de la MS de 40.65 – 69.72%, estos valores resultan similares al afrecho de trigo grueso (40.59%) y afrecho de trigo medio (62.69%). encontrados en la presente investigación. (Gradito 1).

2. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica

La materia orgánica nos indica la calidad de la energía, en el cuadro 16 se observa que el mayor porcentaje de digestibilidad 92.58% corresponde al utilizar el polvillo de arroz fino, mientras que el afrecho de trigo grueso mostró el menor valor 44.04%, hallándose los demás tratamientos intermedios entre estos coeficientes, registrándose diferencias estadísticas altamente significativas al ($P < 0.01$) entre tratamientos al respecto. (Gráfico 2).

3. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda

Respecto al coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda, difirió estadísticamente a una probabilidad ($P < 0.01$) altamente significativa entre tratamientos, dándonos los mejores resultados de digestibilidad (88.06%) con el polvillo de arroz fino, mientras que los valores más bajos (16.99%) se registraron

Cuadro 16. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

VARIABLE	TIPO DE ALIMENTO						\bar{x}	Prob.	CV (%)
	A.T.F	A.T.M	A.T.G	P.A. F	P.A. M	P.A. G			
C.D. Materia Seca (%)	75.92 b	62.69 d	40.59 f	92.58 a	69.71 c	50.92 e	60.58	0.0001	1.51
C.D. Materia Orgánica (%)	74.58 b	64.28 d	44.04 f	92.63 a	72.12 c	53.96 e	68.63	0.0001	1.12
C.D. Proteína Cruda (%)	82.02 b	62.88 c	17.62 e	88.06 a	61.41 d	16.94 f	56.99	0.0001	1.99
C.D. Fibra Cruda (%)	78.34 b	51.54 d	95.18 a	75.05 c	40.76 e	35.35 f	67.09	0.0001	3.13
C.D. Extracto Etereo (%)	84.21 c	96.18 a	31.46 f	92.92 b	82.26 d	43.43 e	69.64	0.0001	1.37
C.D. Extracto Libre de Nitrógeno (%)	70.72 c	64.81 d	60.29 e	87.95 a	74.42 b	64.19 d	69.59	0.0001	1.35

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan (P<0.01)

A.T.F: Afrecho de Trigo Fino

P.A.G: Polvillo de Arroz Grueso

P.A.F: Polvillo de Arroz Fino

P.A.M: Polvillo de Arroz Medio

C.D.: Coeficiente de Digestibilidad

** : Probabilidad Altamente Significativa para la H₁.

x : Media general

CV: Coeficiente de Variación

A.T.M: Afrecho de Trigo Medio

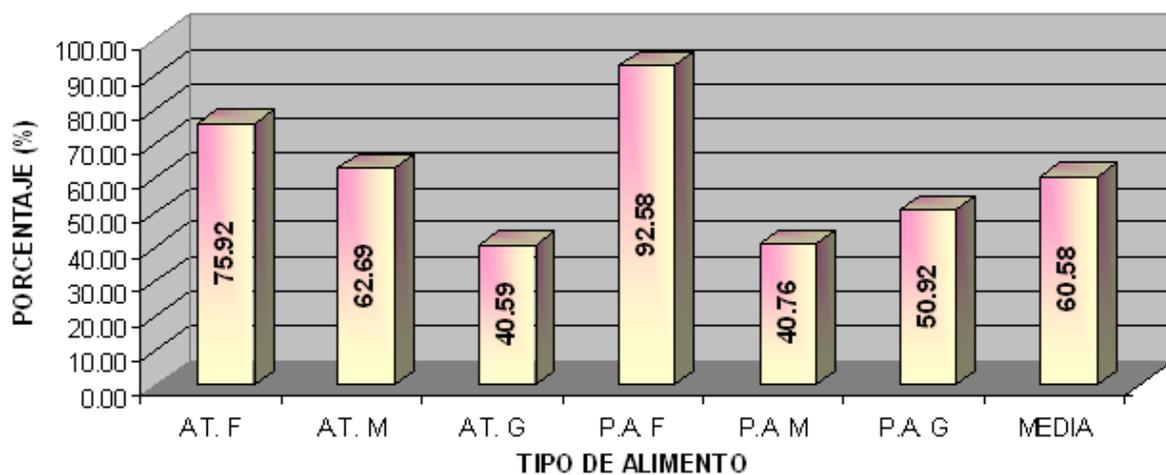


Gráfico 1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

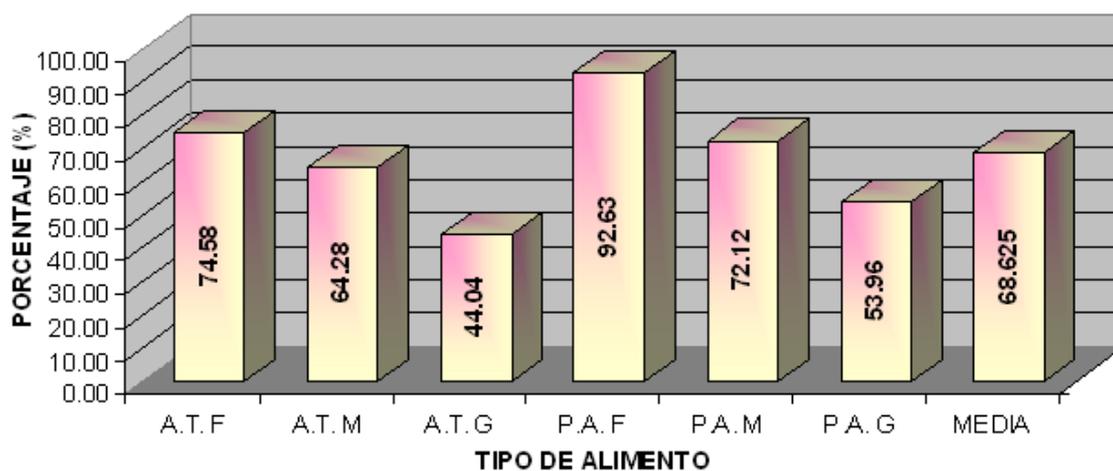


Gráfico 2. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

en el polvillo de arroz grueso, ubicándose dentro de este rango los demás tratamientos.

Al respecto Castro, B. y Chirinos, P. (1994), indican que el afrechillo tiene un coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda de 78.13%, y en la presente investigación el ATF tiene 82.02% y el ATM posee 62.88 %, éstos autores obtienen coeficientes de digestibilidad intermedios entre los subproducto evaluados en ésta investigación, probablemente se deba a que en nuestro país, hay una diversidad de subproductos de trigo y la composición puede ser diferente. (Cuadro 16. Gráfico 3).

4. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda

Según los resultados reportados en el cuadro 16, se observa que la digestibilidad de la fibra cruda en la alimentación de cuyes, se observó que el afrecho de trigo grueso tuvo valor más alto 95.18%, difirió estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el polvillo de arroz grueso exhibió el valor más bajo (35.35%) para éste parámetro, encontrándose el resto de tratamientos dentro de este rango (Gráfico 4).

En estudios realizados por Castro, B. y Chirinos, P. (1994), obtienen 60.11% de coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda de los subproductos del trigo, al comparar con nuestros valores el ATF (78.34%) y el ATM (51.54%), este porcentaje se ubica intermedio entre estos dos, posiblemente se deba al tipo de alimento analizado.

5. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo

En lo que se refiere al coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo se registró un promedio de 69.64%, verificándose que hay diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, reportándose con el valor más alto el afrecho de trigo medio con 96.18%, seguido por los demás tratamientos y

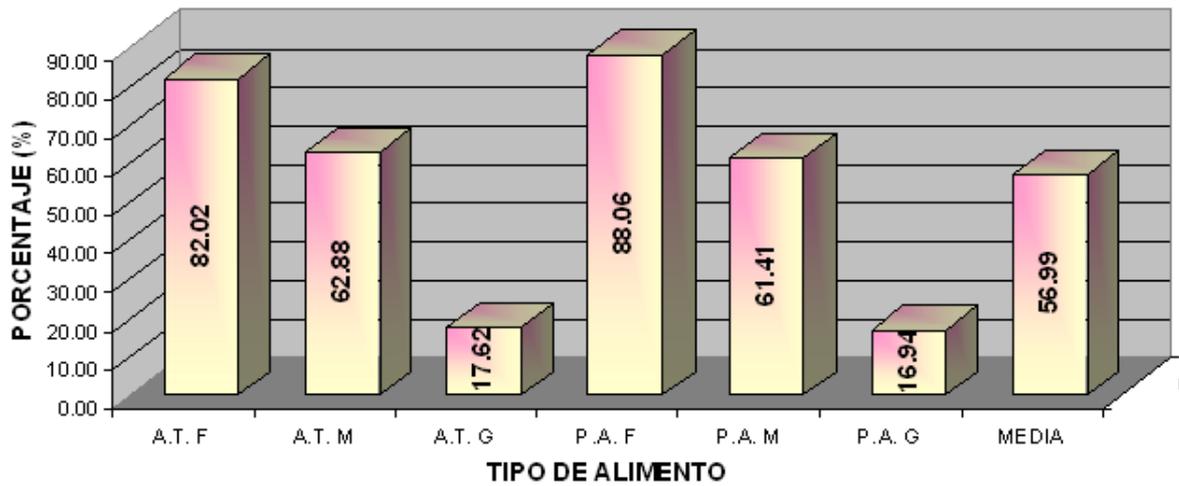


Gráfico 3. Coeficiente de digestibilidad in vivo de la proteína cruda de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

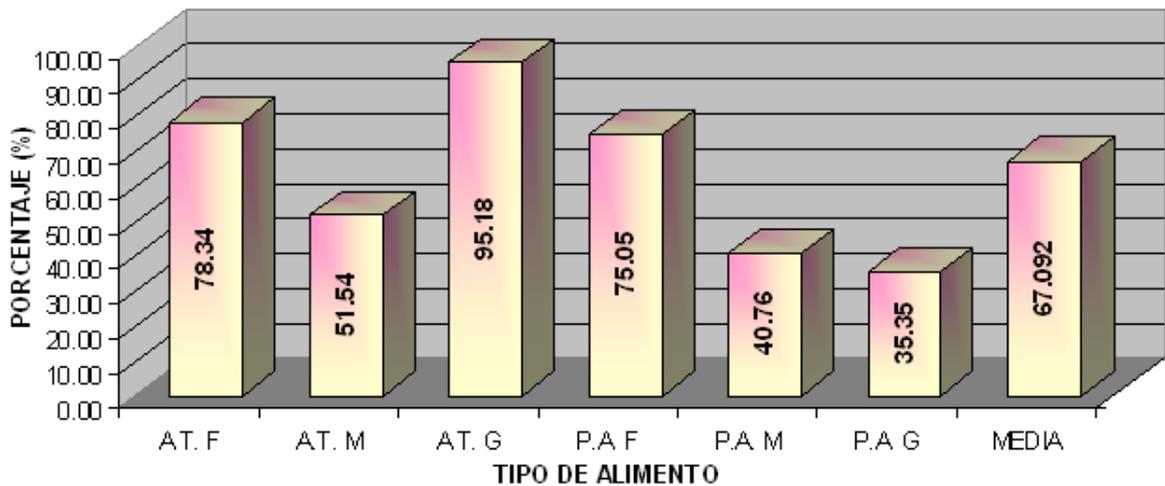


Gráfico 4. Coeficiente de digestibilidad in vivo de la fibra cruda de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

finalmente el menor valor fue con la utilización de afrecho de trigo grueso 31.46%. (Gráfico 5).

Al comparar éstos resultados con los de Castro, B. y Chirinos, P. (1994), en donde obtiene 33.24% de coeficiente de digestibilidad de EE en el polvillo de arroz, el PAG se acerca más a este parámetro, quizás se deba a que este fue el alimento que analizaron estos autores.

6. Coeficiente de digestibilidad en el extracto libre de nitrógeno

Reportándonos al cuadro 17, el coeficiente de digestibilidad de ELN presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos, encontrándose que con el polvillo de arroz fino presentó el mayor contenido (87.95%), mientras que la digestibilidad se redujo con la utilización de afrecho de trigo medio (64.81%) y polvillo de arroz grueso (64.19%). (Gráfico 6).

Por lo que en ese sentido Castro, B. y Chirinos, P. (1994), reportan un 92.84 % en el afrechillo, teniéndose en cuenta que los valores encontrados en ATF son los que más se acercan a este valor y posiblemente éste subproducto es similar al analizados por estos autores.

C. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Materia seca digestible

La materia seca digestible, difirió estadísticamente con una probabilidad altamente significativa ($P < 0.01$) en los diferentes tratamientos, así el afrecho de trigo fino tubo la mayor digestibilidad 867 g/kg MS, mientras que el afrecho de trigo grueso tuvo el menor valor 377 g/kg MS, por tanto ha sido el alimento que ha tenido una menor velocidad de degradación y ha sido menos absorbido por el organismo animal. (Cuadro 17).

Cuadro 17. EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

VARIABLE	TIPO DE ALIMENTO							\bar{X}	Prob.	CV (%)
	A.T.F	A.T.M	A.T.G	P.A. F	P.A. M	P.A. G				
Materia Seca Digestible (g/Kg de MS)	693.00 b	572.00 d	377.00 f	867.00 a	647.00 c	467.83 e	603.97	0.0001	1.52	
Materia Orgánica Digestible (g/Kg de MS)	656.16 b	597.00 d	413.83 f	845.83 a	625.83 c	513.66 d	608.72	0.0001	1.13	
Proteína Cruda Digestible (g/Kg de MS)	141.66 a	83.66 c	16.83 e	108.16 b	68.83 d	18.50 e	72.94	0.0001	1.70	
Fibra Cruda Digestible (g/Kg de MS)	82.16 b	81.50 b	175.00 a	36.00 d	32.00 e	52.00 c	76.44	0.0001	3.26	
Extracto Etéreo Digestible (g/Kg de MS)	49.00 c	53.16 b	12.33 f	83.66 a	46.66 d	17.00 e	43.64	0.0001	1.49	
Extracto Libre de Nitrógeno Digestible (g/Kg MS)	384.83 d	377.50 e	374.50 e	574.00 a	462.00 b	420.66 c	432.25	0.0001	1.33	
Energía Digestible (Kcal/Kg T.C.O.)	2781.35 b	2660.77 c	2396.98 e	3717.15 a	2557.35 d	2125.01 f	2706.44	0.0001	1.00	
Energía Digestible (Kcal/Kg MS)	3047.05 b	2917.83 c	2580.67 e	3969.17 a	2706.17 d	2314.83 f	2922.62	0.0001	1.00	
Nutrientes Digestibles Totales T.C.O (%)	65.62 b	60.39 c	55.25 d	84.83 a	63.09 c	48.61 e	62.94	0.0001	1.02	
Nutrientes Digestibles Totales (%)	71.89 b	66.22 c	59.48 d	90.58 a	66.76 c	52.95 e	68.22	0.0001	1.02	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan (P<0.01)

A.T.F: Afrecho de Trigo Fino

A.T.G: Afrecho de Trigo Grueso

P.A.F: Polvillo de Arroz Fino

P.A.M: Polvillo de Arroz Medio

C.D.: Coeficiente de Digestibilidad

** : Probabilidad altamente significativa para la H₁.

\bar{x} : Media general

P.A.G: Polvillo de Arroz Grueso

A.T.M: Afrecho de Trigo Medio

CV: Coeficiente de Variación

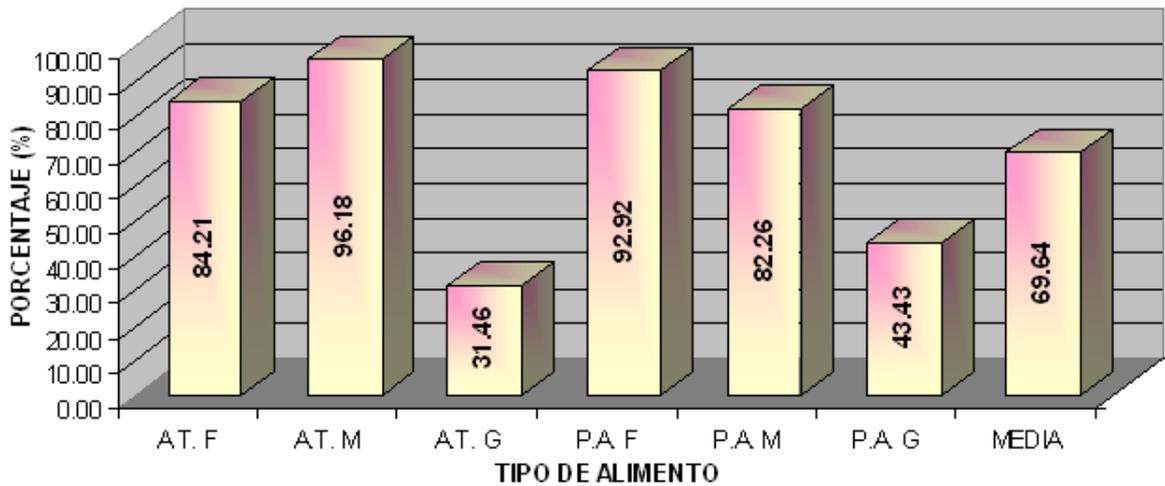


Gráfico 5. Coeficiente de digestibilidad in vivo del extracto etéreo de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

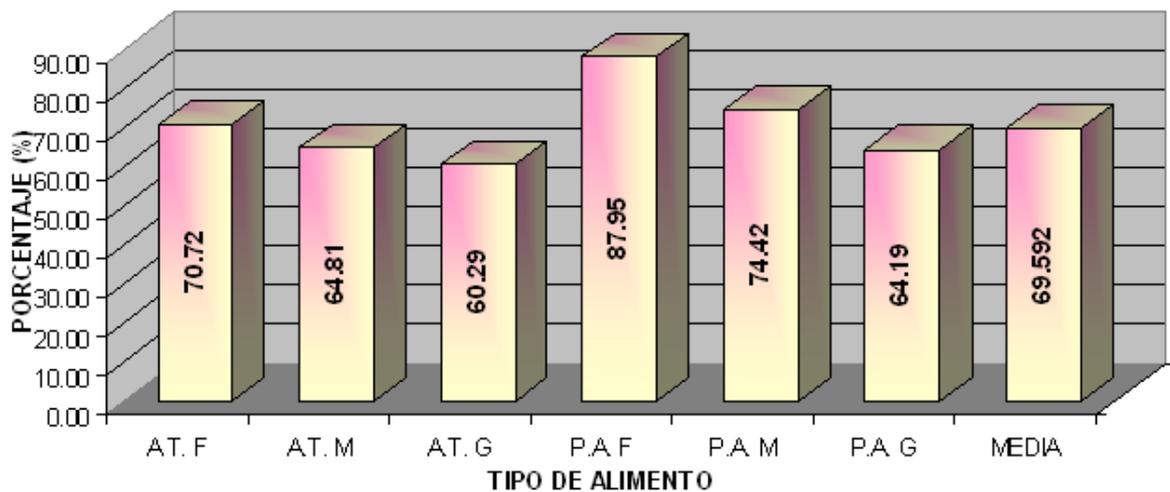


Gráfico 6. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

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 el mejor tratamiento se encuentran al igual que el nutriente anterior, en el polvillo de arroz fino con los demás tratamientos 845.83 g/KgMS, existiendo diferencia estadística altamente significativas entre los tratamientos, la digestibilidad de este componente disminuye, siendo el afrecho de trigo grueso el menos digestible reportó 413.83 g/Kg MS, y el resto de tratamientos registran valores intermedios entre estos dos.

3. Proteína Cruda Digestible

La proteína cruda digestible fue superior con el afrecho de trigo fino (141.66 g/kg MS) difiere estadísticamente a los demás tratamientos, la digestibilidad inferior se encuentra con el afrecho de trigo grueso (16.83 g/kg MS) y polvillo de arroz grueso(18.50 g/kg MS), entre éstos dos no se registraron diferencias. (Gráfico 7).

Al respecto se puede manifestar qué, los valores de digestibilidad del polvillo de arroz fino, en éste nutriente están similares de los alcanzados por FEDNA (2003), dónde obtuvo 101 g/Kg MS en el salvado de arroz y 115 g/Kg MS en harinillas en la alimentación de conejos, debido a que son especies similares en el funcionamiento digestivo.

4. Fibra Cruda Digestible

La fibra cruda digestible presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, reporta un nivel superior 175 g/Kg MS el afrecho de trigo grueso éste difiere al resto de tratamientos, mientras que entre el tratamiento afrecho de trigo fino (82.16 g/Kg MS) y afrecho de trigo medio (81.50 g/Kg MS) no registran diferencias, y el menor valor fue para el polvillo de arroz medio con 32 g/Kg MS. (Gráfico 8).

Se puede observar que los subproductos que tienen mayor contenido de fibra han reportado una mayor digestibilidad este constituyente.

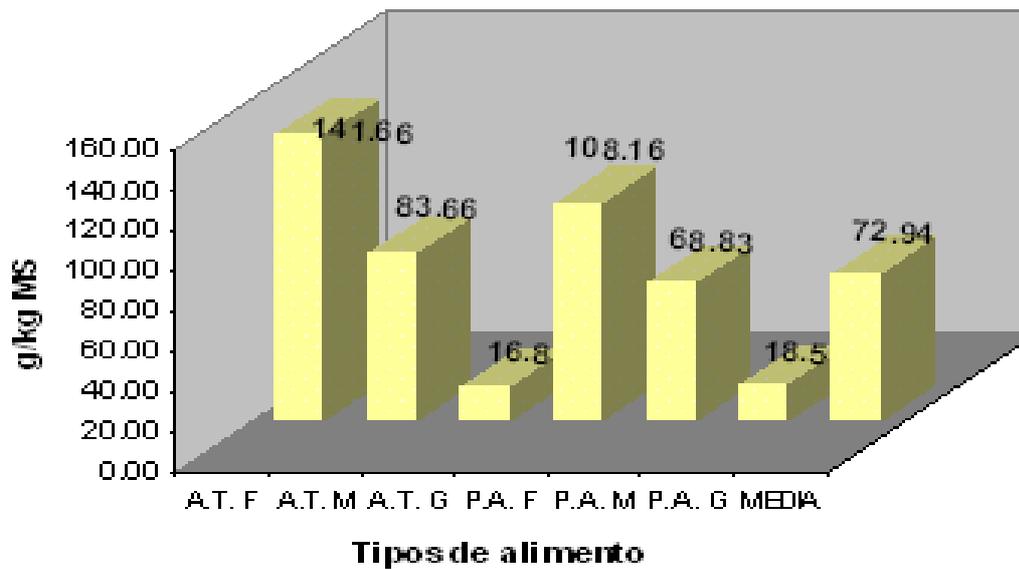


Gráfico 7. Digestibilidad de la proteína cruda de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

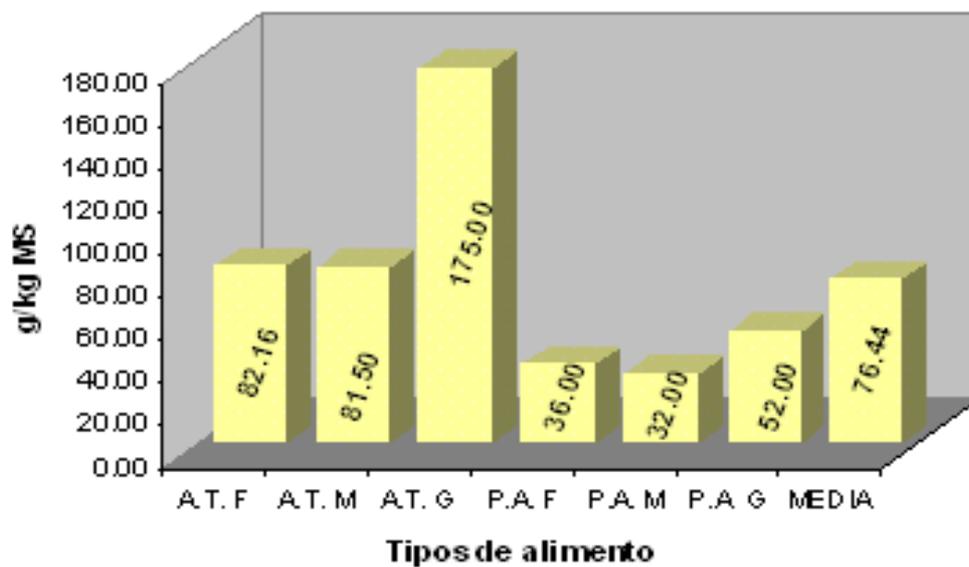


Gráfico 8. Digestibilidad de la fibra cruda de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

5. Extracto Etéreo Digestible

Los resultados experimentales obtenidos del extracto etéreo se reportan en el cuadro 18, donde se observa que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, hallándose superior a los demás tratamientos cuando se empleó el polvillo de arroz fino con una digestibilidad de 83.66 g/Kg MS, mientras que el afrecho de trigo grueso con 12.33 g/Kg MS registró la menor digestibilidad, los demás tratamientos tienen valores intermedios. (Gráfico 9).

6. Extracto Libre de Nitrógeno Digestible

Luego de analizar los resultados obtenidos del ELN digestible se determinó que entre tratamientos hay diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por cuanto el polvillo de arroz fino tuvo el mayor valor 574 g/Kg MS, seguido de los demás tratamientos y sin embargo entre estos dos tratamientos afrecho de trigo medio y afrecho de trigo grueso, no se registraron diferencias, de las cuales se registraron las menores digestibilidades 377.50 g/Kg MS y 374.50 g/Kg MS correspondientemente. (Gráfico 10).

7. Nutrientes Digeribles Totales

En el cuadro 18 se puede apreciar que el contenido de nutrientes digeribles totales, en el polvillo de arroz fino es superior (84.83 %) difiere estadísticamente al resto de tratamientos, también se puede estimar que entre afrecho de trigo medio (60.39%) y polvillo de arroz medio (63.09%) no se registran diferencias entre estos dos, mientras que el polvillo de arroz grueso con 48.61 % tiene el menor porcentaje.

Al respecto Castro, B. y Chirinos, P. (1994), reportó que el afrechillo de trigo, tiene un 57.46% de NDT, valor cercano al ATG determinado en la presente investigación, posiblemente se deba al procesamiento.

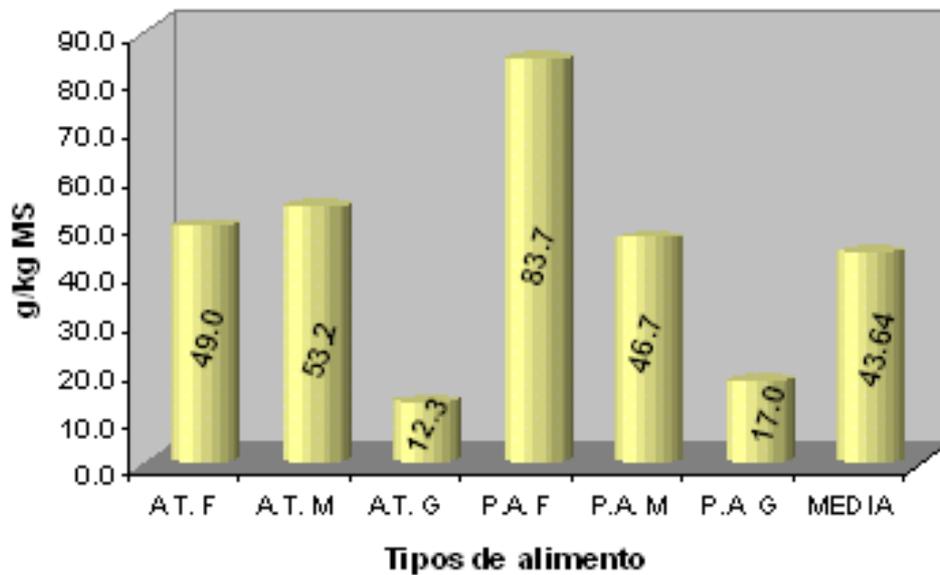


Gráfico 9. Digestibilidad del extracto etéreo de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

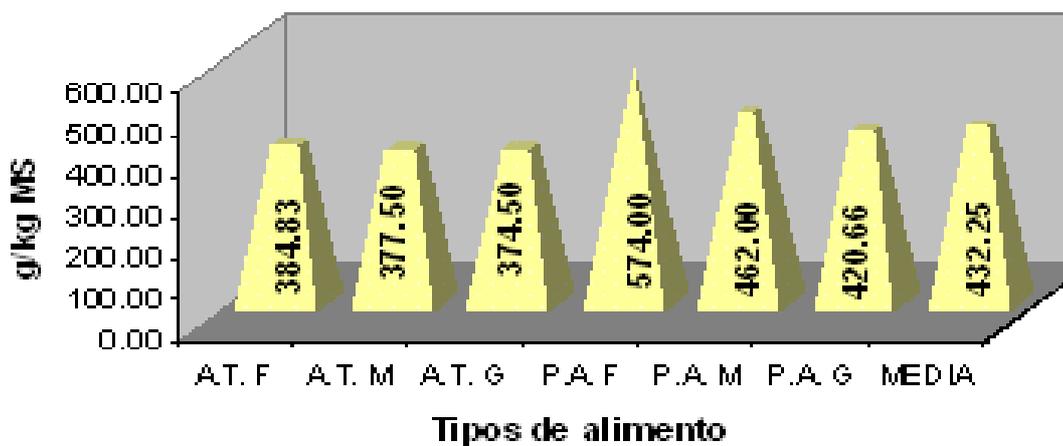


Gráfico 10. Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

8. Energía Digestible

Como podemos observar en el cuadro 18, el contenido de energía digestible en los alimentos analizados, se encontró como mejor promedio de energía digestible con 3717.15 Kcal./Kg TCO el polvillo de arroz fino, el mismo que difiere estadísticamente con los demás tratamientos, mientras que el menor contenido de energía digestible 2125.01 Kcal./Kg TCO se reportó el polvillo de arroz grueso, encontrándose los demás tratamiento con valores intermedios entre estos dos, y se encontró en estudios realizados por Correa et al. (1994), en donde determinan la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes reportan 3219 Kcal/kg ED para los subproductos del trigo, al comparar con los obtenidos en la presente investigación el ATF se acerca a este valor, posiblemente sea este producto el analizado por estos autores. Dado que no se encontraron más estudios que evalué la ED en cuyes, es importante contrastar con la ED reportada en conejos datos que nos pueden servir pues hay gran similitud especialmente en hábitos alimenticios y características fisiológicas entre estas dos especies. FEDNA (2003), en donde se obtuvo 2375 kcal/kg en el afrecho de trigo, valor que se acerca al afrecho de trigo grueso quizás fue este el subproducto que utilizaron en esa investigación. Para el polvillo de arroz FEDNA (2003) expone de 2200 kcalED/kg de MS valor que se acerca al polvillo de arroz grueso.

D. COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE Y NDT EN FUNCIÓN A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

1. Correlación y regresión para la energía digestible

En el cuadro 18, se observa el grado de correlación o asociación de la energía digestible con las variables bromatológicas (ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente, fibra ácida detergente, lignina acida detergente, extracto libre de nitrógeno).

Cuadro 18. CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LA ENERGÍA DIGESTIBLE EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

CORRELACIÓN	ENERGÍA DIGESTIBLE							
	C	PC	EE	FC	FND	FAD	LAD	ELN
r	0,333	0,332	0,982	-0,762	-0,627	-0,746	-0,474	-0,042
Probabilidad	0,047	0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,81

Modelo de estimación para el cálculo del aporte de Energía Digestible

$$ED = 449 + 376 EE + 18.1 FC + 3.2 FND + 7 FAD$$

$$S = 186.516 \quad R-Sq = 98.0\% \quad R-Sq(adj) = 89.9 \%$$

C: Cenizas

EE: Extracto Etéreo

LAD: Lignina Ácido Detergente

FC: Fibra Cruda

FAD: Fibra Ácido Detergente

ED: Energía Digestible

R-Sq: Coeficiente de Determinación

ELN: Extracto libre de Nitrógeno

PC: Proteína Cruda

S: Desviación Estándar

r: Coeficiente de Correlación

Indican que la energía digestible depende en un 98% del extracto etéreo. Mediante el análisis de la regresión se puede advertir que la energía digestible presenta una correlación significativa por debajo del ($P < 0.05$) con el extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente y fibra ácida detergente.

La ecuación $ED = 449 + 376 EE + 18.1 FC + 3.2 FND + 7 FAD$, nos permite estimar que la energía digestible en función de los nutrientes contenidos en el alimento sugiere utilizar como variables predictoras al extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente y fibra ácido detergente.

Éste modelo de regresión es la adecuada y muy útil para predecir la cantidad de energía digestible a partir del análisis proximal de cualquier polvillo que esté en el rango de estos nutrientes, ya que el coeficiente de determinación es superior al 89.9%, lo que quiere decir que la varianza del experimento es explicada casi en su totalidad por los resultados del experimento.

2. Correlación y Regresión para los Nutriente Digestibles Totales

El grado de correlación o asociación de los nutrientes digestibles totales con las variables bromatológicas (ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente, fibra ácida detergente, lignina acida detergente, extracto libre de nitrógeno) indican que la los nutrientes digestibles totales depende en un 98.3% del extracto etéreo (Cuadro 19). Con la fibra cruda, fibra neutra detergente, fibra acida detergente, lignina acida detergente, depende -0,832% - 0,688% -0,792% -0,459 % respectivamente, el grado de asociación es negativo, que quiere decir que conforme disminuyen estos nutrientes, los nutrientes digestibles totales tienden a incrementarse.

Los nutrientes digestibles totales presentan una correlación significativa por debajo del ($P < 0.05$) con cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente, fibra ácida detergente, lignina acida detergente, lo que significa que hay una asociación lineal entre los nutrientes digestibles totales y los nutrientes de los diferentes tipos de alimentos.

Cuadro 19. CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LOS NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES TIPOS DE POLVILLO DE ARROZ Y AFRECHO DE TRIGO UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES.

CORRELACIÓN	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES							
	C	PC	EE	FC	FND	FAD	LAD	ELN
R	0,469	0,351	0,983	-0,832	-0,688	-0,792	-0,459	0,007
Probabilidad	0,004	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,967

Modelo de estimación para el cálculo del aporte de Nutrientes Digeribles Totales

$$\text{NDT} = 47,1 + 5,48 \text{ EE} - 0.96 \text{ FC} + 0.97 \text{ FND} - 1.52 \text{ FAD}$$

$$S = 4.509 \quad R\text{-Sq} = 97.7\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 88.5 \%$$

C: Cenizas

PC: Proteína Cruda

EE: Extracto Etéreo

ELN: Extracto libre de Nitrógeno

NDT: Nutrientes Digestibles Totales

FC: Fibra Cruda

FAD: Fibra Ácido Detergente

LAD: Lignina Ácido Detergente

S: Desviación Estándar

R-Sq: Coeficiente de Determinación

r: Coeficiente de Correlación

El modelo de regresión múltiple para la estimación de los nutrientes digestibles totales en función de los nutrientes, permite explicar la varianza de las observaciones experimentales en un 88.5%, lo cual sugiere incluir como nutrientes para la estimación de nutrientes digestibles totales de los polvillos y afrechos, a la Proteína Cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra neutra detergente, fibra ácida detergente obteniéndose un modelo muy útil que puede ser utilizado por nutricionistas, para la predicción de los nutrientes digestibles totales a partir de la composición química.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. El polvillo de arroz fino se reporta con mayor contenido de extracto etéreo (8.42%), extracto libre de nitrógeno (61.11%), tiene el menor contenido de fibra cruda (4.44%) y en proteína cruda (11.53%), en éste parámetro le supera el afrecho de trigo fino con (15.76%), mientras que el contenido de fibra (10.5%) y extracto etéreo (5.8%).
2. Se determinó que el polvillo de arroz fino presentó el mejor parámetro de nutrientes digeribles totales 84.83% en TCO, difiriendo estadísticamente de las demás tratamientos, mientras que entre el afrecho de trigo medio (60.39% TCO) y polvillo de arroz medio (63.09 % TCO) no se registraron diferencias y el polvillo de arroz grueso tuvo menor digestibilidad 48.61% TCO en la alimentación de cuyes.
3. Se determinó que con respecto al valor de la energía digestible se presentó como mejor promedio 3717.15 Kcal./Kg TCO el polvillo de arroz fino, lo que se expone como superior estadísticamente con respecto a los demás alimentos analizados, por ende se mostró como el alimento más aprovechado por el organismo del animal, mientras que se reportaron los alimentos con partículas gruesas con menor energía digestible tenemos al afrecho de trigo grueso 2396.98 Kcal./Kg TCO y polvillo de arroz grueso 2125.01 Kcal./Kg TCO.
4. En esta investigación se ha logrado establecer ecuaciones de predicción de variables de aporte energético como la energía digestible y nutrientes digeribles totales, a partir del extracto etéreo, fibra cruda, FND, FAD, con una precisión del 89.9 y 88.5% respectivamente, con lo que queda establecido en primera instancia ésta formula que puede ser revisada y reemplazada por resultados de futuros estudios.

VI. RECOMENDACIONES

Por la importancia que reviste el conocimiento para una adecuada nutrición animal se recomienda:

1. Luego de realizada ésta investigación se recomienda la utilización de todos estos alimentos analizados, pero considerando el contenido la energía digestible y los nutrientes digeribles totales, como materias primas para la elaboración de dietas balanceadas para la alimentación de cuyes ya que se reporta con alto contenido de energía digestible, nutrientes digeribles totales y proteína digestible.
2. La utilización del modelo de regresión múltiple para predecir la energía digestible y NDT ya que esta ecuación toma en cuenta los principales parámetros del análisis de weende que son ceniza, proteína cruda, fibra cruda, FND.
3. Replicar por zonas más investigaciones de este tipo, para estos productos y de todas la materias primas disponibles en este país, hasta obtener nuestras propias tablas nutricionales, para a futuro llegar a ser precursores en esta área de esta forma disponer de indicadores que permitan conocer la calidad nutritiva de los alimentos utilizados en la formulación de raciones para cuyes.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAMS, J. 1995. Avances en nutrición animal. 1a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp. 315-316.
2. ACOSTA, C. 2002. Manual agropecuario. 1a ed. Fundación Hogares juveniles campesinos. Bogotá, Colombia. pp. 454 - 460.
3. CASTRO, B. Y CHIRINOS, P. 1994. Avances en nutrición y alimentación de cuyes Crianza de Cuyes. sn. Huancayo, Perú. pp. 136 - 146.
4. CORREA, H, et al. 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. sn. Lima, Perú. pp. 84.
5. CHURCH, P. 1990. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales. sn. Zaragoza, España. Edit. Limusa S.A. pp. 345 - 347.
6. INIA. 1995. Crianza de Cuyes. Reimpresión. Lima, Perú. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. pp. 28.
7. FLORES, A. 1975 Bromatología animal. 2a ed. México. Edit. Limusa. pp. 742 - 743.
8. ESPAÑA, FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA). 2003. De composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. p. 423.
9. <http://www.Adobe Reader.37c.pdf>. 2003. Alimentación y nutrición del cuy (*Cavia porcellus*).
10. <http://www.FAO>. 1997. Chauca, L. Producción de cuyes. (*Cavia porcellus*).

11. <http://www.fao.org/AG/aGa/agap/FRG/APH134/cap10.htm>. 1993.
Composición química de los subproductos del arroz.
12. <http://www.soyamex.com.mx/animal.pdf>. 2003. Campanada, C. Formulación de alimentos balanceados por computadora.
13. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v02n01_009.pdf. 1998, Vargas, E. y Murillo, M. Composición química del salvado de trigo.
14. JARRIN, A. Y ÁVILA, S. 1993. Composición química de los alimentos zootécnicos Ecuatorianos, normas para formulación de dietas. 1a ed. Quito, Ecuador. Edit. Cobos. pp 125.
15. MATEOS, N. et al. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2a ed. Madrid, España. pp. 423.
16. LINNE, R. 1960. Nuevos procedimientos para el descascarillado del arroz. 1a ed. Madrid, España. Edit. Blume. p. 328.
17. MCDONALD, P. 1960. Animal Nutrition. 5a ed. New York, USA. Edit. Longman Scientific Technical. p. 205.
18. MAYNARD, L. 1980. Nutrición Animal. Traducido por Alonso Ortega. México, México. Edit. Mac Graw – Hill. pp 110 -115 -118.
19. PICCIONI, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. sn. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp. 113 - 137.
20. TYLER, C. 1974. Nutrición animal. 2a ed. Trad. Por Mario Echegaray. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur. pp 215.

21. 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. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. p. 123.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	10229.42112			
Tipo	5	10200.06339	2040.01268	2084.64	<.0001
Error	30	29.35773	0.97859		
	R2	CV	DS	MM	
	0.997130	1.512300	0.989238	65.41278	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	92.5883	6	PAF
B	75.9250	6	ATF
C	69.7167	6	PAM
D	62.6983	6	ATM
E	50.9583	6	PAG
F	40.5900	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA.

FV	GL	SC	CM	F cal	Pr > F
Total	35	8688.497200			
Tipo	5	8671.474533	1734.294907	3056.45	<.0001
Error	30	17.022667	0.567422		
	R2	CV	DS	MM	
	0.998041	1.125354	0.753274	66.93667	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	92.6317	6	PAF
B	74.5833	6	ATF
C	72.1217	6	PAM
D	64.2817	6	ATM
E	53.9617	6	PAG
F	44.0400	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD

DE LA PROTEÍNA CRUDA.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	28666.40730			
Tipo	5	28630.48745	5726.09749	4782.40	<.0001
Error	30	35.91985	1.19733		
	R2	CV	DS	MM	
	0.998747	1.995861	1.094225	54.82472	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	88.0633	6	PAF
B	82.0250	6	ATF
C	62.8800	6	ATM
D	61.4117	6	PAM
E	17.6200	6	ATG
E	16.9483	6	PAG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA CRUDA.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	16952.19829			
Tipo	5	16836.49816	3367.29963	873.11	<.0001
Error	30	115.70013	3.85667		
	R2	CV	DS	MM	
	0.993175	3.131845	1.963841	62.70556	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	95.182	6	ATG
B	78.343	6	ATF
C	75.052	6	PAF
D	51.545	6	ATM
E	40.762	6	PAM
F	35.350	6	PAG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO ETÉREO.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	22446.29456			
Tipo	5	22417.26365	4483.45273	4633.12	<.0001
Error	30	29.03092	0.96770		
	R2	CV	DS	MM	
	0.998707	1.371070	0.983716	71.74806	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	96.1833	6	ATM
B	92.9283	6	PAF
C	84.2150	6	ATF
D	82.2633	6	PAM
E	43.4367	6	PAG
F	31.4617	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	3005.996831			
Tipo	5	2978.827447	595.765489	657.83	<.0001
Error	30	27.169383	0.905646		
	R2	CV	DS	MM	
	0.990962	1.351755	0.951654	70.40139	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	87.9583	6	PAF
B	74.4250	6	PAM
C	70.7267	6	ATF
D	64.8100	6	ATM
D	64.1917	6	PAG
E	60.2967	6	ATG

Anexo 2. Análisis de varianza para la digestibilidad de los nutrientes, de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	902738.9722			
Tipo	5	900200.1389	180040.0278	2127.43	<.0001
Error	30	2538.8333	84.6278		
	R2	CV	DS	MM	
	0.997188	1.523139	9.199336	603.9722	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS.

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	867.000	6	PAF
B	693.000	6	ATF
C	647.000	6	PAM
D	572.000	6	ATM
E	467.833	6	PAG
F	377.000	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	636965.2222			
Tipo	5	635520.5556	127104.1111	2639.45	<.0001
Error	30	1444.6667	48.1556		
	R2	CV	DS	MM	
	0.997732	1.139998	6.939420	608.7222	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS.

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	845.833	6	PAF
B	656.167	6	ATF
C	625.833	6	PAM
D	597.000	6	ATM
E	513.667	6	PAG
F	413.833	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA CRUDA DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	73293.88889			
Tipo	5	73247.22222	14649.44444	9417.50	<.0001

Error	30	46.66667	1.55556
	R2	CV	DS
	0.999363	1.709821	1.247219
			MM
			72.94444

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS.

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	141.6667	6	ATF
B	108.1667	6	PAF
C	83.6667	6	ATM
D	68.8333	6	PAM
E	18.5000	6	PAG
F	6.8333	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA CRUDA DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total		35	84066.88889		
Tipo		5	83880.55556	16776.11111	2700.98 <.0001
Error		30	186.33333	6.21111	
	R2	CV	DS	MM	
	0.997784	3.260159	2.492210	76.44444	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS.

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	175.000	6	ATG
B	82.167	6	ATF
B	81.500	6	ATM
C	52.000	6	PAG
D	36.000	6	PAF
E	32.000	6	PAM

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO ETHEREO DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total		35	20411.63889		
Tipo		5	20398.80556	4079.76111	9537.10 <.0001
Error		30	12.83333	0.42778	

R2	CV	DS	MM
0.999371	1.496866	0.654047	43.69444

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	83.6667	6	PAF
B	53.1667	6	ATM
C	49.0000	6	ATF
D	46.6667	6	PAM
E	17.0000	6	PAG
F	12.6667	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO DIGESTIBLE.

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	179160.7500			
Tipo	5	178159.5833	35631.9167	1067.71	<.0001
Error	30	1001.1667	33.3722		

R2	CV	DS	MM
0.994412	1.336465	5.776870	432.2500

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	574.000	6	PAF
B	462.000	6	PAM
C	420.667	6	PAG
D	384.833	6	ATF
E	377.500	6	ATM
E	374.500	6	ATG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT).

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	4988.126000			
Tipo	5	4973.592100	994.718420	2053.24	<.0001
Error	30	14.533900	0.484463		

R2	CV	DS	MM
0.997086	1.023830	0.696034	67.98333

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	90.5833	6	PAF
B	71.8983	6	ATF
C	66.7650	6	PAM
C	66.2200	6	ATM
D	59.4833	6	ATG
E	52.9500	6	PAG

A. RESULTADOS DEL ADEVA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE

FV	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	35	9890045.639			
Tipo	5	9864399.472	1972879.894	2307.81	<.0001
Error	30	25646.167	854.872		
	R2	CV	DS	MM	
	0.997407	1.000385	29.23820	2922.694	

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS

DUNCAN	MEAN	N	TIPO
A	3969.17	6	PAF
B	3047.50	6	ATF
C	2917.83	6	ATM
D	2706.17	6	PAM
E	2580.67	6	ATG
F	2314.83	6	PAG

Anexo 3. Correlación para NDT en función de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cCuyes.

	C	PC	EE	FC	FND	FAD	LAD	ELN
NDT	0,469	0,351	0,983	-0,832	-0,688	-0,792	-0,459	0,007
	0,004	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,967

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Anexo 4. Análisis de Regresión Múltiple para la estimación del NDT a partir de la Composición Química de diferentes Tipos de Polvillo de Arroz y Afrecho de Trigo utilizados en la alimentación de Cuyes.

THE REGRESSION EQUATION IS

$$\text{NDT} = 47,1 + 5,48 \text{ EE} - 0,96 \text{ FC} + 0,97 \text{ FND} - 1,52 \text{ FAD}$$

Predictor	Coef	SE	Coef	T	P
Constant		47,10	38,60	1,22	0,437
EE		5,475	3,362	1,63	0,351
FC		-0,960	1,585	-0,61	0,653
FND		0,970	1,499	0,65	0,634
FAD		-1,520	2,839	-0,54	0,687

S = 4,50929 R-Sq = 97,7% R-Sq(adj) = 88,5%

ANALYSIS OF VARIANCE

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	860,94	215,24	10,59	0,226
Residual Error	1	20,33	20,33		
Total	5	881,28			

Source	DF	Seq SS
EE	1	852,07
FC	1	0,05
FND	1	3,00
FAD	1	5,82

Anexo 5. Correlación para la energía digestible en función de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

	C	PC	EE	FC	FND	FAD	LAD	ELN
ED	0,333	0,332	0,982	-0,762	-0,627	-0,746	-0,474	0,042
	0,047	0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,810

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Anexo 6. Análisis de regresión múltiple para la estimación de la energía digestible a partir de la composición química de diferentes tipos de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados en la alimentación de cuyes.

THE REGRESSION EQUATION IS

$$ED = 449 + 376 EE + 18,1 FC + 3,2 FND + 7 FAD$$

Predictor	Coef	SE	Coef	T	P
Constant		449	1596	0,28	0,825
EE		376,0	139,1	2,70	0,225
FC		18,06	65,56	0,28	0,829
FND		3,16	61,99	0,05	0,968
FAD		6,7	117,4	0,06	0,964

S = 186,516 R-Sq = 98,0% R-Sq(adj) = 89,9%

ANALYSIS OF VARIANCE

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	1681588	420397	12,08	0,212
Residual Error	1	34788	34788		
Total	5	1716377			

Source	DF	Seq SS
EE	1	1654741
FC	1	24688
FND	1	2045
FAD	1	114